



INSTITUTO DO MAR

## RELATÓRIO 3.1 MAPAMP

E

## RELATÓRIO 3.2 MAPAMP

Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha –  
Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores  
(*Programa BALA*)



GOVERNO DOS AÇORES

Vice-Presidência do Governo



UNIÃO EUROPEIA

Fundo Europeu de  
Desenvolvimento Regional

Estes relatórios foram elaborados por Mara Schmiing<sup>1,2</sup>, David Milla i Figueras<sup>1,2</sup>, Andrea Botelho<sup>3</sup>, Gonçalo Graça<sup>1,2</sup>, Diya Das<sup>1</sup>, Silvio Solleliet-Ferreira<sup>1</sup>, Jorge Fontes<sup>1,2</sup>, Valentina Matos<sup>1,2</sup>, Pedro Ribeiro<sup>1,2</sup>, Fernando Tempera<sup>4</sup>, Rui Quartau<sup>5</sup>, e Pedro Afonso<sup>1,2</sup>

no âmbito do 'Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha - Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA)'

<sup>1</sup> IMAR – Instituto do Mar, Departamento de Oceanografia e Pescas/Universidade dos Açores, 9901-862 Horta, Portugal

<sup>2</sup> MARE – Centro de Ciências do Mar e do Ambiente, Rua Prof. Frederico Machado 4, 9901-862 Horta, Portugal

<sup>3</sup> CIBIO - Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos, InBIO Laboratório Associado, Departamento de Biologia da Universidade dos Açores, 9501-801 Ponta Delgada, Portugal

<sup>4</sup> IFREMER, Issy-les-Moulineaux, França

<sup>5</sup> Divisão de Geologia Marinha | Instituto Hidrográfico, 1249-093 Lisboa, Portugal

Nota: Este relatório representa a opinião dos seus autores e não obrigatoriamente das instituições que os mesmos representam.



## Agradecimentos

Os autores agradecem a:

- Frederico Cardigos, Telmo Morato, David Abecasis, Raquel Torres, Andrew Estep, Dinis Geraldês e Daniela Gabriel pela recolha de informação no campo.
- A Fundação Oceano Azul e Waitt Foundation pelo apoio do trabalho de campo.
- Ricardo Medeiros pelo apoio do trabalho na SIG e a digitalização das cartas náuticas.

## Resumo não técnico

Neste relatório apresenta-se informação relativa ao mapeamento de habitats costeiros para as ilhas do Pico, Faial, Graciosa (Relatório 3.1 MAPAMP), Flores, São Miguel e Terceira (Relatório 3.2 MAPAMP), bem como informação adicional para as ilhas de Santa Maria, Corvo e São Jorge. As bases de dados 3.1 e 3.2 aqui apresentadas compilam toda a informação recolhida no âmbito dos subprojetos MAPAMP do programa BALA. Os dados foram adquiridos 1) através de programas e projetos anteriores e 2) durante as campanhas de monitorização e caracterização de 2016 em colaboração com entidades externas. As bases de dados integram i) o mapeamento batimétrico fino com recurso a sondagem por multifeixe e por análise de imagem remota, ii) o mapeamento de grutas costeiras, iii) o mapeamento dos recifes, iv) o mapeamento dos biótopos, e v) o mapeamento de ecossistemas marinhos vulneráveis do circalitoral e do infralitoral profundo. Foram recolhidas estas informações ou parte delas para as ilhas do Faial (sector Canal), Pico (sector Canal), São Jorge, São Miguel (costas norte e sul e adjacentes), Santa Maria (costa sul e adjacente, Formigas) e Corvo.

## Non-technical resume

This report presents information on the mapping of coastal habitats for the islands of Pico, Faial, Graciosa (Report MAPAMP 3.1), Flores, São Miguel, Terceira (Report MAPAMP 3.2) and additional, selected information for Santa Maria, Corvo and São Jorge. The databases 3.1 and 3.2 presented here were acquired in the framework of the subproject MAPAMP of the programme BALA. Data were acquired 1) from existing (historical) databases and 2) during the 2016 monitoring campaigns in collaboration with external entities. Results include i) mapping of the fine-scale bathymetry of coastal habitats and/or slope, (ii) mapping of coastal semi-submerged caves, (iii) mapping of reefs, iv) mapping of biotopes, and v) mapping of vulnerable marine ecosystems of the infralittoral and upper circalittoral. Information was collected for (part of) the islands of Faial (channel), Pico (channel), São Jorge, São Miguel (north/south coast and adjacent areas), Santa Maria (south coast and adjacent areas, Formigas) and Corvo.

# Índice

Agradecimentos .....	i
Resumo não técnico .....	ii
Non-technical resume .....	ii
Lista das Figuras .....	iv
Lista das Tabelas.....	vi
1. Batimetria dos fundos .....	1
Batimetria derivada de imagens .....	1
Batimetria acústica por multifeixe .....	6
São Miguel .....	6
Santa Maria .....	6
Terceira.....	8
2. Grutas costeiras (semi-)submersas .....	10
3. Recifes .....	17
São Miguel .....	21
Santa Maria .....	21
Ilhéus das Formigas .....	21
Faial e Pico .....	24
Graciosa .....	24
Terceira.....	24
São Jorge .....	29
Flores .....	29
Corvo .....	29
4. Biótopos .....	34
São Miguel .....	40
Faial e Pico .....	41
Corvo .....	42
5. Ecossistemas Marinhos Vulneráveis (VMEs) .....	43
6. Outros recifes biogénicos e habitats ameaçados.....	53
7. Referências .....	56
8. ANEXOS .....	58



## Lista das Figuras

Figura 1: Batimetria de habitats costeiros através de análises de imagens de satélite e ortofotomapas. ....	2
Figura 2: Comparação entre a batimetria resultante de análises de imagens com a batimetria mapeada através sondagem de multifeixe. ....	3
Figura 3: Resultados da classificação binomial do fundo através de imagens de satélite e ortofotomapas e sua comparação com o mapeamento através de sondagem acústica por multifeixe. ....	5
Figura 4: Classificação detalhada do tipo de substrato a partir de análise derivada de imagem. ....	5
Figura 5: Mapeamento através sondagem de multifeixe na costa sul de São Miguel. ....	6
Figura 6: Mapeamento através sondagem de multifeixe em Santa Maria. ....	7
Figura 7: Mapeamento dos habitats na Terceira. ....	8
Figura 8: Exemplos para os diferentes tipos de grutas. ....	12
Figura 9: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha de São Miguel. ....	13
Figura 10: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha de Santa Maria. ....	14
Figura 11: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha do Faial. ....	14
Figura 12: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha do Pico. ....	15
Figura 13: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha da Terceira. ....	15
Figura 14: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha de São Jorge. ....	16
Figura 15: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha do Corvo. ....	16
Figura 16: Proporção de área coberta com habitats EUNIS nível 3 por ilha e Parque Natural de Ilha. ....	20
Figura 17: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS ocorrendo na ilha de São Miguel. ....	22
Figura 18: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha de Santa Maria e nos Ilhéus das Formigas. ....	23
Figura 19: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha do Faial. ....	25
Figura 20: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha do Pico. ....	26
Figura 21: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha da Graciosa. ....	27
Figura 22: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha da Terceira. ....	28
Figura 23: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha de São Jorge. ....	30
Figura 24: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS nas ilhas de Corvo e Flores. ....	32
Figura 25: Exemplo de análise de um foto-quadrado com o software CPCe v.4.1. ....	354
Figura 26: Mapa de biótopos costeiros com o nível 5 da classificação EUNIS na ilha de São Miguel. ....	39
Figura 27: Mapas de biótopos costeiros com o nível 5 da classificação EUNIS no Faial e Pico. ....	41
Figura 28: Mapa de biótopos costeiros com o nível 5 da classificação EUNIS na ilha do Corvo. ....	421
Figura 29: Esquema da classificação de tipo de fundo. ....	44
Figura 30: Exemplos de corais e esponjas filmados. ....	46



Figura 31: Locais de monitorização com <i>remote underwater video</i> (RUV) e locais identificados como potenciais VMEs (corais/esponjas) em São Miguel.....	47
Figura 32: Locais de monitorização com <i>remote underwater video</i> (RUV) e locais identificados como potenciais VMEs (corais/esponjas) em Santa Maria.....	47
Figura 33: Locais de monitorização com <i>remote underwater video</i> (RUV) e locais identificados como potenciais VMEs (corais/esponjas) no Corvo.....	48
Figura 34: Registos de corais na carta náutica de São Miguel.....	49
Figura 35: Registos de corais na carta náutica de Santa Maria.....	51
Figura 36: Registos de corais na carta náutica do canal Faial-Pico.....	51
Figura 37: Registos de corais na carta náutica de Graciosa.....	52
Figura 38: Registos de corais na carta náutica de Terceira.....	52
Figura 39: Ocorrências de maerl conhecidas para os Açores.....	54

## Lista das Tabelas

Tabela 1: Comparação entre os mapas de habitats produzidos com diferentes tipos de imagens. ....	2
Tabela 2: Habitat protegido no Parque Natural de Ilha de Santa Maria.....	7
Tabela 3: Habitat protegido no Parque Natural de Ilha da Terceira (PNI). ....	9
Tabela 4: Ocorrência de diferentes tipos das grutas por ilha e em relação aos PNI.....	11
Tabela 5: Percentagem de grutas integradas nas áreas protegidas terrestres e marinhas do PNI.. ....	13
Tabela 6: Habitats EUNIS (níveis 3 e 4) identificados no projeto MeshAtlantic para os Açores.....	19
Tabela 7: Abundância de diferentes tipos de recife (EUNIS nível 3) até aos 200m por ilha. ....	19
Tabela 8: Área total de cada tipo de recife até aos 200m por ilha. ....	20
Tabela 9: Biótopos rochosos dos Açores.....	36
Tabela 10: Percentagem de habitat EUNIS amostrado por Parque Natural de Ilha. ....	37
Tabela 11: Representação do número de biótopos EUNIS nível 5 por estrato de profundidade.....	38
Tabela 12: Percentagem de ocorrência de espécies nos transectos por Parque Natural de Ilha.....	39
Tabela 13: Espécies identificadas nos vídeos recolhidos no Corvo, São Miguel e Santa Maria. ....	46
Tabela 14: Ocorrências de coral negro nas áreas costeiras em relação aos PNIs.....	49
Tabela 15: Habitats de categorias EUNIS listados como ameaçados e a sua presença nos Açores. ....	54
Tabela 16: Proporção de cobertura de diferentes tipos de sedimento até 200m por ilha. ....	55
Tabela 17: Área total de diferentes tipos de sedimento até as 200m por ilha.....	55



# 1. Batimetria dos fundos

## Batimetria derivada de imagens

Foi subcontratado um teste do mapeamento de habitats costeiros numa pequena área na ilha do Pico (~5km) à empresa Eomap ([www.eomap.com](http://www.eomap.com)). Este teste utilizou o método de batimetria derivada de satélite (*Satellite Derived Bathymetry*, SDB). Este método usa imagens de satélite para mapear a coluna de água através da modelação analítica de penetração de luz na coluna de água em bandas visíveis a partir de imagem hiperespectral. Neste caso foram usadas imagens de satélite WorldView2/3 com resolução fina e ainda imagens aéreas (ortofotomapas) disponibilizadas através do Governo Regional dos Açores. Os ortofotomapas estão disponíveis sem custos adicionais, enquanto as imagens de satélite de maior resolução implicam um elevado custo associado. Desta forma, foram testadas estas duas fontes de imagens distintas de forma a permitir a comparação das duas metodologias e da resultante qualidade dos resultados de forma a permitir uma avaliação do interesse e custos de um mapeamento futuro ao nível do Arquipélago.

Utilizando esta metodologia, foi possível mapear os habitats até cerca 15-18 m de profundidade (Tabela 1; Figura 1). De notar que as imagens de satélite utilizadas são mais recentes que os ortofotomapas, resultando em algumas diferenças pontuais na linha de costa (p. ex. no Porto da Madalena). De igual modo, as diferenças verificadas nas áreas de sedimento no porto da Madalena entre os dois métodos resultam também da natureza móvel dos mesmos, potencialmente associadas às obras do porto.

O mapeamento resultante das imagens de satélite parecem ter mais ruído quando comparado visualmente com o resultante dos ortofotomapas (Figuras 1-2). Ou seja, podem eventualmente ser utilizados para produzir grelhas batimétricas de 30 ou 50m de resolução mas não para mapeamentos de maiores resoluções. Pelo contrário, as análises e mapas resultantes dos ortofotomapas resultaram mais realistas (Figuras 1-2), ainda que também contenham alguns artefactos (i.e. imagens não reais) aqui considerados como de menor impacto, nomeadamente algumas flutuações detetadas com a orientação norte-sul. Estas anomalias resultam provavelmente de artefactos de luminosidade (p.ex. '*vignetting*') na aquisição dos ortofotomapas. Uma comparação analítica da batimetria estimada através das duas metodologias com a batimetria real obtida *in situ* através de multifeixe confirma esta análise, embora nenhum dos métodos reflita enviesamentos sistemáticos, já que os histogramas dos desvios de ambos métodos têm uma distribuição simétrica aproximadamente gaussiana de com média zero.

Tabela 1: Comparação entre os mapas de habitats produzidos com diferentes tipos de imagens.

Método	Resolução	Prof. máx.	Observações
Imagem de satélite	2m	~18m	Linha de costa mais recente; sem enviesamentos sistemáticos
Ortofotomapas	5m	~15m	Morfologia do fundo mais realista; sem enviesamentos sistemáticos

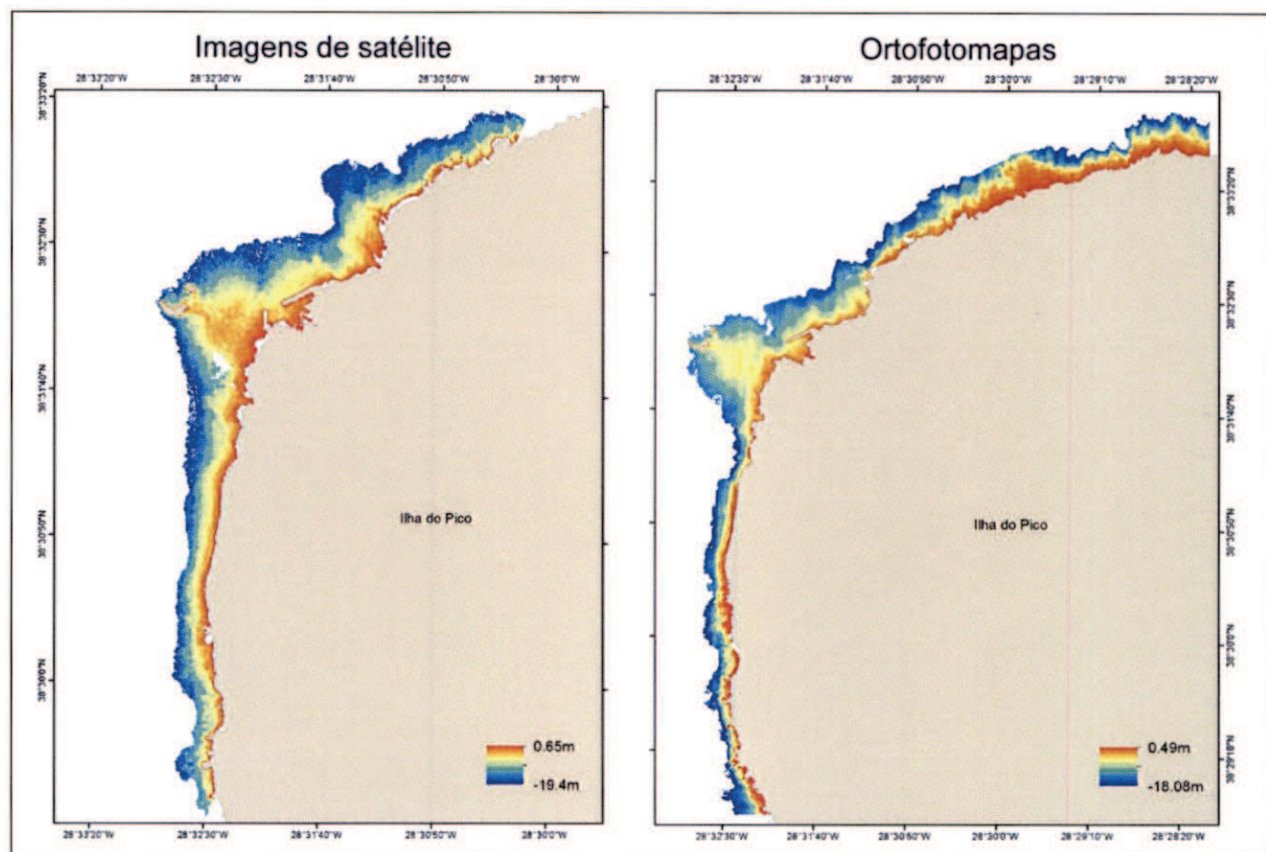


Figura 1: Batimetria fina resultante de mapeamento de habitats costeiros através de análises de imagens de satélite (esquerda) e ortofotomapas (direita).



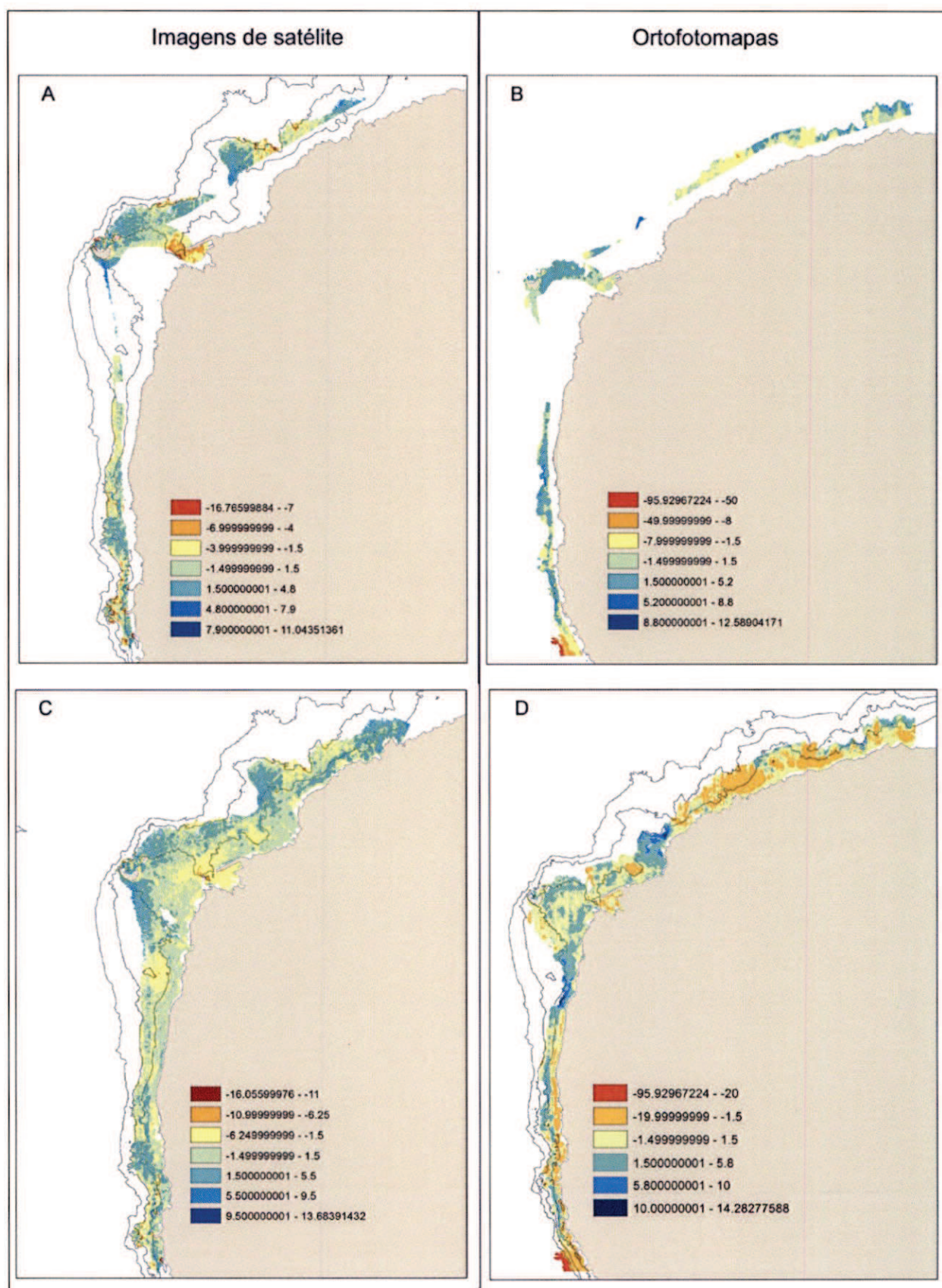


Figura 2: Comparação entre a batimetria resultante do método “batimetria derivada de satélite” (A, C) e “batimetria derivada de ortofotomapas” (B, D) com a batimetria mapeada *in situ* através sondagem de multifeixe (duas raster diferentes existentes; A/B com raster sem correções; C/D com raster com interpolações). Os valores positivos/negativos indicam sobrestimação/subestimação da batimetria remota por imagem.

De notar que a comparação da batimetria através de imagens com a batimetria acústica de multifeixe, embora muito útil, não deve ser considerada como absolutamente conclusiva, uma vez que a batimetria acústica também pode produzir artefactos. Por exemplo, o perfil de temperatura e salinidade ao longo da coluna de água (nomeadamente em zonas costeiras não estuarinas como o oceano aberto) só é medido uma vez por dia de missão num único local. É plausível que essa variação seja maior no espaço e no tempo, o que pode levar a desvios no cálculo da profundidade.

A batimetria é derivada simultaneamente com alguma informação sobre a natureza do substrato, ou seja, dos fundos marinhos. Esta informação permite a distinção primordial entre habitats rochosos e sedimentares, mas também entre algumas classes grosseiras de habitat rochoso (Figuras 3-4 Figura 4: Exemplo de classificação detalhada do tipo de substrato a partir de análise derivada de imagem (©Eomap).; ver anexo). No caso da costa do Pico foi assim possível distinguir zonas de rocha sólida (classe 1) de zonas de calhau rolado (classe 2; Figura 4). Algumas das classes (p.ex. max. 5m, calhau rolado) representam substratos móveis onde as comunidades são mais ou menos efémeras numa escala temporal sazonal. Podem se-desenvolver algas, briozoários e serpulídeos nestes habitats enquanto não chega o próximo grande temporal que vai revolver os calhaus, revirando, soterrando, ou esmagando a flora/fauna.

Desta forma, considera-se de grande utilidade uma eventual análise à escala do arquipélago. A título de exemplo, a proposta da empresa Eomap para mapear as áreas costeiras de todas as ilhas dos Açores usando imagem de satélite a uma resolução espacial de 4m totaliza 110.000 Euros (ver anexo), mas uma proposta similar com base em ortofotomapas da Região deverá ser substancialmente inferior.



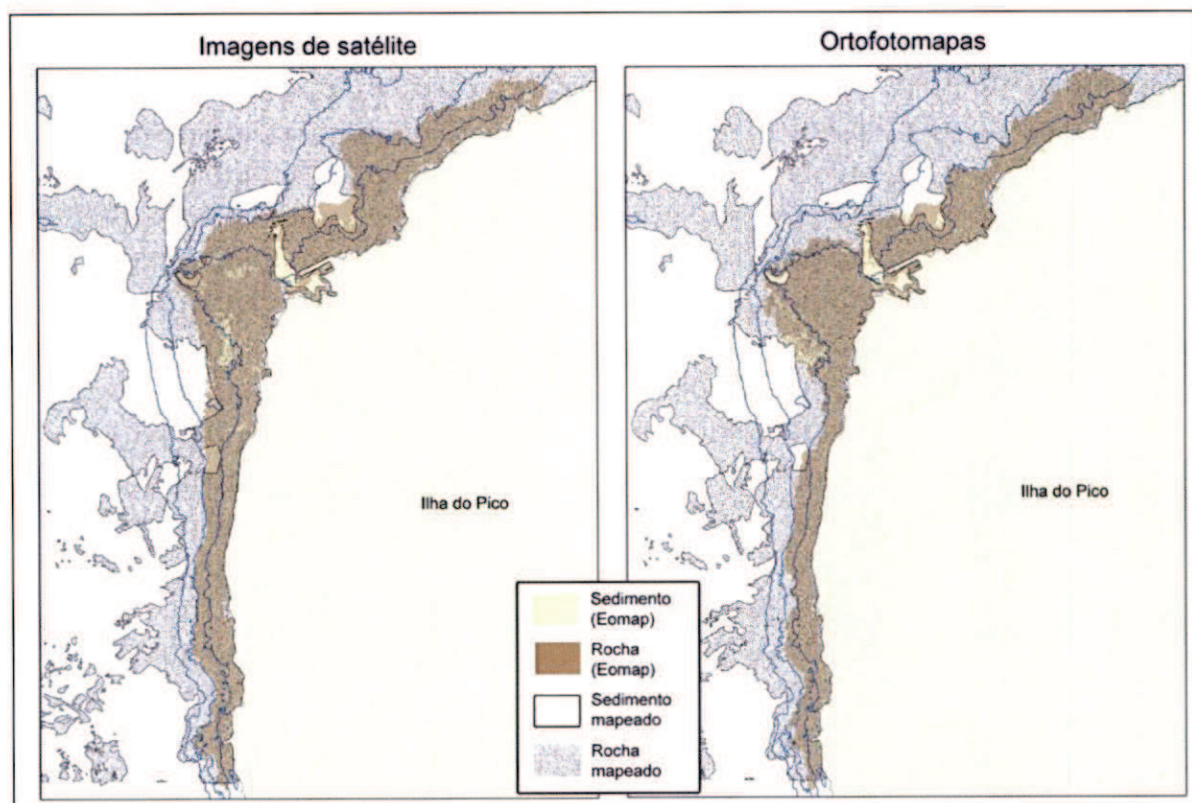


Figura 3: Resultados da classificação binomial (rocha vs. sedimento) do fundo através de imagens de satélite e ortofotomapas e sua comparação com o mapeamento através de sondagem acústica por multifeixe.

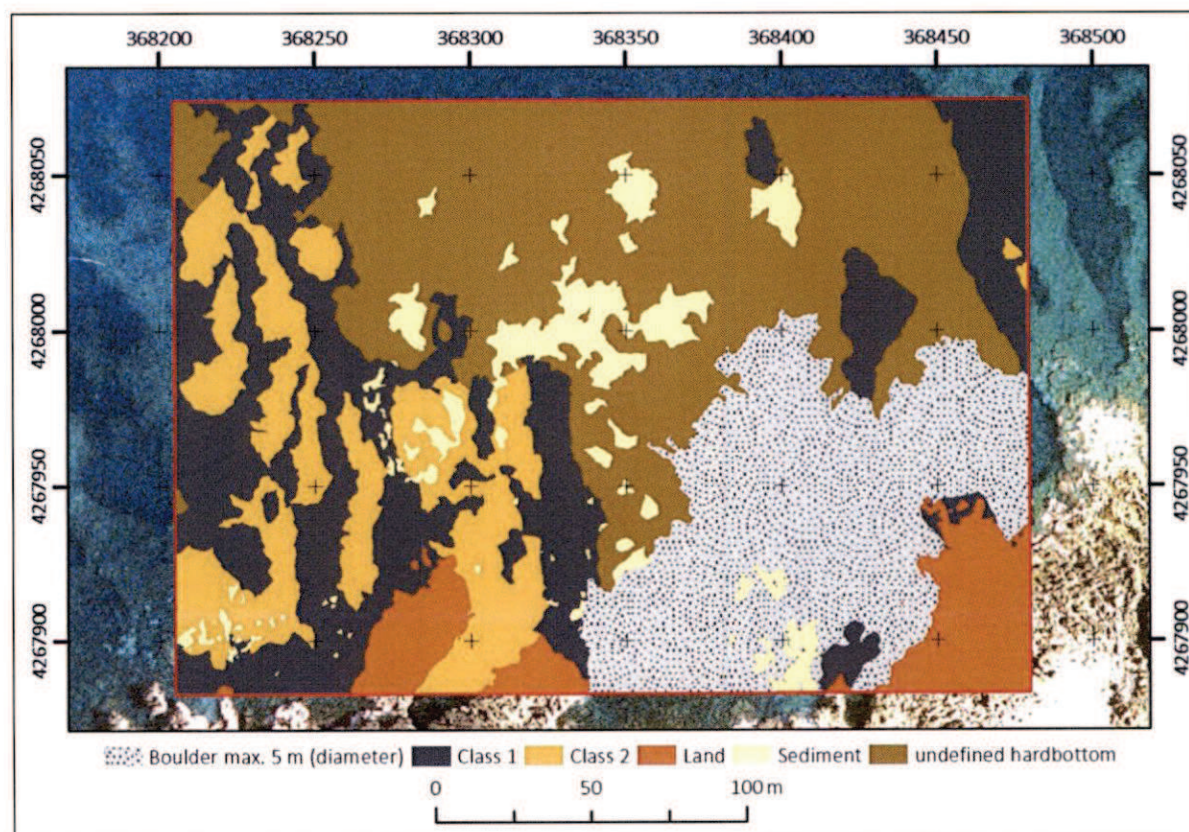


Figura 4: Exemplo de classificação detalhada do tipo de substrato a partir de análise derivada de imagem (©Eomap).



## Batimetria acústica por multifeixe

### *São Miguel*

Para aumentar o conhecimento dos habitats e assistir a escolha dos locais de amostragem na missão 2016, foram mapeados os fundos do infralitoral profundo e circalitoral na área Caloura (costa sul da ilha de São Miguel; Figura 5). A área integra-se parcialmente na "Área protegida de gestão de recursos da Caloura — Ilhéu de Vila Franca do Campo" do Parque Natural de Ilha de São Miguel. O mapeamento realizou-se com recurso a sondagem multifeixe em colaboração com o projeto PLATMAR (FCT PTDC/GEO-GEO/0051/2014).

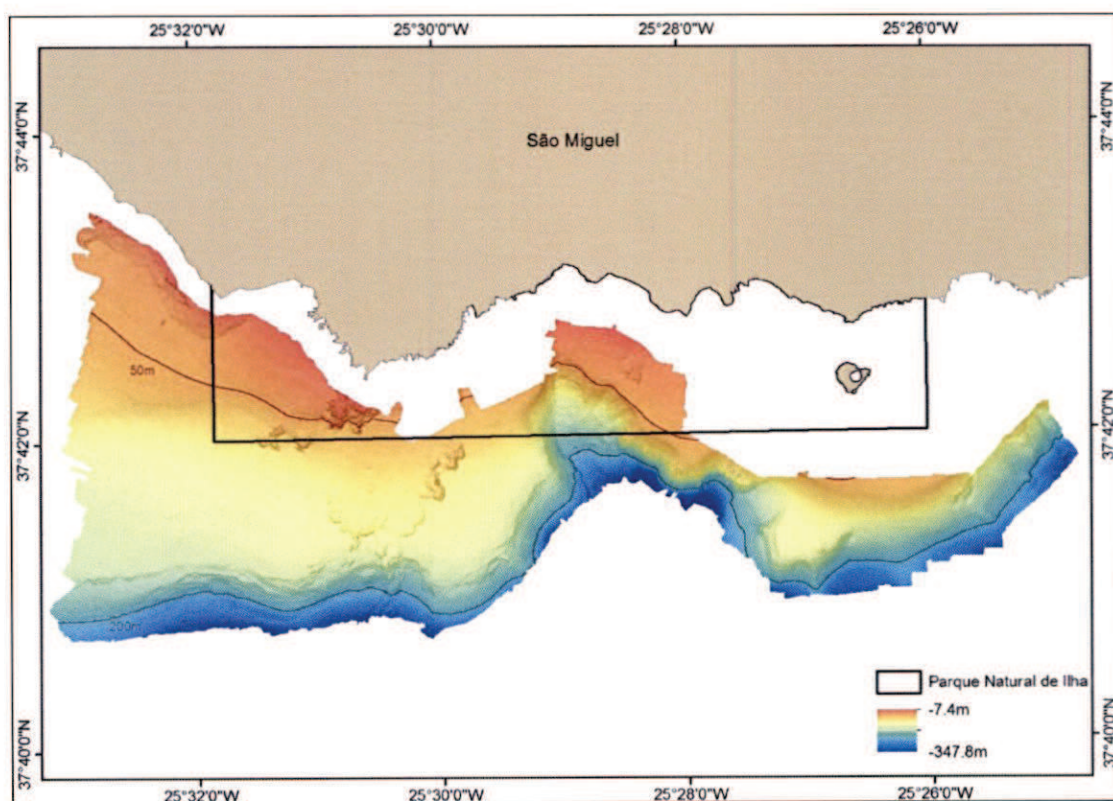


Figura 5: Mapeamento através sondagem de multifeixe na costa sul de São Miguel.

### *Santa Maria*

O mapeamento da plataforma de Santa Maria foi realizado através de multifeixe no âmbito do projeto PLATMAR (FCT PTDC/GEO-GEO/0051/2014) (Figura 6). Os resultados preliminares foram usados para apoiar o trabalho do programa BALA, nomeadamente para seleccionar locais de prospeção remota de VMEs e outros recifes biogénicos. Os dados estão ainda a ser processados e aguardam a sua publicação científica. A representatividade de diferentes tipos de habitat (costeiros versus plataforma) dentro das AMPs do PNI foi mapeada e analisada. Em comparação com a radiografia (GAMPA 2015) que usou a batimetria de



Instituto Hidrográfico o habitat costeiro (<50m) integrado na AMP Costa Norte é maior e na AMP Costa Sul menor, e o habitat plataforma (50-200m) integrado na AMP Costa Norte é menor e na AMP Costa Sul maior. As estatísticas das outras AMPs estão igual a GAMPA (2015) (Tabela 2).

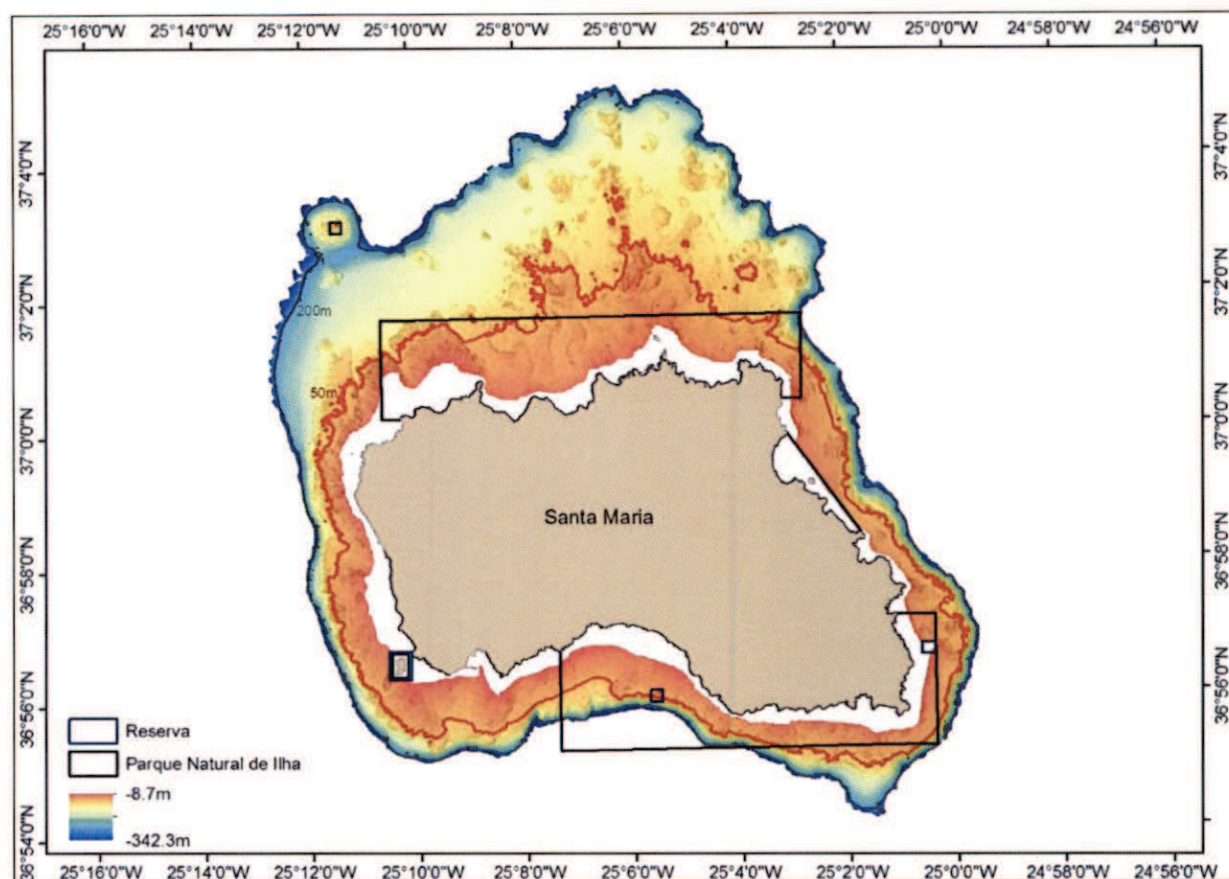


Figura 6: Mapeamento através sondagem de multifeixe em Santa Maria.

Tabela 2: Habitat protegido no Parque Natural de Ilha de Santa Maria. As percentagens referem-se ao tamanho total do PNI (esquerda) e à área total do habitat (direita, *itálico*).

Área	Habitat costeiro (<50m) PNI / Ilha	Habitat plataforma (50-200m) PNI / Ilha
Baía de São Lourenço	100,0% / 2,4% (1,8 km <sup>2</sup> )	0%
Costa Norte	91,3% / 30,9% (22,4 km <sup>2</sup> )	8,7% / 2,6% (2,1 km <sup>2</sup> )
Costa Sul	65,8% / 19,6% (14,2 km <sup>2</sup> )	13,7% / 3,7% (3,0 km <sup>2</sup> )
Ilhéu da Vila*	100,0% / 0,3% (0,2 km <sup>2</sup> )	0%

Foi usado o shapefile dos PNIs sem editar os ilhéus, excetuando para o Ilhéu da Vila onde a parte terrestre não foi considerada. As isóbatas foram editadas manualmente quando necessário. \*= categoria IUCN I.



### Terceira

A plataforma da ilha Terceira foi mapeada com multifeixe e sísmica de reflexão de alta resolução (Quartau et al. 2014) (Figura 7). Foi recalculada a representatividade de habitat costeiro (<50m) e da plataforma (50-200m) com os novos dados e comparado com os dados do Instituto Hidrográfico que foram usados na radiografia de GAMPA (2015). Uma grande parte do habitat do infralitoral até aos 50m não está mapeado, incluindo várias AMPs do PNI da Terceira, não sendo por isso possível calcular a área total de habitat costeiro. Em comparação com a radiografia (GAMPA 2015), o habitat costeiro (<50m) integrado na AMP Costa das Contendas é maior enquanto o das AMPs Ilhéus das Cabras e Monte Brasil menor. O habitat circalitoral profundo da plataforma (50-200m) integrado na AMP Costa das Contendas é menor e nas AMPs Ilhéus das Cabras e Monte Brasil maior. As áreas das restantes AMPs resultaram iguais às calculadas na radiografia (Tabela 3).

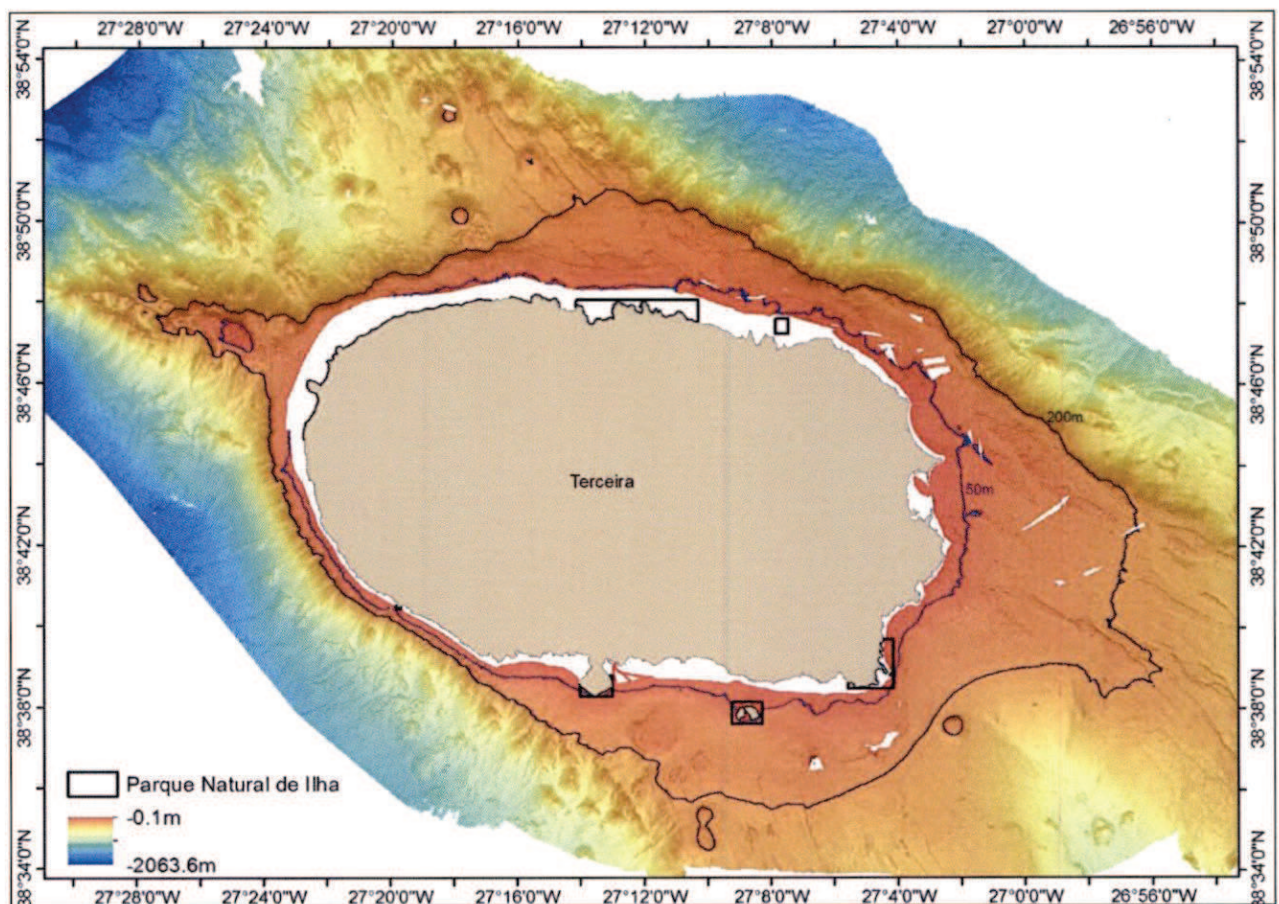


Figura 7: Mapeamento através sondagem de multifeixe e sísmica de reflexão de alta resolução na Terceira (Quartau et al. 2014).

Tabela 3: Habitat protegido no Parque Natural de Ilha da Terceira (PNI). As percentagens referem-se ao tamanho total do PNI (esquerda) e à área total do habitat (direita, *itálico*).

Área	Habitat costeiro (<50m) PNI / <i>Ilha</i>	Habitat plataforma (50-200m) PNI / <i>Ilha</i>
Baixa da Vila Nova	100,0% / 0,5% (0,4 km <sup>2</sup> )	0%
Cinco Ribeiras	100,0% / 0,04% (0,03 km <sup>2</sup> )	0%
Costa das Contendas	98,6% / <i>na</i> (1,8 km <sup>2</sup> )	1,4% / <i>na</i> (0,03 km <sup>2</sup> )
Ilhéus das Cabras	62,9% / <i>na</i> (0,7 km <sup>2</sup> )	37,1% / <i>na</i> (0,4 km <sup>2</sup> )
Monte Brasil	65,1% / <i>na</i> (0,3 km <sup>2</sup> )	34,9% / <i>na</i> (0,2 km <sup>2</sup> )
Quatro Ribeiras	100,0% / 4,3% (3,6 km <sup>2</sup> )	0%

Foi usado o shapefile dos PNIs sem editar os ilhéus. na= cálculo impossível por falta da informação.



## 2. Grutas costeiras (semi-)submersas

As grutas marinhas submersas ou semi-submersas são um habitat listado (8330) na Diretiva Habitats (92/43/CEE) e assim considerados habitats especiais. O mapeamento atual das grutas nos Açores é considerado demasiado grosseiro para ser grande utilidade, sendo necessária uma revisão da informação disponível (GAMPA 2016a). O mapeamento *in situ* das grutas semi-submersas no âmbito de subprojeto MAPAMP teve o objetivo de mapear estas grutas a uma escala mais fina e exata. Este levantamento foi realizado através de um recenseamento à volta das respetivas ilhas (mapeamento *in situ* das grutas) com o apoio de embarcação em conjunto com o programa de monitorização de aves marinhas (PNI, IMAR-UAç). As ocorrências de cavidades semi-submersas foram registadas, fotografadas, e toda a informação relevante anotada (posição e o azimute). Foi usado uma camara fotográfica com um GPS integrado para registrar a localização de cada gruta/fotografia. Esta posição foi posteriormente convertida para uma posição estimada na linha de costa utilizando as ferramentas 'Bearing distance to line' e 'Intersect' em ArcGIS 10.1 (©ESRI). Algumas posições que ainda assim apresentaram erro (p.ex. gruta em terra ou no mar) foram corrigidas manualmente usando um erro de  $\pm 10$  graus. O censo das grutas das ilhas Terceira e Flores está previsto ser efetuado em maio/junho 2017 em conjunto com os censos de aves a realizar em cooperação com os respetivos PNIs. Em paralelo, foram contactados todos os centros de mergulho (OMTs) na região para colaborar no mapeamento de grutas submersas e semi-submersas, sendo-lhes pedido para fornecer as posições e informação conhecida.

As grutas foram classificadas de acordo com o nível 3 do sistema EUNIS (categorias A1.4 "*Features of littoral rock*" ou A3.7 "*Features of infralittoral rock*" mas sendo aqui definidas 12 classes adicionais de grutas (adaptado de Garanja 2009) de forma a permitir a sua distinção a uma escala mais fina (Figura 8):

1. Arco – arco ou estrutura em forma de arco com ambas as extremidades abertas; inclui estruturas tipo túnel
2. Escarpada – erosões lineares ou entalhes/incisões poucos profundos no fundo de falésias (arribas) paralelos à superfície do mar
3. Fenda – fendas lineares nas falésias, a maioria perpendiculares à superfície do mar; distingue-se das cavernas pela sua estreita largura na abertura
4. Fenda aberta – abertura estreita em rochas sem teto; estrutura única em São Miguel
5. Fenda pequena – fendas menores dentro do "*splash zone*"; representam uma primeira fase da evolução da costa rochosa
6. Gruta
7. Gruta aberta – grutas sem teto



8. Gruta pequena – grutas menores dentro do “*splash zone*”; representa uma primeira fase da evolução da costa rochosa
9. Gruta semi-submersa
10. Gruta submersa
11. Passagem – ampla abertura descoberta/aberta entre dois penhascos; estrutura única em São Miguel
12. Túnel subaquático

No total foram identificadas 1164 grutas, cavernas ou estruturas similares nas sete ilhas amostradas (Figuras 9-15). 75% (n=879) dessas grutas estão integrados nos PNIs, incluindo áreas protegidas terrestres (n=218) e marinhas (n=661) (Tabela 4). O maior número de grutas foi registado em Santa Maria (n = 357), refletindo a elevada idade e natureza geológica distinta desta ilha. Relativamente à representatividade deste habitat nos PNIs, a ilha do Faial registou a maior percentagem de grutas dentro do PNI (95% PNI total, 84% AMPs de PNI), se excluirmos a ilha do Corvo, onde toda a costa está integrada no PNI (Tabela 5). Mesmo em São Miguel a maioria (56%) das grutas encontram-se dentro do PNI. Metade das grutas em São Jorge coincide com áreas protegidas terrestres de PNI e apenas 12% com AMPs.

Tabela 4: Ocorrência de diferentes tipos das grutas por ilha (Tot.) e em relação aos Parques Naturais de Ilha (PNIs), distinguindo-se as áreas terrestres (ter.) das marinhas (mar.). Quando uma gruta coincide com ambas áreas a sua posição foi considerada como área marinha.

	São Miguel			Santa Maria			Faial			Pico			Terceira			São Jorge			Corvo			Total		
Tipo de gruta	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter	Tot	PNI mar	PNI ter
Arco	23	12	1	9	7	1	7	7	0	12	5	4	-	-	-	13	1	8	2	2	0	66	34	14
Escarpada	14	2	0	34	28	4	3	3	0	17	5	2	-	-	-	14	0	6	1	1	0	83	39	12
Fenda	70	46	2	79	31	42	72	58	9	25	14	3	-	-	-	16	3	10	29	29	0	291	181	66
Fenda aberta	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0
Fenda pequena	6	4	0	3	2	1	18	18	0	2	2	0	-	-	-	2	1	1	3	3	0	34	30	2
Gruta	139	77	1	191	126	38	53	46	6	84	28	31	-	-	-	36	2	13	12	12	0	515	291	89
Gruta aberta	3	3	0	4	2	1	2	2	0	4	2	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	9	1
Gruta pequena	31	10	1	30	19	8	26	18	5	32	10	8	-	-	-	19	5	10	3	3	0	141	65	32
Gruta semi-submersa	-	-	-	1	1	0	-	-	-	-	-	-	2	1	0	-	-	-	-	-	-	3	2	0
Gruta submersa	1	1	0	6	4	2	-	-	-	2	0	0	5	2	0	1	0	0	-	-	-	15	7	2
Passagem	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0
Túnel subaquático	1	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0
TOTAL	290	158	5	357	220	97	181	152	20	178	66	48	7	3	0	101	12	48	50	50	0	1164	661	218

Nota: na ilha Terceira os registos baseiam-se apenas em informação dos operadores marítimos turísticos.





Figura 8: Exemplos para os diferentes tipos de grutas.



Tabela 5: Percentagem de grutas integradas nas áreas protegidas terrestres e marinhas do Parque Natural de Ilha. Caso uma gruta coincida com ambas áreas a sua posição foi considerada para a área marinha.

	São Miguel	Santa Maria	Faial	Pico	Terceira	São Jorge	Corvo
Terrestre	1.7%	27.8%	11.1%	27.0%	0.0%	47.5%	0.0%
Marinha	54.5%	61.6%	84.0%	37.1%	42.9%	11.9%	100.0%
	(n= 290)	(n= 357)	(n= 181)	(n= 178)	(n= 7)	(n= 101)	(n= 50)

Nota: na ilha Terceira os registos baseiam-se apenas em informação dos operadores marítimos turísticos.

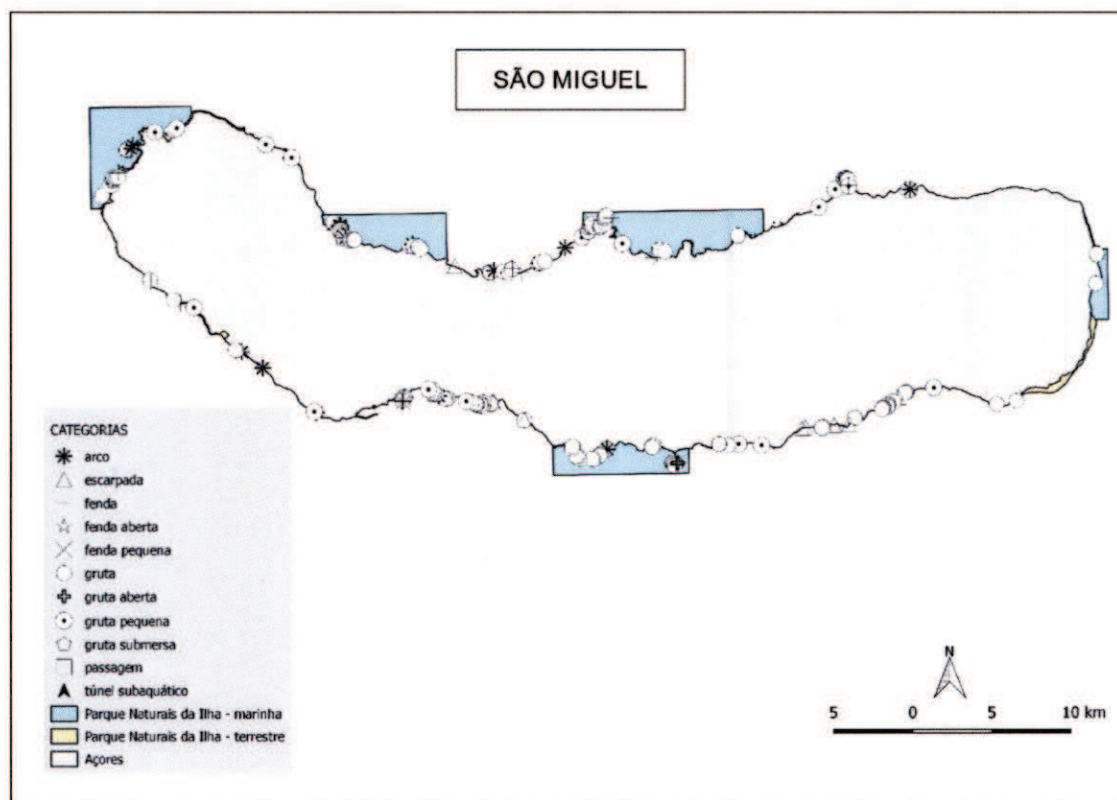


Figura 9: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha de São Miguel.

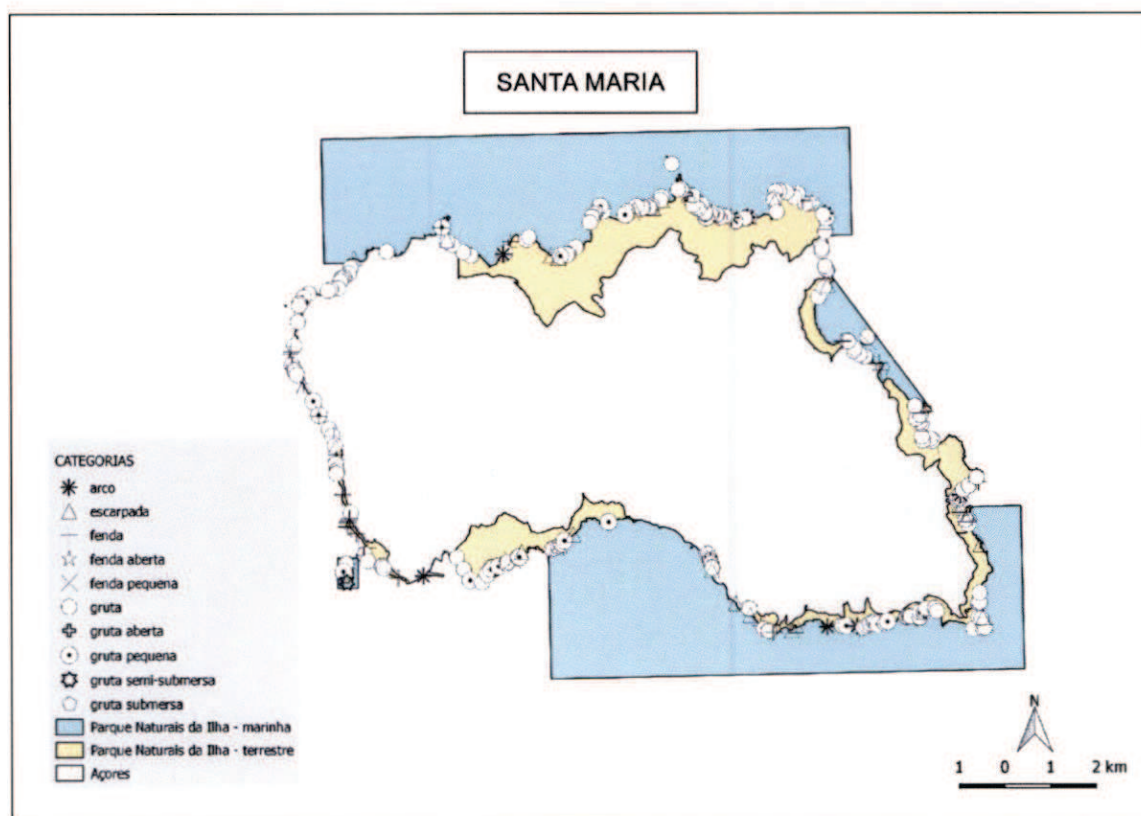


Figura 10: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha de Santa Maria.

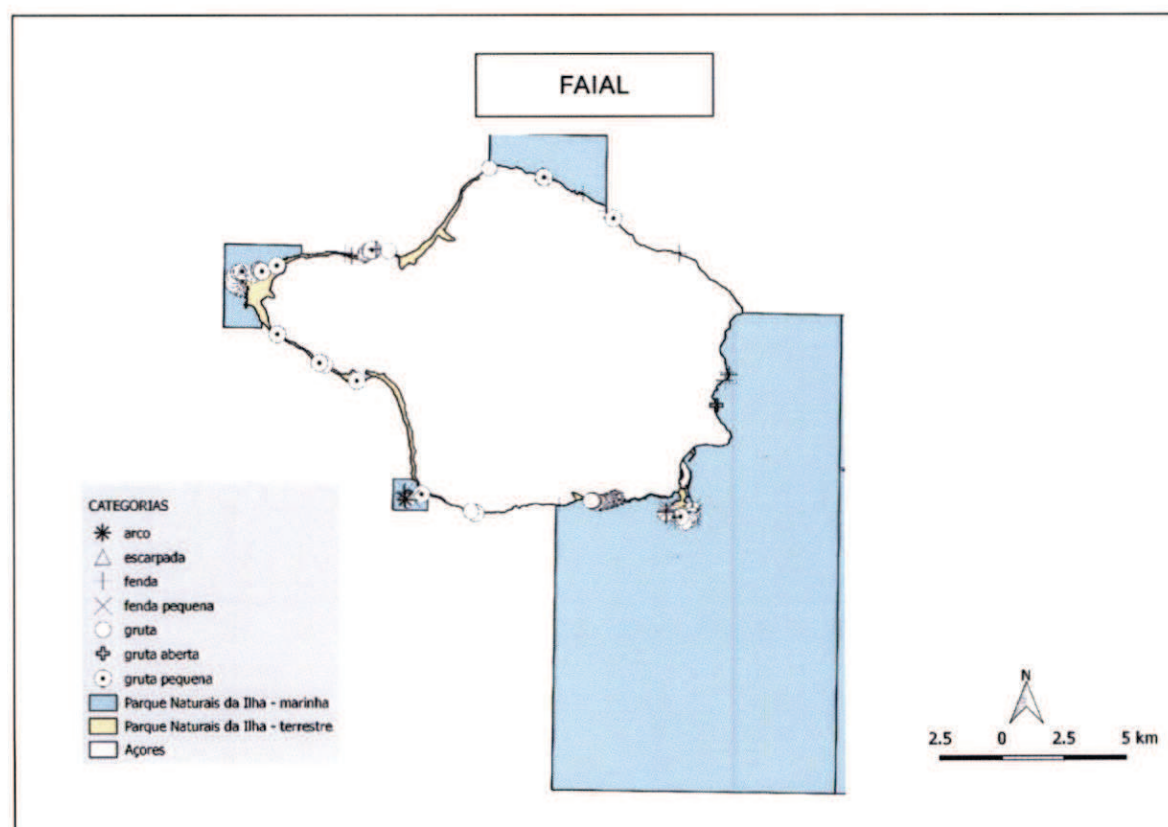


Figura 11: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha do Faial.



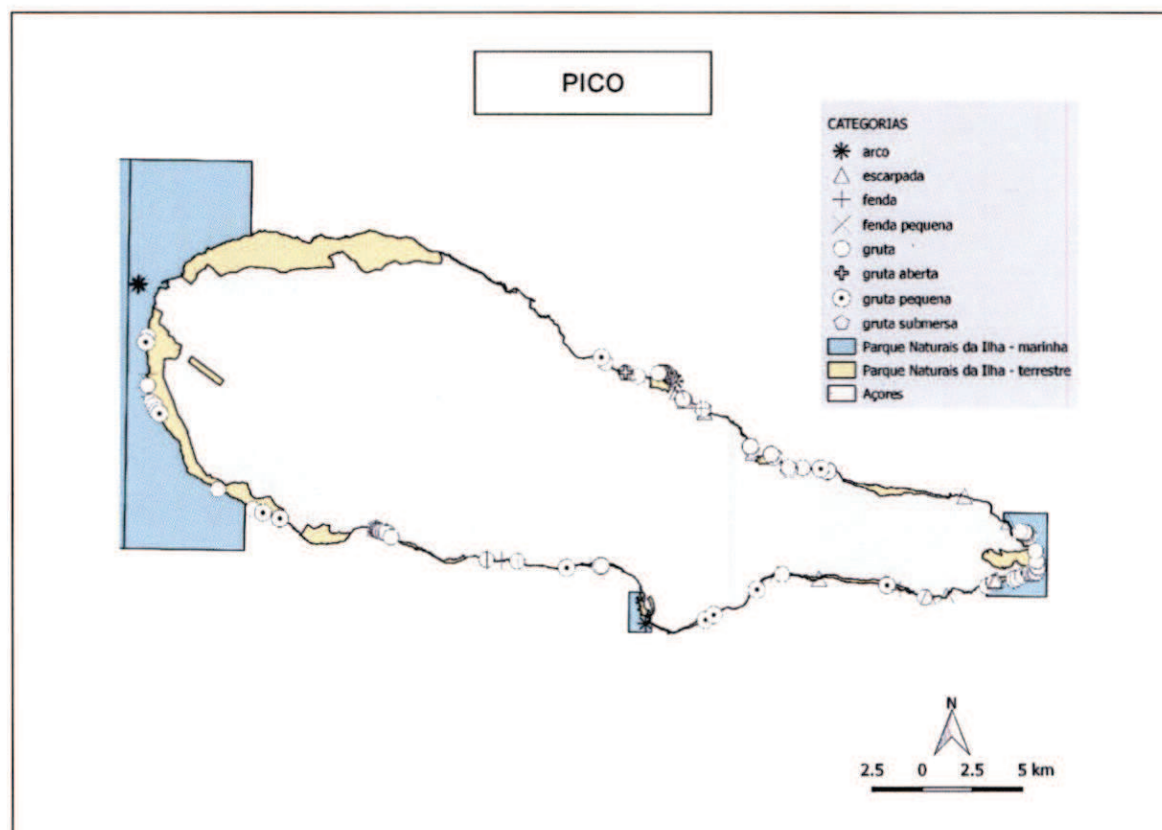


Figura 12: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha do Pico.

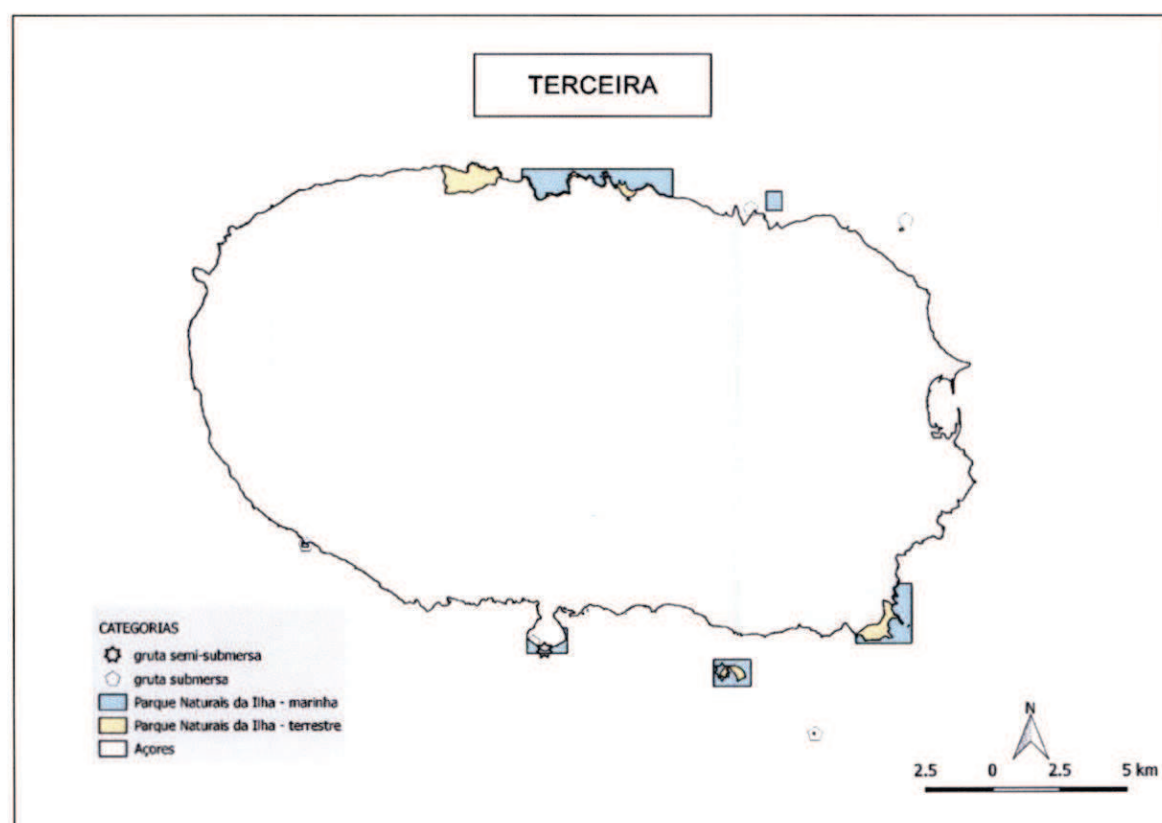


Figura 13: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha da Terceira.

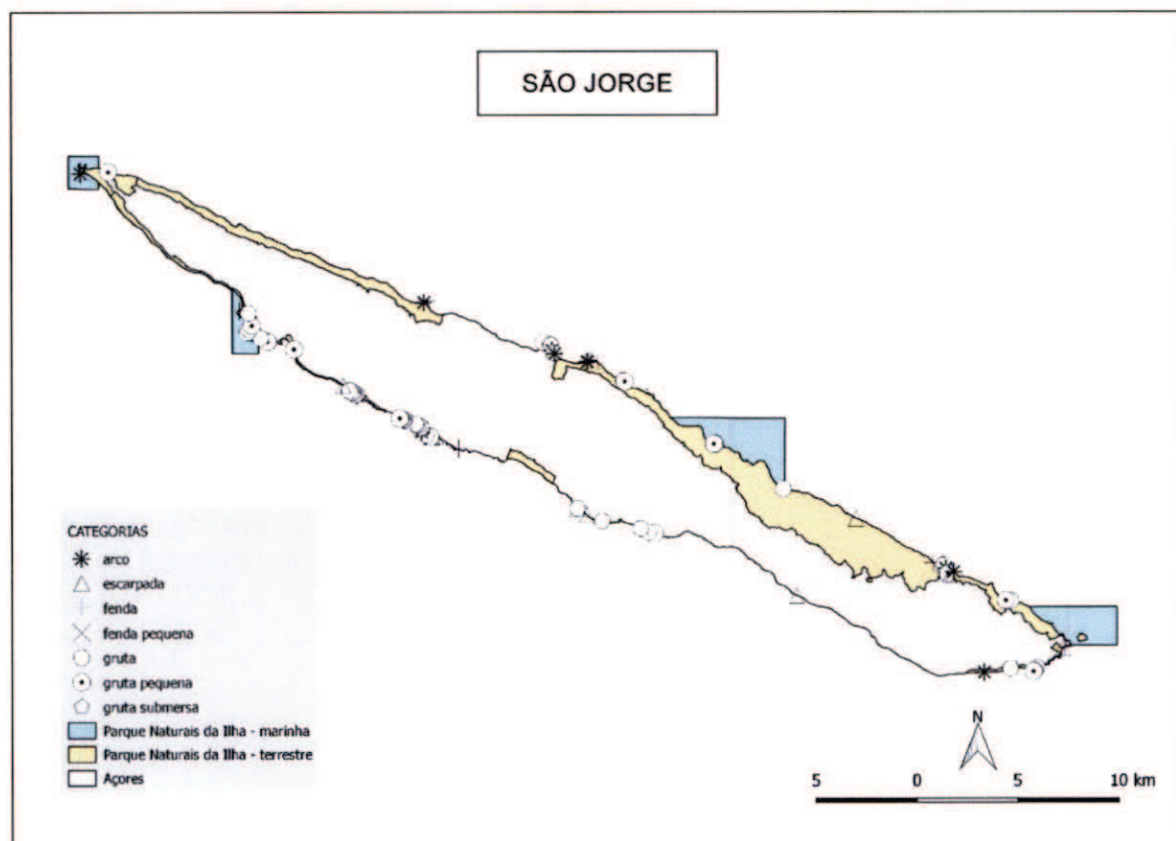


Figura 14: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha de São Jorge.

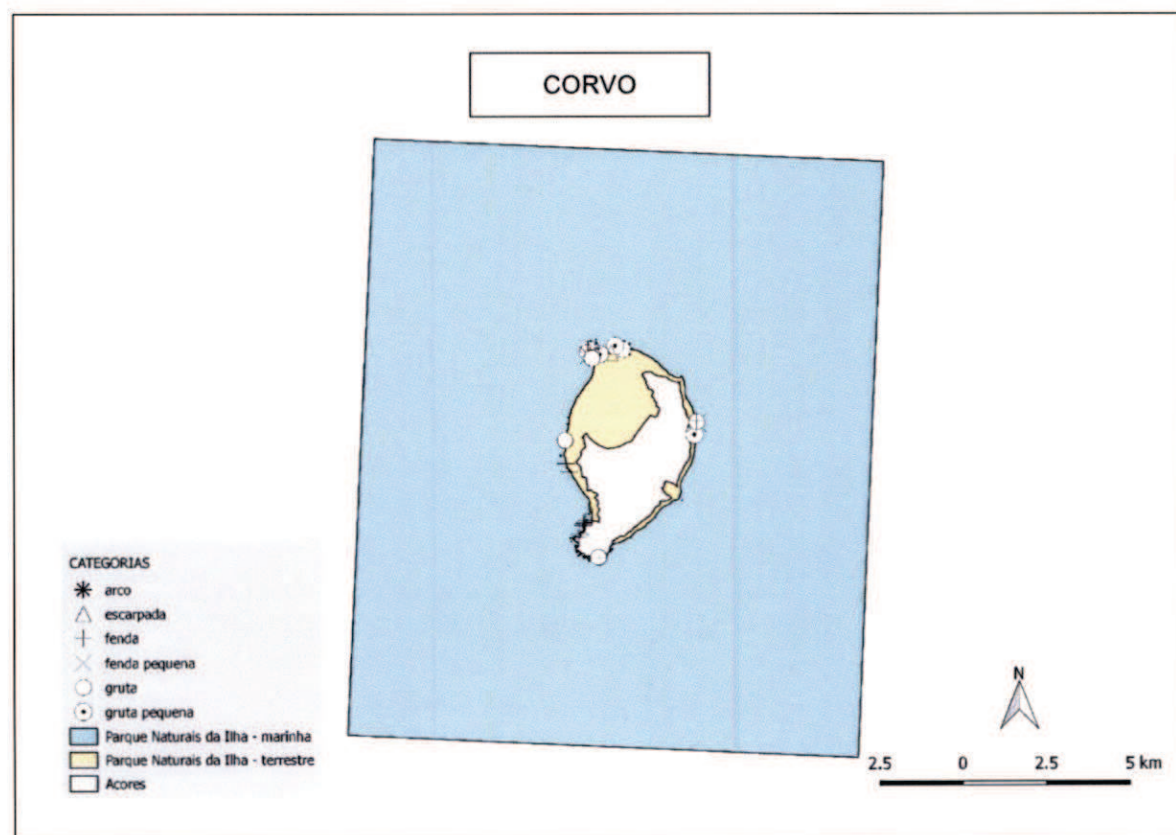


Figura 15: Mapa das grutas de diferentes tipos na ilha do Corvo.



### 3. Recifes

Os recifes podem suportar comunidades bentónicas de algas e animais muito significativas, bem como formações biogénicas, e são por isso considerados essenciais para a conservação marinha. Existe uma variedade considerável de acidentes topográficos incluídos neste complexo de habitats, tais como fontes hidrotermais, montes submarinos, paredes verticais rochosas, planos inclinados negativos, pináculos, entradas, cristas, laje inclinada ou plana, pedra quebrada, campos de seixos e campos de calhaus. A Comissão Europeia (CE; European Commission 2013) define recifes como “habitat composto por substratos sólidos, de origem biogénica ou geogénica, que emergem do fundo marinho, podendo estender-se desde o litoral até o sublitoral, e clarifica uma série de definições relativamente aos recifes:

- “Substrato compacto e solido”: rochas (incluindo rochas macias, p.ex. giz/cré) e calhau (geralmente >64mm em diâmetro).
- “Formações biogénicas”: formações (calcárias), incrustações, e campos de bivalves com origem em animais vivos ou mortos, p.ex. fundo solido biogénico com habitat suplementar para espécies epibióticas.
- “Formações de origem geogénica”: recifes formados de substratos não biogénicos.
- “Emergir do fundo marinho ” significa que o recife distingue-se topograficamente do fundo à volta.
- “Zona sublitoral e litoral”: o recife pode estender-se sem interrupção do sublitoral até o intertidal (litoral) ou pode apenas estar presente na zona de sublitoral, incluindo em águas profundas.
- Os substratos duros cobertos por uma camada fina e móvel de sedimento são classificados como recifes se o biota associado depende do substrato duro em vez do sedimento supérfluo.
- A integridade da unidade ecológica deve ser respeitada na seleção de sítios nas áreas onde exista uma zonation contínua de comunidades sublitorais e litorais.
- Este complexo de habitat integra uma variedade de características topográficas de subtidal, tais como: fontes hidrotermais, montes submarinos, paredes verticais rochosas, campos de calhau, ressaltos horizontais, laje inclinada ou plana, e outros.

Outras categorias que correspondem ao termo recife incluem (European Commission 2013):

- A convenção de Barcelona: “*Biocenosis of supralittoral rock* (I.4.1.)”, “*Biocenosis of the upper mediolittoral rock* (II.4.1.)”, “*Biocenosis of the lower mediolittoral rock* (II.4.2.)”, “*Biocenosis of infralittoral algae* (III.6.1.)”, “*Coralligenous* (IV.3.1.)”, “*Biocenosis of shelf-edge rock* (IV.3.3.)”, “*Biocenosis of deep sea corals present in the Mediterranean bathyal* (V.3.1.)”.
- A classificação EUNIS: tipos relevantes dentro das categorias A1, A2.7, A3, A4, A5.6, A6.1, A6.6, A6.7.



Os recifes podem estar associados a outros tipos de habitats da Diretiva Habitats, nomeadamente “falésias com vegetação” (habitats 1230, 1240 e 1250), “bancos de areia permanentemente cobertos por água do mar” (habitat 1110), e “grutas marinhas” (habitat 8830). Os recifes também podem fazer parte do habitat 1130 “estuários” e do habitat 1160 “enseadas e baías pouco profundas” (European Commission 2013).

A definição de recifes na Diretiva Habitats cobre em teoria todos os tipos de habitat rochoso que existem nos Açores. No arquipélago os recifes variam tipicamente entre paredes verticais, ressaltos horizontais, cristas, laje inclinada ou plana e campos de calhaus rolados de pequenas e médias dimensões. Exemplos de espécies típicas de recifes na região da Macaronésia incluem (European Commission 2013):

- Vegetação – campos de *Cystoseira/Sargassum* com uma mistura de outras algas vermelhas (Gelidiales, Ceramiales), algas castanhas (Dictyotales) a algas verdes (Siphonales, Siphonocladales).
- Animais que formam recifes biogénicos – corais (Dendrophilia, Anthiphatas), serpulidae, polychaeta, esponjas, hydrozoa e briozoários junto com bivalves (Sphondyllus, Pinna).
- Animais que não formam recifes biogénicos – gorgonacea, hydrozoas, briozoários e esponjas, e diversas espécies móveis, incluindo crustáceos, moluscos (cefalópodes) e peixes.

Neste trabalho foi avaliada a representatividade dos diferentes tipos de recifes em todo o arquipélago, usando a classificação EUNIS e as ‘layers’ preditivas de habitats criadas durante o projeto MeshAtlantic (IMAR, Universidade Açores). Os mapas são produtos *top-down*, em que a partir de três ou quatro layers sobre substrato, exposição a ondulação, penetração da luz e profundidade se faz uma segmentação do fundo (Vasquez et al. 2015; ver também GAMPA 2016a para uma discussão das layers). Os mapas usam principalmente o nível 3 de EUNIS, e apenas em algumas áreas com sedimento o nível 4. Existem seis diferentes tipos de recifes de acordo com a classificação EUNIS que foram modelados no âmbito do MeshAtlantic (Tabela 6). Em geral, estes mapas não oferecem informação para cerca 7% dos habitats costeiros e da plataforma (<200m), com a exceção das ilhas do Corvo e São Jorge, para as quais a falta de dados é superior. Um outro resultado do MeshAtlantic foi a identificação de vários novos tipos de habitats, tendo em conta a distinção da região biogeográfica de Macaronésia (Tempera et al. 2013).

Foi calculada a área total e a proporção de cada habitat na área costeira de cada ilha (<200m; usando a informação do Instituto Hidrográfico), e a representatividade (em percentagem) de cada tipo de recife (EUNIS nível 3) dentro dos PNIs. As ilhas Faial e Pico foram consideradas em conjunto, uma vez que partilham a mesma plataforma e os recifes no canal entre as ilhas aumentam a conectividade biológica entre as ilhas. Os ilhéus das Formigas pertencem ao PNI de Santa Maria mas foram considerados separadamente porque o seu habitat é muito distinto e diferente das áreas costeiras. Habitats cobrindo menos de 5% da área até aos 200m foram classificados como “menos comum”. Quanto à sua



representatividade foram classificados de acordo com as recomendações OSPAR (Jackson et al. 2009) como “ausente”= 0%, “mínimo”= <20%; “satisfatória”= 20-30%, “boa”= 30-40% ou “excelente”= >40%.

Tabela 6: Habitats EUNIS (níveis 3 e 4) identificados no projeto MeshAtlantic para os Açores (recifes a cinzento).

Habitat			EUNIS nível 3	EUNIS nível
Rocha	Infralitoral	Energia alta	A3.1	-
	Infralitoral	Energia	A3.2	-
	Infralitoral	Energia baixa	A3.3	-
	Circalitoral	Energia alta	A4.1	-
	Circalitoral	Energia	A4.2	-
	Circalitoral	Energia baixa	A4.3	-
Sedimento grosso	Sublitoral	-	A5.1	-
	Infralitoral	-	A5.1	A5.13
	Circalitoral	-	A5.1	A5.14
	Circalitoral profundo	-	A5.1	A5.15
Areia	Sublitoral	-	A5.2	-
Areia enlameada	Infralitoral	-	A5.2	A5.24
	Circalitoral	-	A5.2	A5.26
Areia	Circalitoral profundo	-	A5.2	A5.27
Lama	Sublitoral	-	A5.3	-
Lama arenosa	Infralitoral	-	A5.3	A5.33
	Circalitoral	-	A5.3	A5.35
Sedimento misto	Sublitoral	-	A5.4	-
	Infralitoral	-	A5.4	A5.43
	Circalitoral	-	A5.4	A5.44
	Circalitoral profundo	-	A5.4	A5.45

Tabela 7: Abundância (% de cobertura) de diferentes tipos de recife (EUNIS nível 3) até aos 200m por ilha. Os habitats menos comuns (cobertura <5%) estão indicados em vermelho (adaptado de Solleliet-Ferreira 2016).

EUNIS 3	Corvo	Flores	Faial & Pico	Graciosa	São Jorge	Terceira	São Miguel	Santa Maria	Formigas	Azores
A3.1	6,12	16,64	25,03	11,58	7,65	14,56	18,54	21,27	3,13	16,62
A3.2	15,18	6,47	10,79	1,38	16,62	5,54	5,34	2,42	16,10	7,27
A3.3	7,67	0,70	3,92	<0,01	2,44	0,65	0,61	0,31	3,08	1,38
A4.1	0,01	0,03	0,98	0,12	0,16	0,14	0,06	0,08	0,23	0,22
A4.2	1,56	1,78	1,01	0,23	2,53	1,30	1,58	0,45	1,93	1,40
A4.3	29,13	38,51	25,66	3,66	37,55	17,52	8,88	2,46	26,14	19,88



Tabela 8: Área total (em km<sup>2</sup>) de cada tipo de recife (EUNIS habitat nível 3) até aos 200m por ilha. As cores mostram a representatividade do habitat dentro dos Parques Naturais de Ilha (adaptado de Solleliet-Ferreira 2016).

EUNIS 3	Corvo	Flores	Faial & Pico	Graciosa	São Jorge	Terceira	São Miguel	Santa Maria	Formigas
A3.1	1,952	45,729	63,838	15,582	13,442	45,685	85,725	26,314	0,898
A3.2	4,837	17,776	27,520	1,852	29,194	17,401	24,667	2,989	4,622
A3.3	2,444	1,931	9,989	0,005	4,291	2,045	2,801	0,383	0,883
A4.1	0,002	0,086	2,488	0,168	0,279	0,439	0,275	0,105	0,067
A4.2	0,497	4,893	2,573	0,311	4,446	4,068	7,292	0,558	0,555
A4.3	9,281	105,828	65,431	4,929	65,970	54,972	41,067	3,047	7,506
Representatividade habitat PNI	0% Ausente	<20% Minimal	20-30% Satisfatória	30-40% Boa	>40% Excelente				

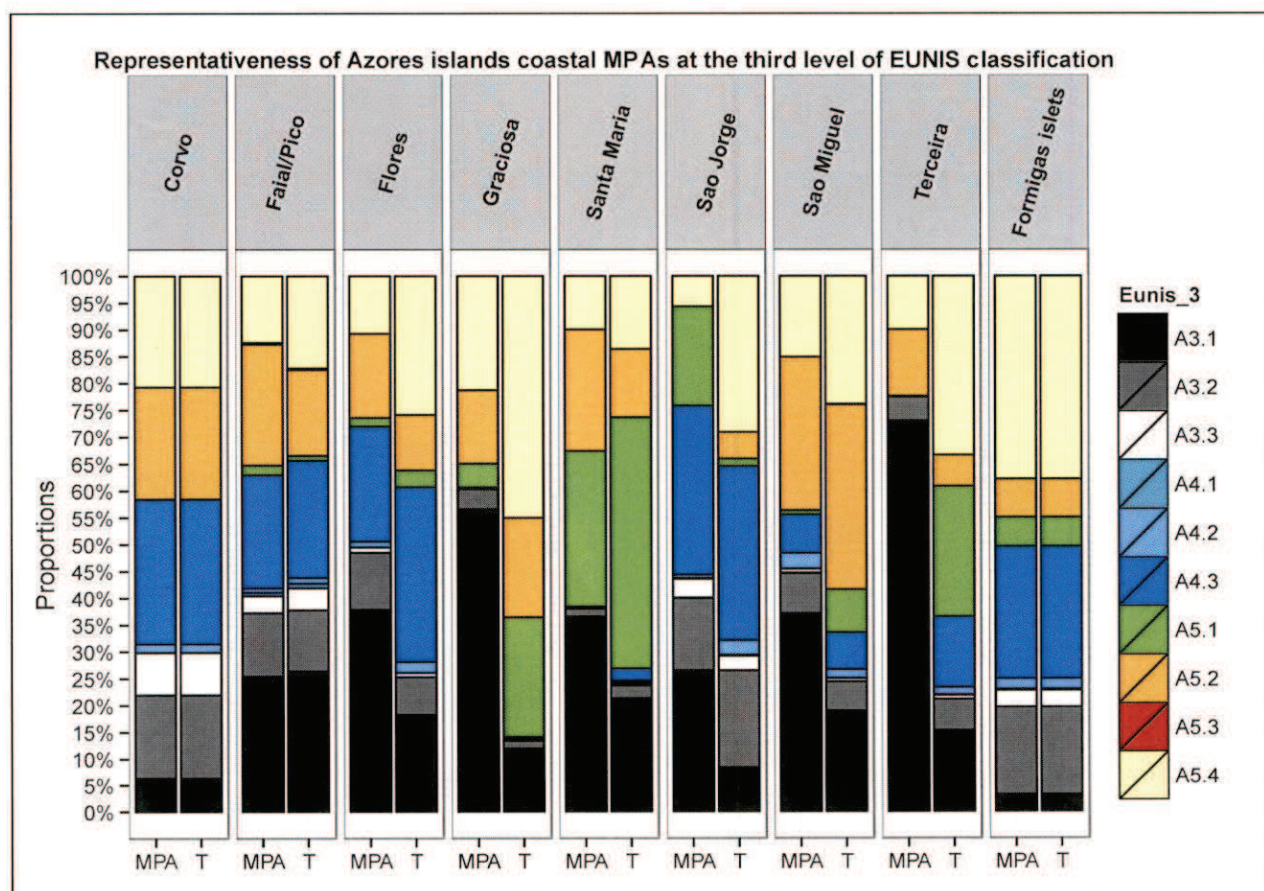


Figura 16: Proporção de área coberta por habitat (EUNIS nível 3) dentro de Parque Natural de Ilha (MPA) e a volta da ilha toda (T), até aos 200m. Habitats das categorias A3.x e A4.x representam recifes, e habitats da categoria A5.x representam sedimentos. (Reprodução de Solleliet-Ferreira 2016).



### *São Miguel*

Na área costeira (<200m) de São Miguel ocorrem seis diferentes tipos de recifes (EUNIS nível 3) dos quais três foram considerados “menos comum” por cobrirem menos de 5% da área total (Tabela 7: Abundância (% de cobertura) de diferentes tipos de recife (EUNIS nível 3) até aos 200m por ilha. Os habitats menos comuns (cobertura <5%) estão indicados em vermelho (adaptado de Solleliet-Ferreira 2016).Tabela 7):

- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 0,61% da área e cobre 2,80 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,06% da área e cobre 0,28 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 1,58% da área e cobre 7,29 km<sup>2</sup>.

O habitat A3.2 (“*Moderate energy infralittoral rock*”) está ligeiramente acima deste limite com 5,34% da área. O habitat com a maior extensão é do infralitoral (A3.1, “*High energy infralittoral rock*”) com uma área total de 18,54 km<sup>2</sup>. Metade dos habitats atingem representatividade satisfatória dentro do PNI (A3.1, A4.1, A4.2), enquanto a outra metade está minimamente representada (Tabela 8, Figuras 16-17).

### *Santa Maria*

O habitat rochoso costeiro de maior extensão em Santa Maria ocupa um total de 26,31 km<sup>2</sup> (A3.1) que representa 21% da área até aos 200m. Pelo contrário, os restantes cinco habitats foram considerados “menos comum” e cobrem menos de 5% da área (Tabela 7, Figura 18).

- O habitat A3.2 (“*Moderate energy infralittoral rock*”) representa 2,42% da área e cobre 2,99 km<sup>2</sup>;
- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 0,31% da área e cobre 0,38 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,08% da área e cobre 0,11 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 0,45% da área e cobre 0,56 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.3 (“*Low energy circalittoral rock*”) representa 2,46% da área e cobre 3,05 km<sup>2</sup>.

Apenas dois dos habitats atingem representatividade boa (A3.2) ou excelente (A3.1) dentro do PNI de S Maria enquanto os restantes têm representatividade mínima (<20%) ou nula (A3.3).

### *Ilhéus das Formigas*

A extensão dos diferentes tipos de recifes costeiros no banco das Formigas (<200m) varia entre uns meros 0,07km<sup>2</sup> (A4.1) até 7,51 km<sup>2</sup> (A4.3). A maioria destes recifes foi considerada como “menos comum”, com uma extensão inferior a 5% da área até aos 200m de profundidade (Tabela 7, Figura 18):

- O habitat A3.1 (“*High energy infralittoral rock*”) representa 3,13% da área e cobre 0,898 km<sup>2</sup>;
- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 3,08% da área e cobre 0,883 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,23% da área e cobre 0,068 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 1,9% da área e cobre 0,55 km<sup>2</sup>.



Uma vez que toda a área até aos 200m nas Formigas está integrada no PNI de Santa Maria, não se aplica o cálculo da representatividade. Todos os habitats têm automaticamente uma representatividade de 100%.

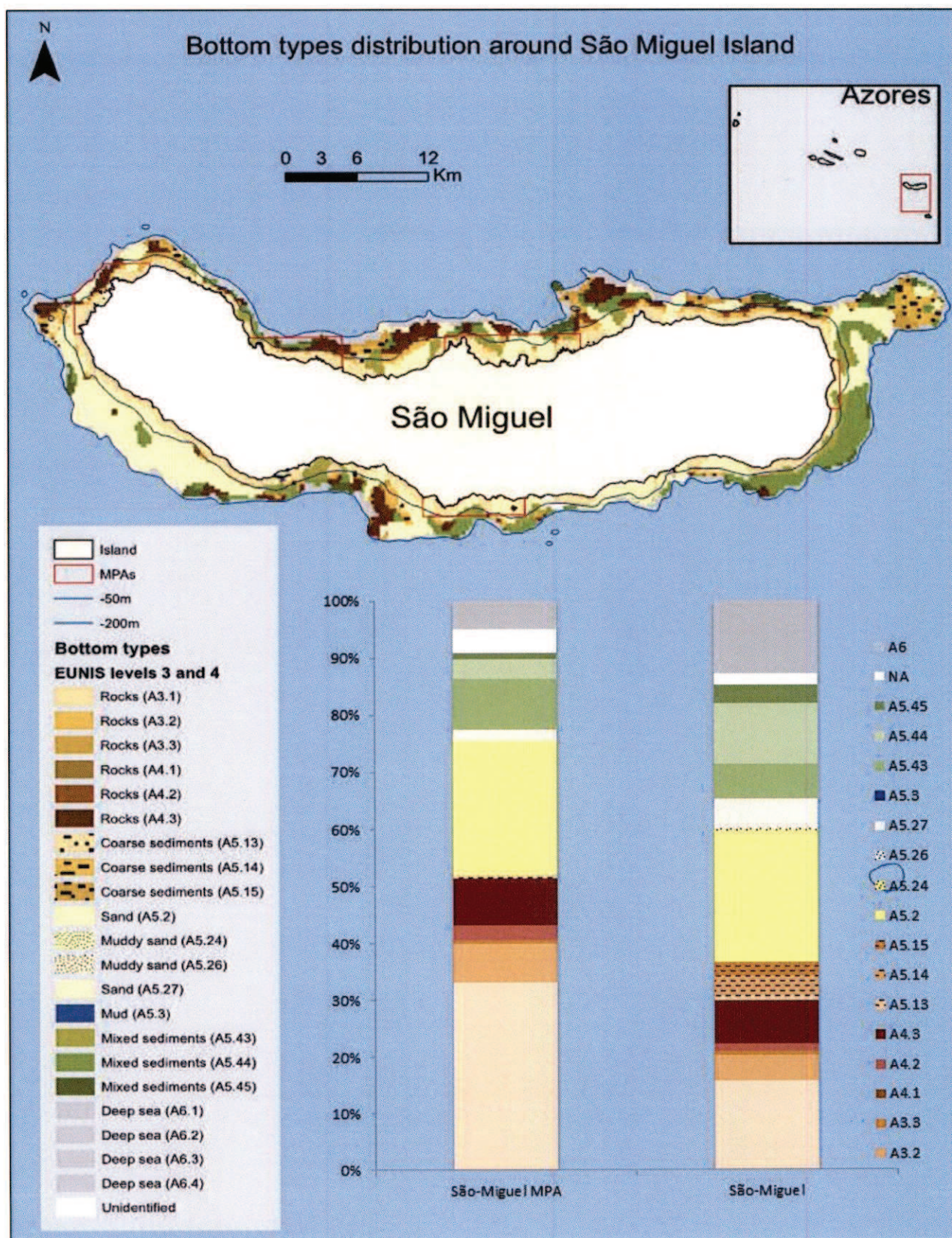


Figura 17: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS ocorrendo na ilha de São Miguel, e suas proporções na área costeira total (<200m) e no Parque Natural de Ilha (MPA) (Solleliet-Ferreira 2016).



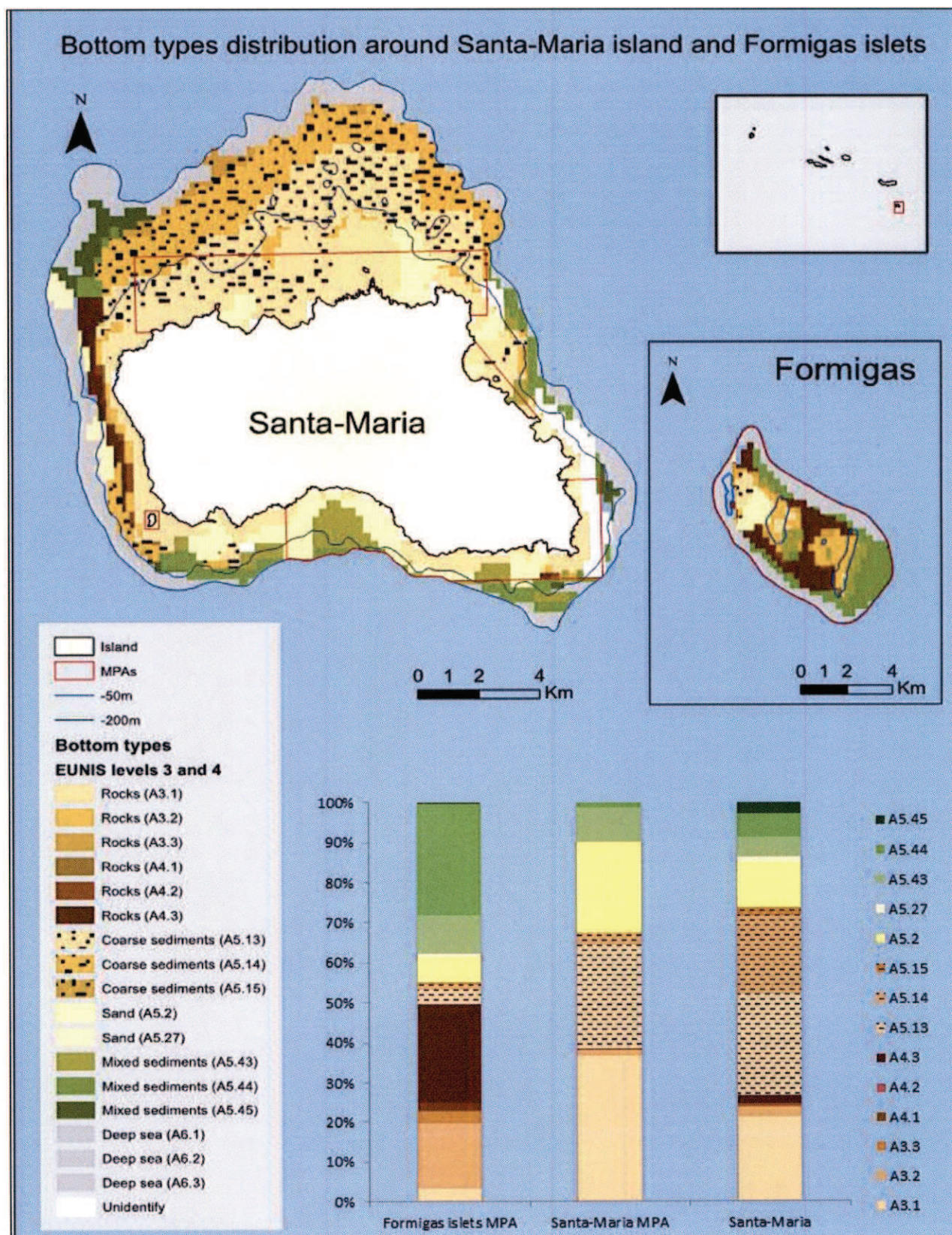


Figura 18: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha de Santa Maria e nos Ilhéus das Formigas e as suas proporções na área costeira (<200m) e no Parque Natural de Ilha (MPA). (Solleliet-Ferreira 2016).



### *Faial e Pico*

Três dos recifes costeiros que ocorrem no Faial/Pico foram classificados como “menos comum” (Tabela 7):

- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 3,92% da área e cobre 9,99 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,98% da área e cobre 2,49 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 1,01% da área e cobre 2,57 km<sup>2</sup>.

Os habitats A3.1 e A4.3 ocorrem em aproximadamente um quarto da área a volta da ilha (<200m) e cada habitat cobre >60km<sup>2</sup>. A representatividade dos recifes dentro dos PNIs Faial e Pico é de boa (A3.3, A4.2) a excelente (4 habitats) (Figuras 16, 19-20). Esta alta representatividade resulta da grande AMP no canal entre Faial e Pico e da cobertura do PNI Faial. Todos os recifes estão pelo menos cinco vezes replicados na unidade Faial/Pico, ou seja, cada tipo de recife encontra-se pelo menos em cinco diferentes sítios.

### *Graciosa*

Cinco dos seis tipos de recife costeiro presentes na Graciosa foram considerados como “menos comum” (Tabela 7, Figura 21), todos de extensão inferior a 5km<sup>2</sup>:

- O habitat A3.2 (“*Moderate energy infralittoral rock*”) representa 1,38% da área e cobre 1,85 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,12% da área e cobre 0,17 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 0,24% da área e cobre 0,31 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.3 (“*Low energy circalittoral rock*”) representa 3,66% da área e cobre 4,93 km<sup>2</sup>.

Apenas o habitat A3.1 (“*High energy infralittoral rock*”) cobre uma área maior, de 15,58 km<sup>2</sup>. Este tipo de habitat também é o único com uma representatividade satisfatória (25,26%) no PNI enquanto os habitats A3.2 e A4.2 tem uma representatividade mínima (<20%). Os habitats A4.1 e A4.3 (“*High / low energy circalittoral rock*”) não estão representados no PNI (Figura 21).

### *Terceira*

Metade dos seis tipos de recife presente na Terceira estão considerados “menos comum” uma vez que cobrem menos do que 5% da área até as 200m (Tabela 7, Figura 22):

- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 0,65% da área e cobre 2,05 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,14% da área e cobre 0,44 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 1,30% da área e cobre 4,06 km<sup>2</sup>.

O habitat A3.2 (“*Moderate energy infralittoral rock*”) está ligeiramente a cima deste limite (5,54%).



A representatividade dos recifes dentro de PNI é mínima para quatro habitats e ausente para dois.

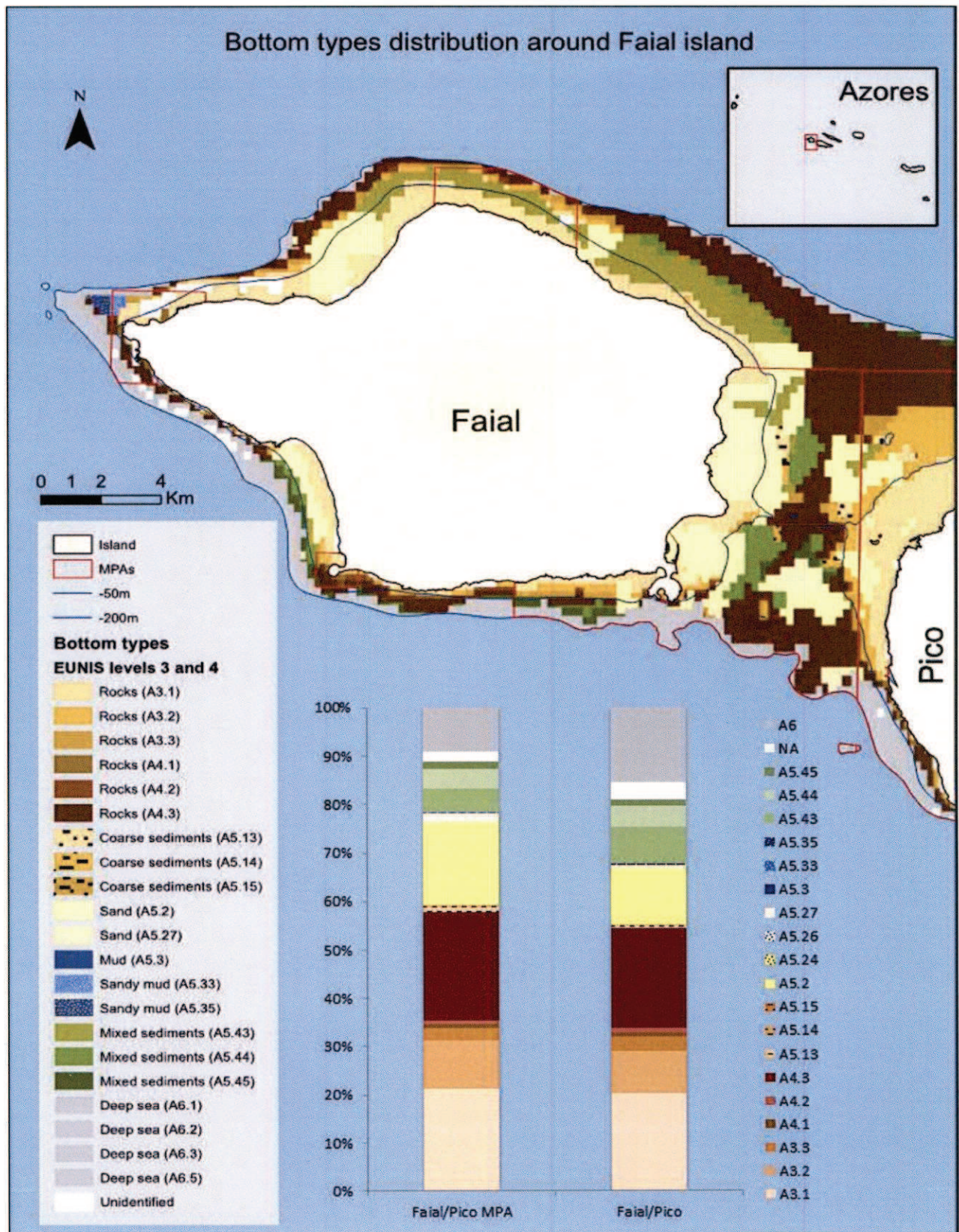


Figura 19: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha do Faial e as suas proporções na área costeira (<200m) e no Parques Naturais de Ilha Faial e Pico (MPA) (Solleliet-Ferreira 2016).



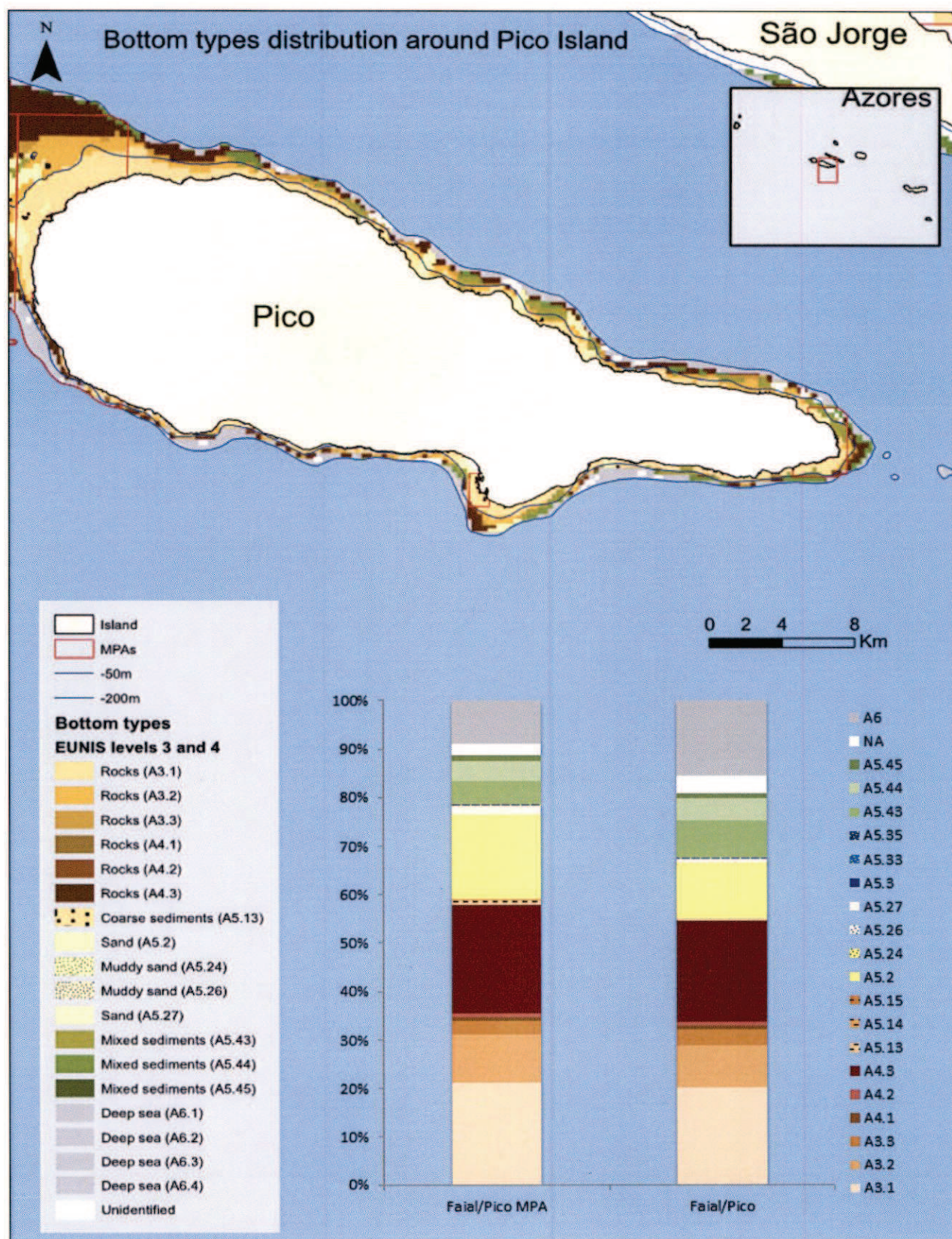


Figura 20: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha do Pico e as suas proporções na área costeira (<200m) e nos Parques Naturais de Ilha Faial e Pico (MPA) (Solleliet-Ferreira 2016).



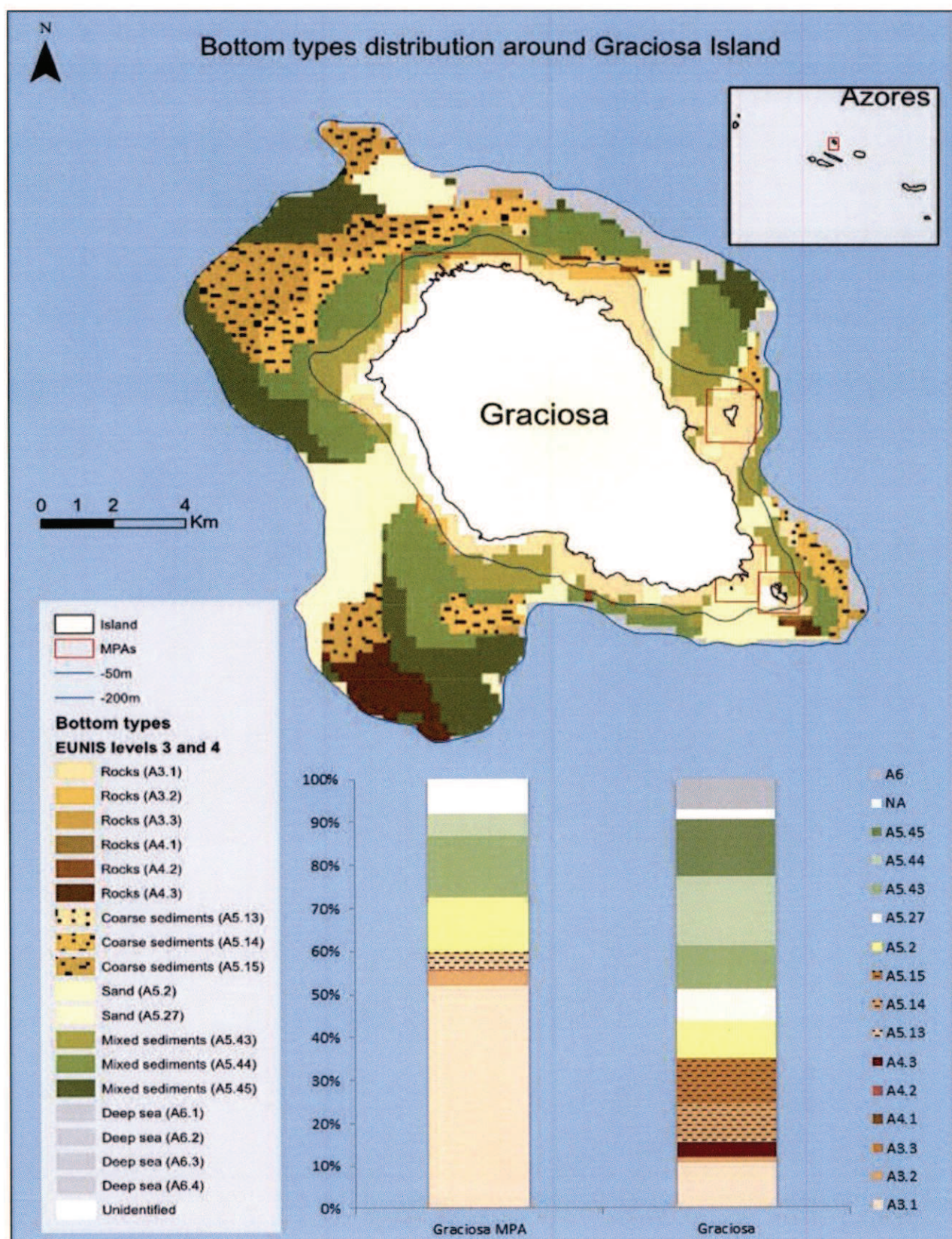


Figura 21: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha da Graciosa e as suas proporções na área costeira (<200m) e no Parque Natural de Ilha (MPA) (Solleliet-Ferreira 2016).



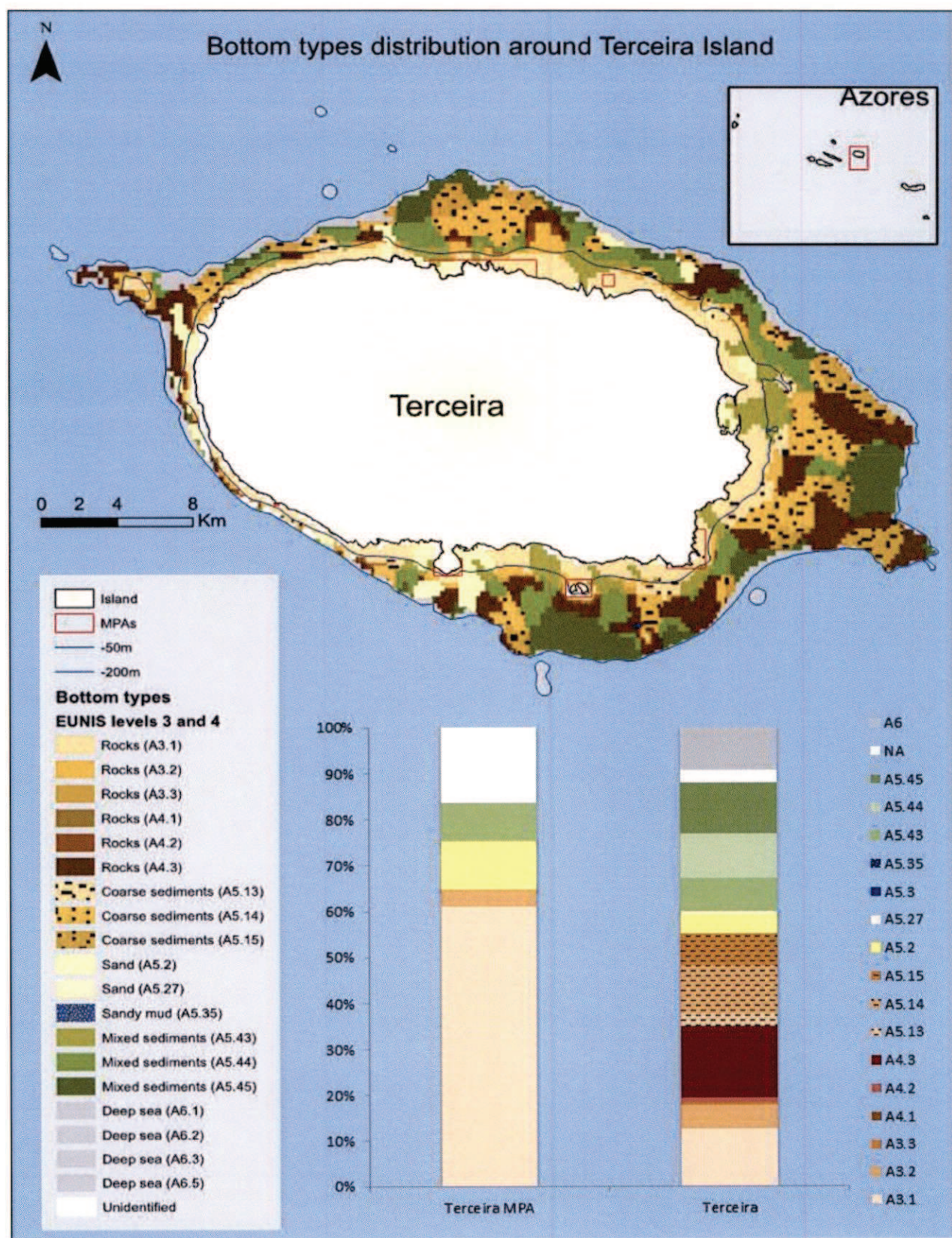


Figura 22: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha da Terceira e as suas proporções na área costeira (<200m) e no Parque Natural de Ilha (MPA) (Solleliet-Ferreira 2016).



### São Jorge

Os mapas produzidos no projeto MeshAtlantic não dispõem de informação para 31% (94 km<sup>2</sup>) da área costeira até as 200m de São Jorge. Metade dos recifes foi considerado como “menos comum” (Tabela 7: Abundância (% de cobertura) de diferentes tipos de recife (EUNIS nível 3) até aos 200m por ilha. Os habitats menos comuns (cobertura <5%) estão indicados em vermelho (adaptado de Solleliet-Ferreira 2016). Tabela 7):

- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 2,44% da área e cobre 4,29 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,16% da área e cobre 0,28 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 2,53% da área e cobre 4,44 km<sup>2</sup>.

O habitat A4.3 tem a maior extensão com 65,97 km<sup>2</sup>, mas tal como todos os outros tipos de recife a sua representatividade dentro do PNI é mínima (<20%) (Figura 23).

### Flores

Na área costeira (<200m) das Flores foram registados seis diferentes tipos de recifes costeiros. Três destes cobrem menos de 5% e, consequentemente, foram considerados “menos comum” (Tabela 7):

- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representa 0,70% da área e cobre 1,93 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) representa 0,03% da área e cobre 0,09 km<sup>2</sup>;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representa 1,78% da área e cobre 4,89 km<sup>2</sup>.

O habitat A4.3 (“*Low energy circalittoral rock*”) cobre a área maior (38,5 km<sup>2</sup>), embora a sua representatividade dentro do PNI seja mínima. Um dos tipos de recifes (A4.1: “*High energy circalittoral rock*”) não está representado dentro do PNI e os outros cinco tem uma representatividade inferior a 32%. Três dos recifes são considerados de representatividade mínima (menos do que 20%) (Tabela 8, Figura 24):

- O habitat A3.3 (“*Low energy infralittoral rock*”) representado com 17,87% dentro de PNI;
- O habitat A4.2 (“*Moderate energy circalittoral rock*”) representado com 8,50%;
- O habitat A4.3 (“*Low energy circalittoral rock*”) representado com 7,70%.

### Corvo

Os mapas geridos no projeto MeshAtlantic não dispõem de informação para 23% (11,9 km<sup>2</sup>) da área costeira até as 200m do Corvo (Figura 24). Dos seis tipos de recife que ocorrem a volta do Corvo, dois foram considerados “menos comuns”: habitat A4.1 cobre 0,002 km<sup>2</sup> (<0,1%) e habitat A4.2 cobre 0,5 km<sup>2</sup> (1,56%). O recife que cobre a maior área pertence ao EUNIS A4.3 (“*Low energy circalittoral rock*”) (9,3 km<sup>2</sup>; 29,13%

da área a volta da ilha). Uma vez que o PNI do Corvo inclui toda a área até aos 200m, não se aplica o cálculo da representatividade. Todos os habitats têm automaticamente uma representatividade de 100%.



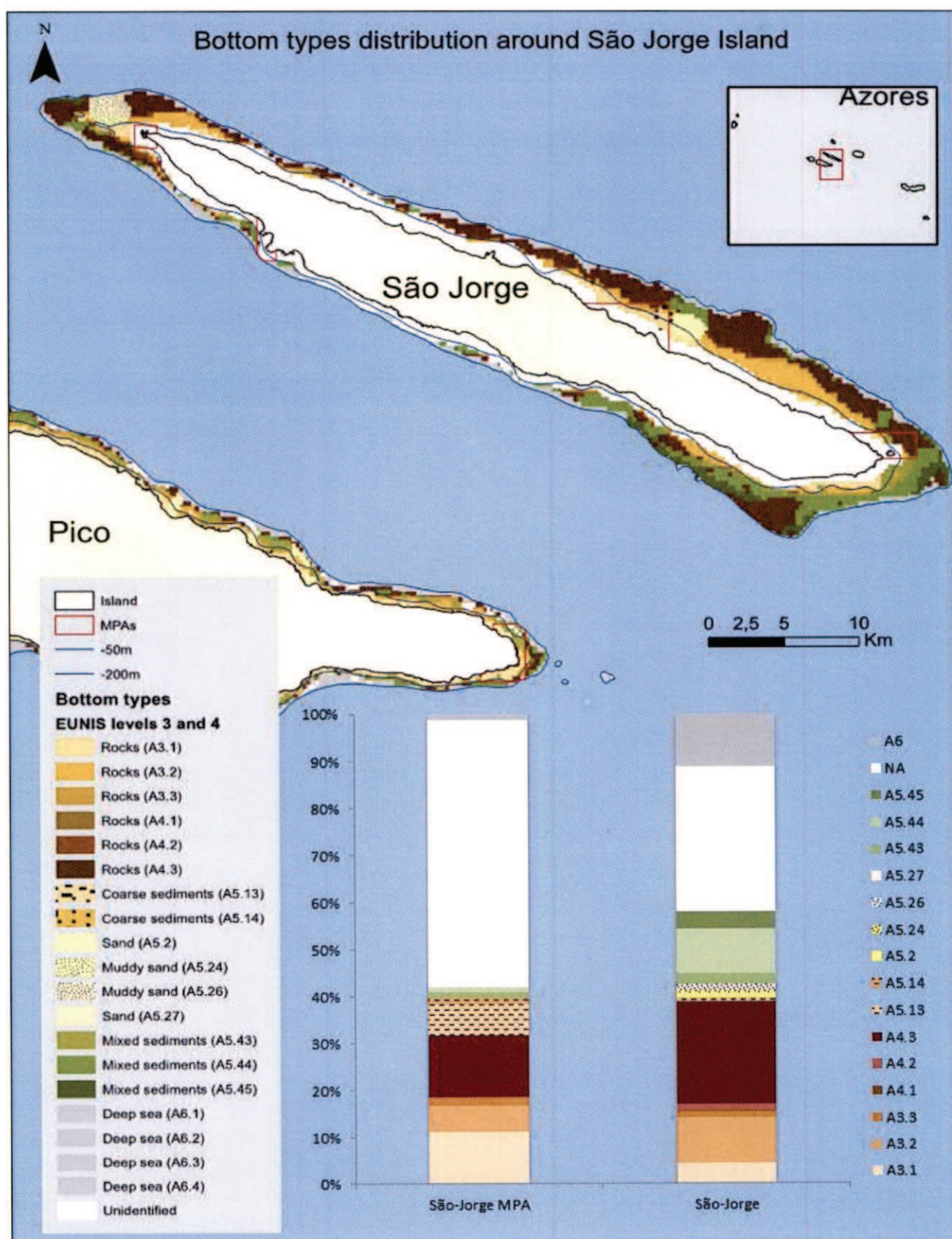


Figura 23: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS na ilha de São Jorge e as suas proporções na área costeira (<200m) e no Parque Natural de Ilha (MPA)(Solleliet-Ferreira 2016).



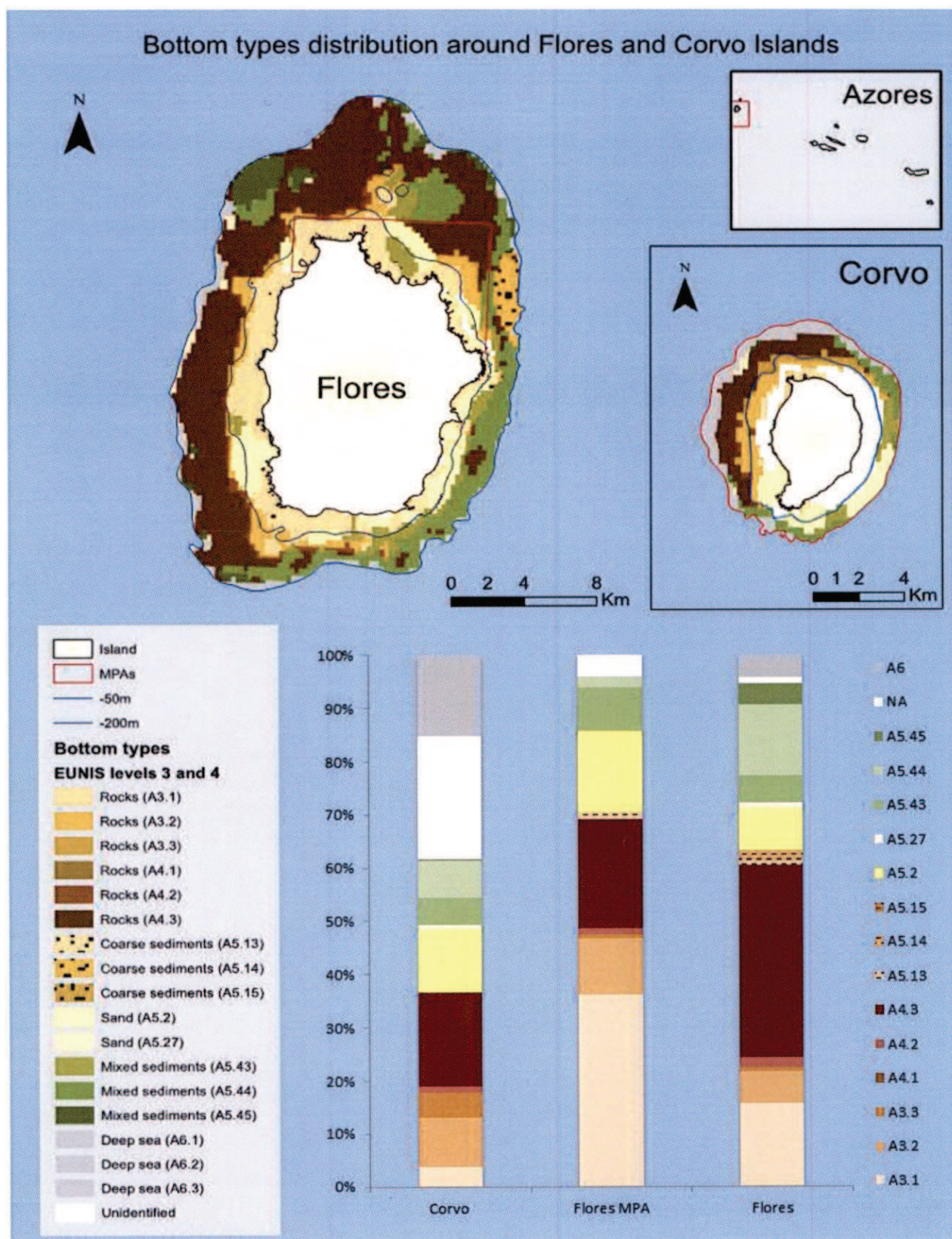


Figura 24: Mapa dos habitats costeiros com a classificação de EUNIS nas ilhas de Corvo e Flores e as suas proporções na área costeira (<200m) e no Parque Natural de Ilha (MPA). Nota: a proporção dos habitats no MPA Corvo é igual à proporção na área costeira (Solleliet-Ferreira 2016).



Em geral, e para todo o arquipélago, os três habitats costeiros A3.3, A4.1, e A4.2 foram considerados como “menos comuns” (<5% da área total até 200m a volta da ilha) em todas as ilhas, com a exceção de A3.3 no Corvo. A representatividade destes habitats é nula ou mínima nos PNIs de Santa Maria, Graciosa, Terceira, São Jorge, e Flores. A proteção do habitat A4.1 (“*High energy circalittoral rock*”) possa ser considerada uma prioridade, uma vez que abrange o habitat “Jardins e recifes de corais e agregações de esponjas no domínio profundo” (níveis 4 e 5 de EUNIS), classificado pelo OSPAR. Os corais de água fria podem formar recifes nomeadamente por espécies de escleractínios, ou agregações densas de uma ou múltiplas espécies (jardim de corais) que são tipicamente dominados por gorgónias, antipatários e hidrocorais (OSPAR Commission 2010a). Os corais são organismos de crescimento muito lento, vulneráveis a diversas pressões ambientais e antropogénicas, e representam um habitat importante de maternidade, alimentação, e desova para muitas espécies, incluindo peixes com valor comercial, e são considerados como o protótipo de um VME (Braga-Henriques et al. 2013; Söffker et al. 2011).

No futuro, deve redefinir-se o termo “recife” com mais detalhe e precisão. As outras áreas da Macaronésia devem ser incluídas. Por exemplo, nos Açores existem dois tipos de “recifes” reconhecidos pela sua biodiversidade: as baixas e as pedras. Neste sentido uma “baixa” caracteriza um recife com uma elevação significativamente mais elevada do que o fundo do mar em redor, independente do tipo de substrato do mesmo. Uma “pedra” define um pequeno recife com sedimento a volta. Seria possível identificar baixas através de SIG usando critérios objetivos para definir a inclinação mínima e a diferença mínima entre a profundidade no topo e na base do recife. Este trabalho necessita de informação batimétrica a uma resolução fina ( $\leq 5\text{m}$ ) para todo o habitat costeiro, atualmente inexistente. As pedras podem ser identificadas independente da sua elevação topográfica como manchas rochosas no meio de uma área de sedimento. Seria possível definir, por exemplo, a área mínima da pedra, e um tampão (buffer) mínimo de sedimento a volta da pedra. A informação detalhada do tipo de fundo do mar será necessária.



## 4. Biótopos

Os biótopos podem definir-se como uma unidade funcional que combina as características físico-químicas (habitat) de um determinado local com um conjunto de espécies associado (comunidade) (Olenin & Ducrotoy 2006). Ao serem considerados ecologicamente significantes e politicamente relevantes, são bons elementos para unificar propósitos de gestão ambiental com estudos de funções ecológicas dos ambientes marinhos (Wallenstein 2011, Olenin & Ducrotoy 2006).

A *European Environmental Agency* desenvolveu a classificação de habitats EUNIS, *European Nature Information System*, nas suas siglas em inglês, com o objetivo principal de uniformizar, facilitar e harmonizar a descrição e recolha de dados os habitats europeus (Connor et al. 2004).

Esta classificação hierárquica abrange diferentes níveis de complexidade desde o nível mais amplo (nível 1) p ex. 'A. Marine habitats' até os sub-biótopos (nível 6) p ex. 'A1.4114 [*Cystoseira* spp.] in eulittoral rockpools'. Nos Açores foram já descritos um total de 28 biótopos (EUNIS nível 5) para o infralitoral rochoso (Tabela 9).

A informação recolhida mediante foto-quadrados durante as campanhas de 2015 e 2016 do programa BALA e projetos relacionados (ver metodologia de subprojeto MONIZEC, GAMPA 2016b) foi analisada com o fim de conhecer a distribuição e abundância dos biótopos rochosos costeiros nível 5 da EUNIS. Para o efeito as imagens foram primeiro tratadas e catalogadas com o software Adobe Photoshop Lightroom 5, atribuindo metadados a cada fotografia e melhorando os níveis de luz e exposição para uma posterior melhor identificação das espécies presentes.

Posteriormente as imagens foram analisadas com o software CPCe v.4.1 (*Coral Point Count with Excel extensions*), lendo-se 36 pontos distribuídos aleatoriamente na área do quadrado (50cm x 50 cm) e identificando as espécies presentes em cada um dos pontos (Figura 25), num total de 27.756 identificações provenientes de 129 transectos (com 36 x 6 pontos em cada um) realizados em cinco ilhas do Arquipélago. As percentagens de abundância assim obtidas foram convertidas a escalas de abundância SACFOR para cada transecto (6 fotografias), escolhendo as espécies que ocupavam os quatro primeiros estratos de abundância (S=Superabundante, A=Abundante, C=Comum e F=Freqüente) mas tendo em conta a presença das espécies menos abundantes.

Desenvolveu-se então uma metodologia de classificação usando esta informação para atribuir a cada um dos transectos um biótopo EUNIS nível 5 conforme as descrições EUNIS (<http://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp>) e as recentes propostas para os Açores (Tempera et al. 2013). Por exemplo, o transecto 8 (ID= 8) foi definido como sendo dominado pelo biótopo EUNIS A3.15\_PT10 (*Zonaria tournefortii* and *Dictyota* spp. on exposed mid depth infralittoral rock), por lhe



corresponder uma abundância de 43.60% (S) de *Zonaria tournefortii*, 37.79% (A) de *Dictyota* sp., 9.30% (C) de *Asparagopsis armata* e pela presença de *Padina pavonica* e algas vermelhas incrustantes.

Devido à relativa novidade deste tipo de classificação, muita da informação não foi ainda descrita para a região, sendo que alguns dos biótopos nem sequer aparecem nas propostas dos Açores para a EUNIS e são referidos como 'undescribed'. A equipa está a descrever novos biótopos com base em análises a decorrer.

Uma vez que o método para amostrar os biótopos no âmbito de BALA está ainda em processo de melhoria, a qualidade de algumas das amostras recolhidas não permitiram a correta leitura e identificação das espécies ocorrentes, pelo que alguns dos biótopos são referidos como 'unknown' (transectos com mais de um 20% de espécies não identificadas). Tratando-se de uma escala fina de definição, e para garantir mais robustez, terá que ser feito um maior esforço de amostragem e análise nos próximos anos.

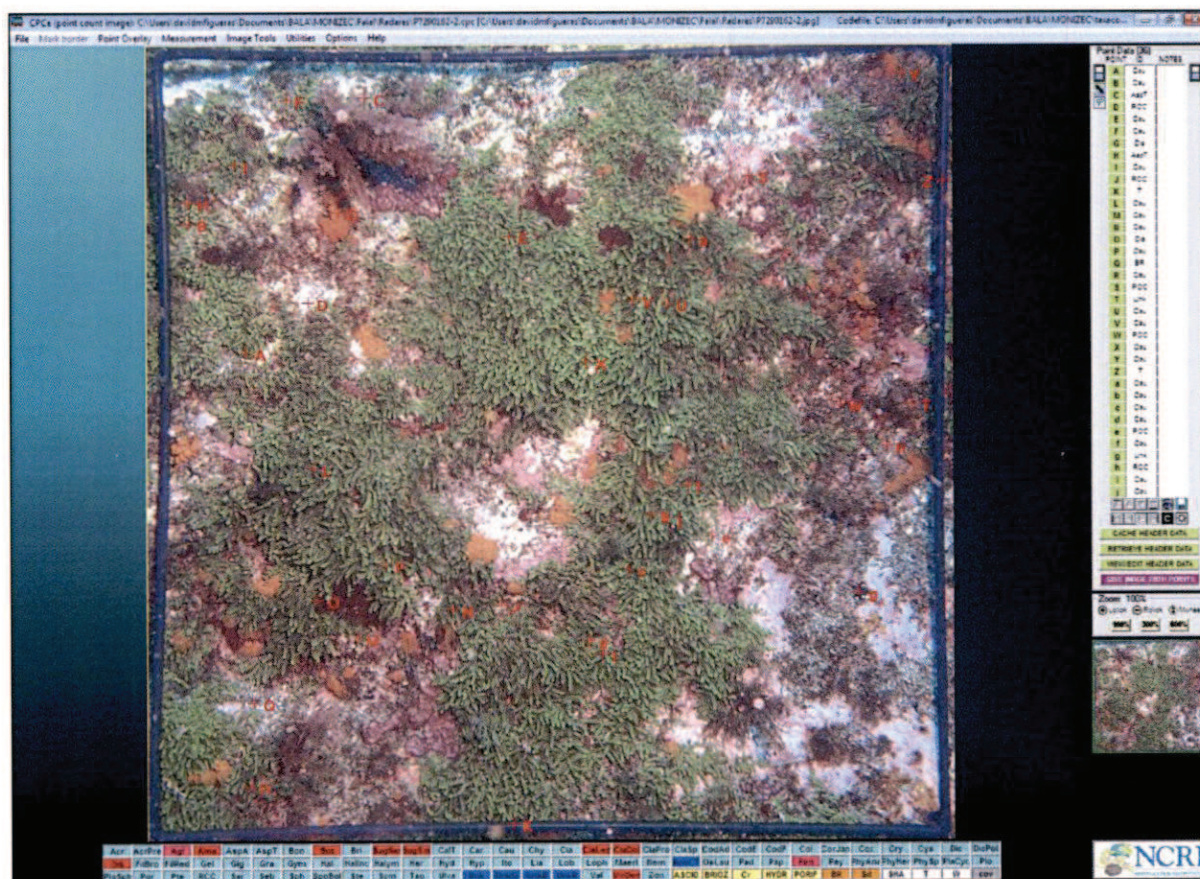


Figura 25: Exemplo de análise de um foto-quadrado com o software CPCe v.4.1



Tabela 9: Biótopos rochosos dos Açores (adaptado de Tempera et al. 2013).

EUNIS 3	EUNIS 4	EUNIS 5
A3.1 Atlantic and Mediterranean high energy infralittoral rock	A3.11 Kelp with cushion fauna and/or foliose red seaweeds	A3.116 Foliose red seaweeds on exposed lower infralittoral rock
		A3.118 Turf of articulated [Corallinaceae] on exposed to sheltered infralittoral bedrock and boulders
		A3.11_PT01 red algae [Sphaerococcus coronopifolius] and/or [Plocamium cartilagineum] on deep infralittoral rock on all levels of exposure
		A3.11_PT02 Deep infralittoral [Laminaria ochroleuca] forests
		A3.11_PT03 Sparse lower infralittoral [Laminaria ochroleuca]
	A3.12 Sediment-affected or disturbed kelp and seaweed communities	
	A3.14 Encrusting algal communities	A3.14_PT01 Crustose algae and [Arbacia lixula] on moderately exposed littoral fringe rock
	A3.15 Frondose algal communities (other than kelp)	A3.151 [Cystoseira] spp. on exposed infralittoral bedrock and boulders
		A3.15_PT01 [Cladostephus spongiosus] on exposed to moderately exposed mixed sediment infralittoral
		A3.15_PT02 [Ulva rigida] on infralittoral rock
		A3.15_PT03 [Liagora] spp. on boulders mixed with sand
		A3.15_PT04 [Hypnea] sp., [Taonia atomaria] and [Stypocaulon scoparium] association on exposed to moderately exposed infralittoral rock
		A3.15_PT05 [Sargassum] spp. In exposed infralittoral rock
		A3.15_PT06 [Dictyota] spp., calcareous turf and [Stypocaulon scoparium], [Halopteris filicina] on exposed shallow infralittoral rock
		A3.15_PT07 Turfs (calcareous and non-calcareous), calcareous fronds and [Dictyota] spp. on exposed shallow infralittoral rock
		A3.15_PT08 [Stypocaulon scoparium], [Halopteris filicina] and [Dictyota] spp. on exposed mid depth infralittoral
		A3.15_PT09 [Padina pavonica] on exposed to moderately exposed infralittoral rock
		A3.15_PT10 [Zonaria tournefortii] and [Dictyota] spp. on exposed mid depth infralittoral rock
		A3.15_PT11 [Zonaria tournefortii] on exposed deep infralittoral rock
A3.2 Atlantic and Mediterranean moderate energy infralittoral rock	A3.21 Kelp and red seaweed (moderate energy infralittoral rock)	
	A3.22 Kelp and seaweed communities in tide-swept sheltered conditions	A3.225 Filamentous red seaweeds, sponges and [Balanus crenatus] on tide-swept variable salinity infralittoral rock
		A3.226 [Halopteris filicina] with coralline crusts on moderately exposed infralittoral rock
	A3.23 Mediterranean and Pontic communities of infralittoral algae moderately exposed to wave action	A3.23G Association with [Calpomenia sinuosa]
		A3.23L Association with [Peyssonnelia rubra] and [Peyssonnelia] spp.
A3.3 Atlantic and Mediterranean low energy infralittoral rock	A3.2X Seaweed communities in moderate energy rock	A3.2X_PT01 [Caulerpa webbiana] on moderately exposed infralittoral rock
		A3.2X_PT02 [Codium elisabethae], [Halopteris filicina] and coralline crusts on moderate to sheltered bedrock
	A3.33 Mediterranean submerged fucoids, green or red seaweeds on full salinity infralittoral rock	A3.335 Facies with large Hydrozoa
	A3.34 Submerged fucoids, green or red seaweeds (low salinity infralittoral rock)	A3.345 [Codium elisabethae], [Halopteris filicina] and coralline crusts on sheltered infralittoral bedrock
		A3.346 Pontic association of green and red seaweeds [Enteromorpha], [Ulva] spp., [Porphyra] spp. on moderately exposed or sheltered infralittoral rock
	A3.3X Submerged fucoids, green or red seaweeds on full salinity infralittoral rock	A3.3X_PT01 [Codium fragile] on sheltered sublittoral rock



Foi avaliada a representatividade de cada biótopo por ilha e, no caso da ilha de São Miguel, por área protegida do PNI (Tabela 10), bem como a presença das diferentes espécies na totalidade dos transectos por ilha e no conjunto de todos os transectos, dentro e fora das áreas protegidas (Tabela 12).

Dos doze biótopos presentes nas amostras, só um (A3.15\_PT11 *Zonaria*) aparece na totalidade das ilhas, sendo ainda este o mais representativo com quase 40% da cobertura total média dos biótopos amostrados. Este facto parece consoante com o referido em estudos anteriores onde se refere este tipo de biótopo como o mais comum do arquipélago (Tempera et al. 2013). É de sublinhar também que 22,5% do total dos biótopos ainda não foram descritos. No que toca às espécies, as mais abundantes no conjunto das ilhas são as algas calcárias incrustantes vermelhas (97.67%), *Dictyota* sp. (69.77%), *Zonaria tournefortii* (68.99%) e *Halopteris* sp. (58.14%).

Foi avaliada também a restrição dos biótopos a um determinado estrato de profundidade (Tabela 11). Dois biótopos parecem restritos ao estrato fundo de 20-25 metros (A3.118 e A3.23L) e outros dois biótopos ao estrato baixo de 10-15 metros (A3.15\_PT01 e A3.151). Os três primeiros indicaram também serem raros, ocorrendo apenas num transecto cada. Mais análises deverão confirmar estes padrões no futuro.

Tabela 10: Percentagem de habitat EUNIS amostrado por Parque Natural de Ilha (PNI). No caso de São Miguel existem amostras fora de PNI.

Ilha	Corvo	Faial	Pico	São Miguel		Total
PNI	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	(N=129)
A3.118		3.4%				0.8%
A3.15_PT01					1.7%	0.8%
A3.15_PT08	2.9%			1.7%		1.6%
A3.15_PT09			14.3%			0.8%
A3.15_PT10			28.6%	3.4%	3.4%	4.7%
A3.15_PT11	82.9%	13.8%	28.6%	22.4%	5.2%	39.5%
A3.151					6.9%	3.1%
A3.225		3.4%				0.8%
A3.226	2.9%	3.4%		3.4%		3.1%
A3.23L				1.7%		0.8%
A3.2X_PT01		27.6%				6.2%
Undescribed	5.7%	13.8%	14.3%	36.2%	1.7%	22.5%
Unknown	5.7%	34.5%	14.3%	5.2%	6.9%	15.5%
TOTAL	100.0%	100.0%	100.0%	74.1%	25.9%	100.0%



Tabela 11: Representação do número de biótopos EUNIS nível 5 por estrato de profundidade.

Ilha	Estrato	Corvo	Faial	Pico	S. Miguel	Total/estrato
A3.118	Fundo		1			1
	Baixo					
A3.15_PT01	Fundo					
	Baixo				1	1
A3.15_PT08	Fundo				1	1
	Baixo	1				1
A3.15_PT09	Fundo			1		1
	Baixo					
A3.15_PT10	Fundo				2	2
	Baixo			2	2	4
A3.15_PT11	Fundo	18	2	2	13	35
	Baixo	11	2		3	16
A3.151	Fundo					
	Baixo				4	4
A3.225	Fundo		1			1
	Baixo					
A3.226	Fundo				1	1
	Baixo	1	1		1	3
A3.23L	Fundo				1	1
	Baixo					
A3.2X_PT01	Fundo		3			3
	Baixo		5			5
Undescribed	Fundo		3	1	9	13
	Baixo	2	1		13	16
Unknown	Fundo		4		3	7
	Baixo	2	6	1	4	13
TOTAL/ILHA		35	29	7	15	129



Tabela 12: Percentagem de ocorrência de espécies nos transectos por Parque Natural de Ilha (PNI).

Ilha	Corvo PNI	Faial PNI	Pico PNI	São Miguel PNI	Fora de PNI	Total
No. transectos	35	29	7	43	15	129
<i>Acrosorium ciliolatum</i>	42.86%	6.90%	14.29%	13.95%	26.67%	21.71%
<i>Aglaophenia sp.</i>	22.86%					6.20%
<i>Ascidia sp.</i>				13.95%	33.33%	8.53%
<i>Asparagopsis armata</i>		10.34%	85.71%	6.98%		9.30%
<i>Asparagopsis taxiformis</i>	11.43%	86.21%	42.86%	44.19%	33.33%	43.41%
<i>Botryllus schlosseri</i>	8.57%					2.33%
Rock	25.71%	68.97%	71.43%	69.77%	60.00%	56.59%
<i>Briozoa sp.</i>				11.63%		3.88%
<i>Bugula neritina</i>				9.30%		3.10%
Calcareous turf				39.53%	6.67%	13.95%
<i>Caulerpa webbiana</i>		62.07%				13.95%
<i>Cladostephus spongiosus</i>					6.67%	0.78%
<i>Clavelina oblonga</i>			14.29%			0.78%
<i>Cladophora prolifera</i>	2.86%			4.65%		2.33%
<i>Cladophora sp.</i>	2.86%			6.98%		3.10%
<i>Codium adhaerens</i>					6.67%	0.78%
<i>Codium elisabethiae</i>		10.34%		11.63%	13.33%	7.75%
<i>Colpomenia sinuosa</i>			28.57%		13.33%	3.10%
<i>Corallina sp./ Jania sp.</i>	5.71%	44.83%	28.57%	34.88%	60.00%	31.78%
<i>Cottoniella filamentosa</i>				4.65%	20.00%	3.88%
<i>Cryptonemia undulata</i>				2.33%	6.67%	1.55%
<i>Cystoseira abies-marina</i>			42.86%	34.88%	66.67%	21.71%
<i>Dictyota sp.</i>	62.86%	58.62%	100.00%	79.07%	66.67%	69.77%
<i>Dictyopteris polypodioides</i>				6.98%	26.67%	5.43%
<i>Distaplia corolla</i>		24.14%	14.29%			6.20%
Fiilamentous red		34.48%	14.29%	41.86%	53.33%	28.68%
<i>Halopteris sp.</i>	71.43%	17.24%	14.29%	72.09%	86.67%	58.14%
<i>Hypnea sp.</i>		13.79%		18.60%	26.67%	12.40%
Non calcareous turf				2.33%		0.78%
<i>Padina pavonica</i>	40.00%	3.45%	28.57%	9.30%	13.33%	17.83%
<i>Peyssonelia sp.</i>		3.45%		25.58%	60.00%	16.28%
<i>Phyllophora sp.</i>				2.33%	13.33%	2.33%
<i>Plocamium sp.</i>				2.33%	13.33%	2.33%
<i>Plocamium sp./</i>		3.45%		2.33%		1.55%
<i>Porifera sp.</i>	2.86%	3.45%	14.29%	32.56%	66.67%	20.93%
<i>Pterocladia sp.</i>	5.71%			18.60%	6.67%	8.53%
Red Calcareous Crust	100.00%	100.00%	71.43%	97.67%	100.00%	97.67%
<i>Sargassum sp.</i>	68.57%	3.45%	14.29%	18.60%	13.33%	27.91%
Sand	62.86%	96.55%	71.43%	51.16%	46.67%	65.12%
<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>				11.63%	6.67%	4.65%
<i>Sporochnus bolleanus</i>					6.67%	0.78%
Unknown	91.43%	96.55%	100.00%	48.84%	40.00%	72.87%
Unknown Brown Algae	82.86%	24.14%	14.29%	39.53%	46.67%	47.29%
Unnowkn Green Algae	2.86%	3.45%		6.98%		3.88%
Unknown Red Algae	28.57%	44.83%	14.29%	39.53%	33.33%	35.66%
<i>Zonaria tournefortii</i>	100.00%	24.14%	57.14%	67.44%	93.33%	68.99%

## São Miguel

Três biótopos foram unicamente detetados em São Miguel (A3.23L, A3.15\_PT01 e A3.151; Figura 26), os dois últimos sem representatividade nas áreas protegidas, sendo que o biótopo A3.151 é definido por uma espécie protegida (*Cystoseira abies-marina*) em outras regiões da Macaronésia (Ilhas Canárias). O biótopo dominante, tal como na maioria do arquipélago, é o A3.15\_PT11.

Dominam as algas calcárias incrustantes vermelhas com percentagens de ocorrência nos transectos em AMPs e áreas fora de PNI de 97,67% e 100%, seguidas da *Dictyota* sp. (69,07% e 66,67% respetivamente) e a *Halopteris* sp. (72,09% e 86,67% respetivamente).

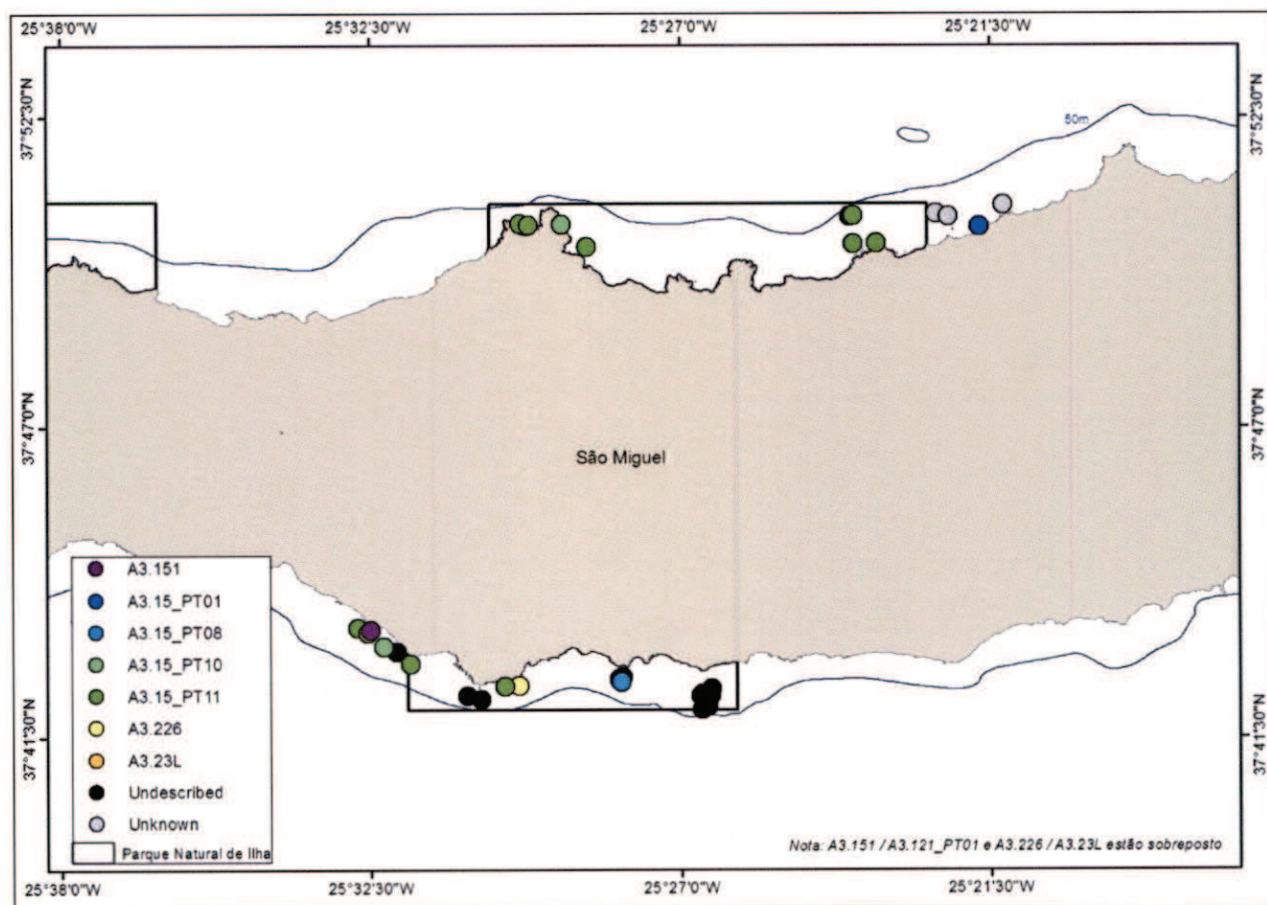


Figura 26: Mapa de biótopos costeiros com o nível 5 da classificação EUNIS na ilha de São Miguel.



Três biótopos foram detetados exclusivamente na ilha do Faial (A3.118, A3.225 e A3.2X\_PT01; Figura 27). Este último é definido pela espécie *Caulerpa webbiana*, presente unicamente no sudeste do Faial e que está a ser alvo de monitorização específica pelo seu carácter invasor. Relativamente às espécies dominantes, as algas calcárias incrustantes vermelhas aparecem em 100% dos transectos, seguidas por *Asparagopsis taxiformis* (86,21%), *C. webbiana* (62,07%) e *Dictyota* sp. (58,62%).

No Pico encontra-se um biótopo exclusivo - A3.15\_PT09, sendo os biótopos dominantes o A3.15\_PT10 (28,6%) e A3.15\_PT11 (28,6%) (Figura X). No caso das espécies dominantes aparecem por ordem de abundância a *Dictyota* sp. (no 100% dos transectos), a *Asparagopsis armata* (85,71%), as algas calcárias incrustantes vermelhas (71,43%) e a *Zonaria tournefortii* (57,14%).

É de destacar para estas duas ilhas o rol dominante de três espécies não indígenas do arquipélago (*A. armata*, *A. taxiformis* e *C. webbiana*).

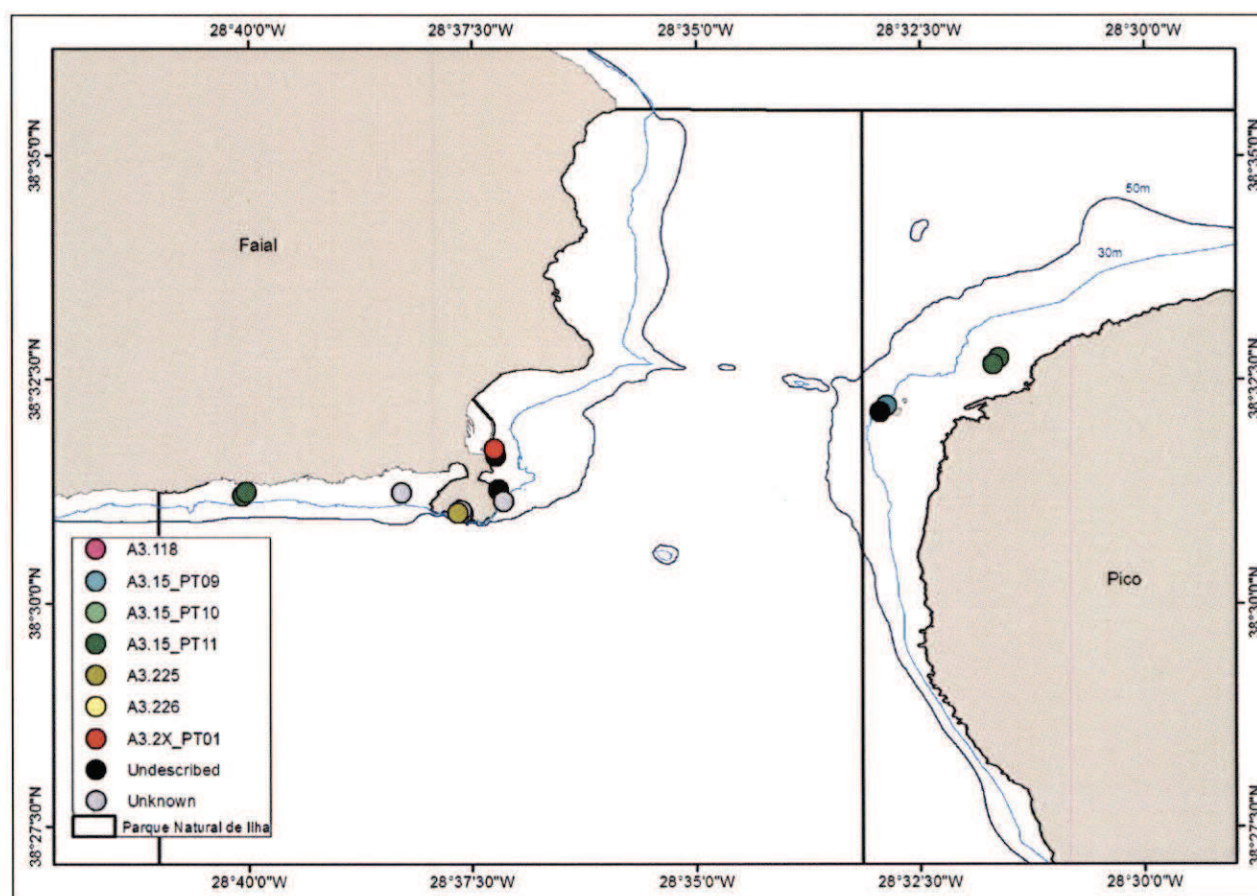


Figura 27: Mapas de biótopos costeiros com o nível 5 da classificação EUNIS nas ilhas do Faial e do Pico (não aparecem a totalidade dos biótopos amostrados).

## Corvo

Na ilha do Corvo verificou-se uma predominância muito elevada (82,9%) do biótopo A3.15\_PT11 comparativamente ao resto das ilhas, estando presentes também os biótopos A3.15\_PT08 e A3.226 em 2.9% da totalidade da área amostrada para a ilha (Figura 28). 5.7% dos biótopos não estão descritos.

Relativamente às espécies, a *Zonaria tournefortii* e as algas calcárias incrustantes vermelhas são as espécies mais abundantes no Corvo, aparecendo em todos os transectos. Muito abundantes são também *Sargassum* sp. (68.57%), *Dictyota* sp. (62.86%) e *Halopteris* sp. (71.43%). As espécies *Aglaophenia* sp. e *Botryllus schlosseri*, ainda que aparentemente apenas detetadas nesta ilha, foram registadas durante campanhas em outras ilhas, o que pode indicar a sua raridade no resto do Arquipélago.

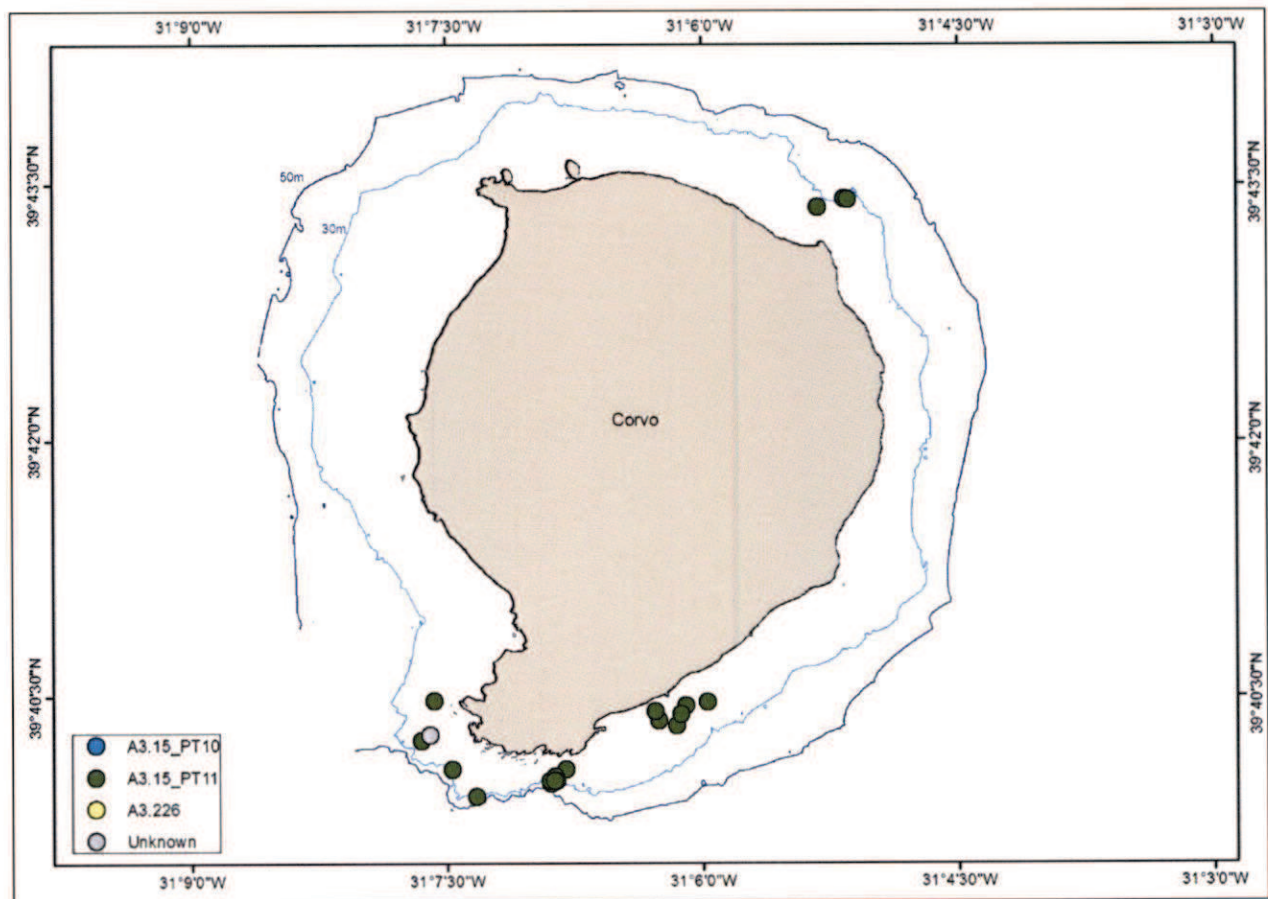


Figura 28: Mapa de biótopos costeiros com o nível 5 da classificação EUNIS na ilha do Corvo (não aparecem a totalidade dos biótopos amostrados porque estão sobrepostos).



## 5. Ecossistemas Marinhos Vulneráveis (VMEs)

### *Mapeamento remoto*

De forma a mapear e descrever os habitats mais profundos e identificar a potencial ocorrência de VMEs e outros recifes biogénicos (p.ex. maerl) entre os 50m e os 200m, foi utilizado um sistema de vídeo com iluminação (*remote underwater video*, RUV) no fundo do mar que filma durante alguns minutos o meio marinho/habitat à sua volta. O sistema é composto por uma câmara de vídeo GoPro 3+ e um foco de vídeo LED de 2000 lumens, protegidos em caixa estanque individual (Group Binc - GoBenthic2). O vídeo e iluminação foram montados num varão de aço inox em posição vertical, apontadas para o fundo. Por baixo da câmara é amarrada uma poita com 8kg a uma distância de 2m, e colocada uma boia de massa 4m acima do topo da estrutura para garantir que o sistema fica vertical e não interfere com as filmagens. O sistema é baixado e alado através de um alador ou manualmente.

Foram realizadas 54 filmagens durante as diferentes missões nas ilhas de São Miguel (17), Santa Maria (6) e Corvo (31) em 2016. Oito dos 54 vídeos recolhidos (7 em São Miguel e 1 no Corvo) não foram analisados por erro de gravação durante a recolha de imagens. Os sítios da amostragem foram seleccionados através da informação disponível sobre os habitats (p.ex. profundidade, tipo de fundo). Os RUVs foram feitos ao longo de transectos perpendiculares à linha de costa, com 5 a 6 *drop-downs* por transecto (ver GAMPA 2016b). A base de dados, incluindo todos os vídeos, foi submetida à DRAM junto com as outras bases de dados. Todos os vídeos foram identificados, guardados e posteriormente analisados recorrendo ao software EventMeasure (SeaGIS Pty Ltd). Os vídeos permitiram a prospeção i) das comunidades vivas que formam os recifes biogénicos dos VMEs (sobretudo bancos de coral e esponjas) ou maerl, incluindo uma estimativa da sua densidade tridimensional no ponto de amostragem, e ii) amostrar os peixes móveis e alguns mega-invertebrados que lhes estão associados. A análise das imagens inclui a identificação de macro organismos (móveis e sésseis) ao nível taxonómico mais baixo possível e a caracterização do tipo de fundo (Tabela A1). Para classificar o tipo de fundo visível nos vídeos foram usados 10 categorias para o fundo rochoso e 3 categorias para os diferentes tipos de sedimento (Figura 29).

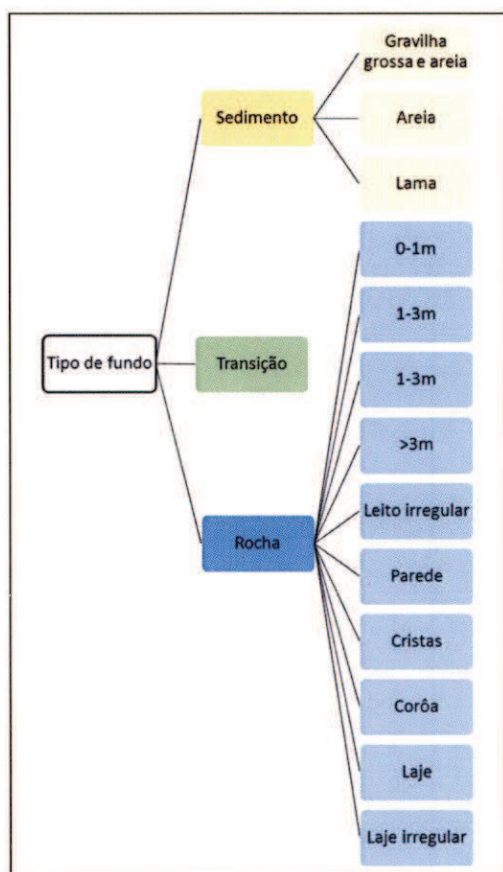


Figura 29: Esquema da classificação de tipo de fundo.

O registo de corais negros (*Antipathella wollastoni*) foi feito usando o diâmetro transversal máximo (para umas colónias seria altura, para outras a largura), e posteriormente dividindo os corais em classes de tamanho: até 20cm, até 50cm, até 1m, superior a 1m (muito raro; max. ca. 1,5 m). Esta classificação foi usada em vez da dimensão das colónias uma vez que é difícil distinguir o tamanho dos corais no vídeo (p. ex. filmado por cima) e existe um erro grande na estimativa da altura. Adicionalmente, várias colónias parecem crescer mais em largura do que em altura. Para estimar a densidade das colónias aplicou-se as seguintes tipologias (de acordo com especialistas do IMAR-UAç):

- 1) colónias isoladas – colónia a mais de 2m da mais próxima;
- 2) pequenos grupos – até 10 colónias com <2m entre as colónias;
- 3) manchas – mais de 10 colónias com <2m entre as colónias;

À medida que o habitat se torna mais favorável, as agregações tornam-se maiores e menos espaçadas, formando manchas que se estendem ao longo vários metros. De acordo com os critérios OSPAR um jardim de corais refere-se a uma área com um mínimo de 25m<sup>2</sup> e uma densidade >0,1 colónias por m<sup>2</sup> (=2,5 colónias em 25m<sup>2</sup>). No entanto, este critério sozinho não parece suficiente para identificar VMEs de corais negros porque algumas áreas nos Açores correspondem a 2 corais por 25m<sup>2</sup>. Um critério de viabilidade/tamanho mínimo de uma população seria o ideal mas não é, atualmente, suportado pela



bibliografia. Propõe-se por isso integrar os padrões da distribuição da própria espécie, ou seja, as colónias de uma agregação estão tipicamente a 1m ou menos das mais próximas (observações dos vídeos e de campo; comunicação pessoal V. Matos). Assim, se uma área de 25m<sup>2</sup> fosse colonizada na sua totalidade por *A. wollastoni*, esta suportaria, pelo menos, 25 colónias e a definição de um jardim de corais seria: *uma agregação de 25 ou mais colónias ocupando uma área com pelo menos 25m<sup>2</sup>, com densidade média superior a 0,1 colónias por m<sup>2</sup>.*

Durante a campanha de 2016 foram identificadas várias espécies de peixes, tubarões, ouriços, holotúrias, esponjas e corais (Tabela 13). Dos 46 vídeos analisados 20 foram identificados como potenciais VME, 11 dos quais no Corvo, 3 em São Miguel e 6 em Santa Maria. Foram identificadas três espécies de coral negro (família *Antipathidae* e *Myriopathidae*), das quais uma constitui provavelmente novo registo para a região, *Antipathes* sp. Neste momento, os dados estão a ser analisados para identificar este coral e fazer uma descrição detalhada. Alguns destes corais estão presentes em elevadas densidades, constituindo jardins de coral (Figura 30A) e normalmente ocorrem em associação a campos de esponjas (Figura 30B), das quais apenas uma se conseguiu identificar até ao género: *Haliclona* sp. (Figura 30C). Os locais com ocorrência de corais/esponjas representam potenciais VMEs (Figuras 31-33). Num dos vídeos é possível ver o impacto que as artes de pesca podem ter nos corais, neste caso um coral negro *Antipathella wollastoni*. Em nenhum dos locais foram detetados/identificados campos de maerl.

Tabela 13: Espécies identificadas nos vídeos recolhidos no Corvo, São Miguel e Santa Maria.

Grupo	Espécie
Teleósteos	<i>Anthias anthias</i>
	<i>Balistes capriscus</i>
	<i>Callanthias ruber</i>
	<i>Chromis limbata</i>
	<i>Coris julis</i>
	<i>Diplodus vulgaris</i>
	<i>Labrus mixtus</i>
	<i>Naucrates ductor</i>
	<i>Pontinus kuhlii</i>
	<i>Serranus atricauda</i>
	<i>Serranus cabrilla</i>
Elasmobranquios	<i>Galeorhinus galeus</i>
Corais	<i>Antipathella subpinnata</i>
	<i>Antipathella wollastoni</i>
	<i>Antipathes sp.</i>
	<i>Eguchipsammia sp.</i>
	<i>Viminella flagellum</i>
Ouriços	<i>Centrostephanus longispinus</i>
Esponjas	<i>Haliclona sp.</i>
Holoturias	<i>Holothuria sp.</i>

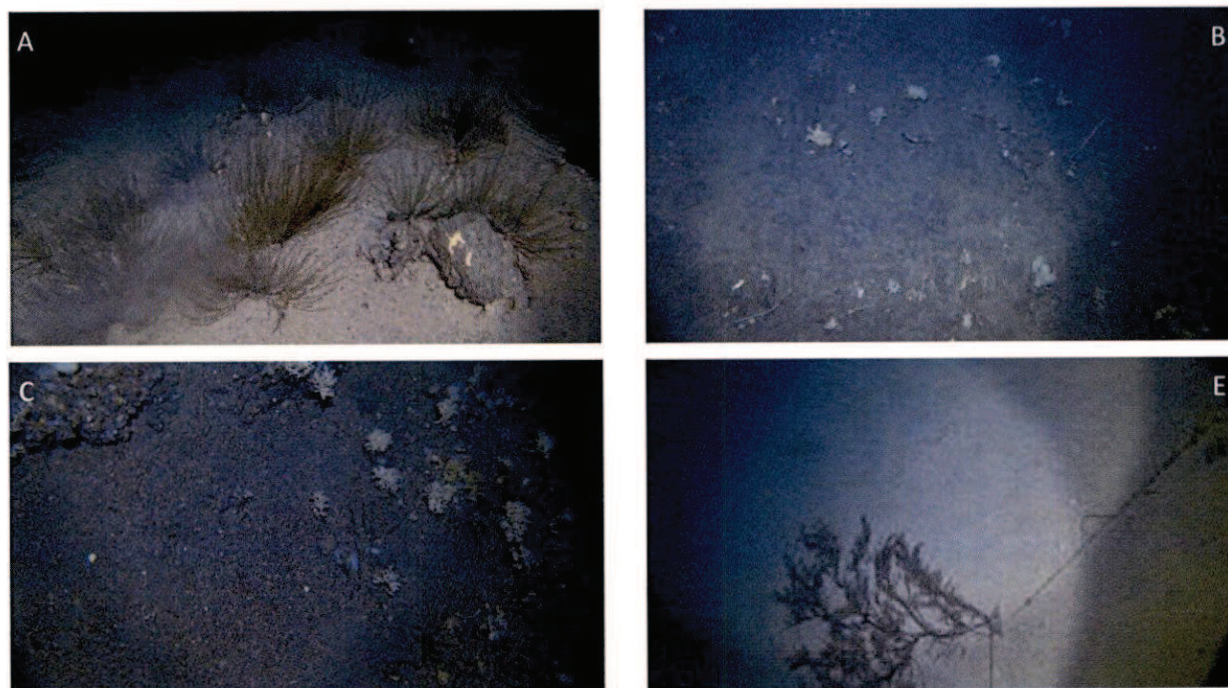


Figura 30: A) Jardim de coral *Antipathes sp.* em Santa Maria; B) Jardim de coral e campo de esponjas; C) Campo de esponjas *Haliclona sp.*; D) *Antipathella wollastoni* preso em aparelho de pesca.



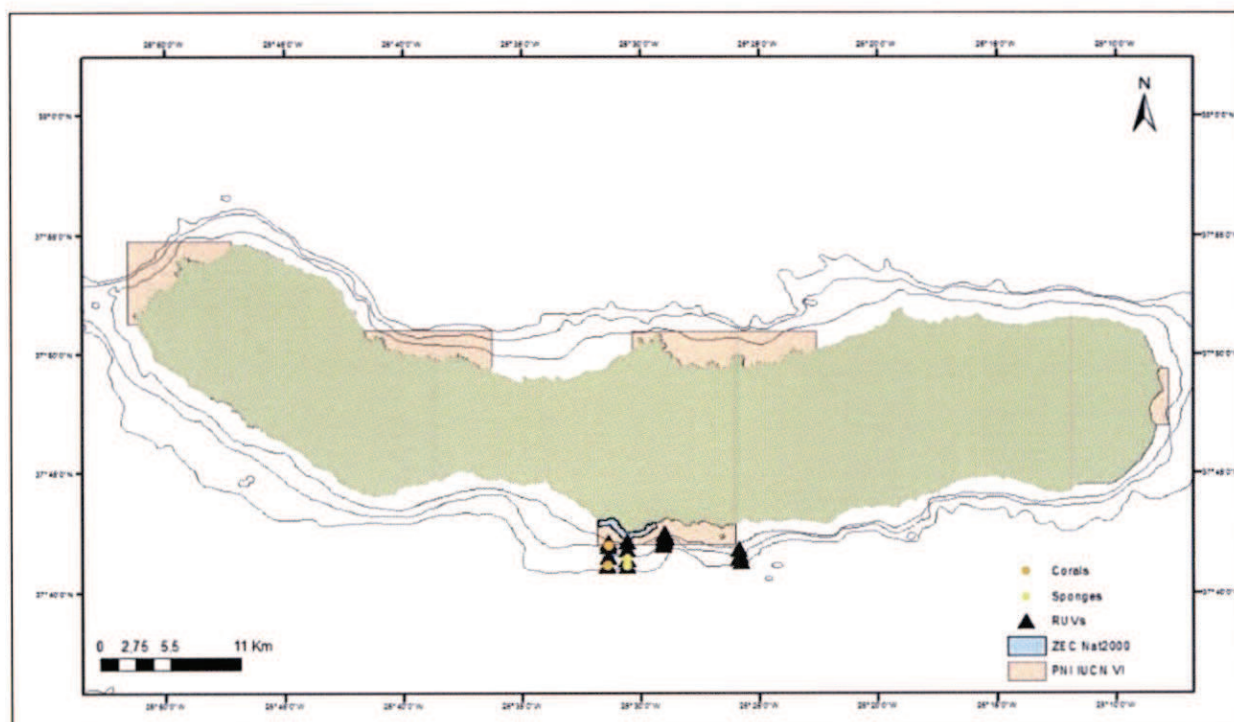


Figura 31: Locais de monitorização com *remote underwater video* (RUV) e locais identificados como potenciais VMEs (corais/esponjas) em São Miguel.

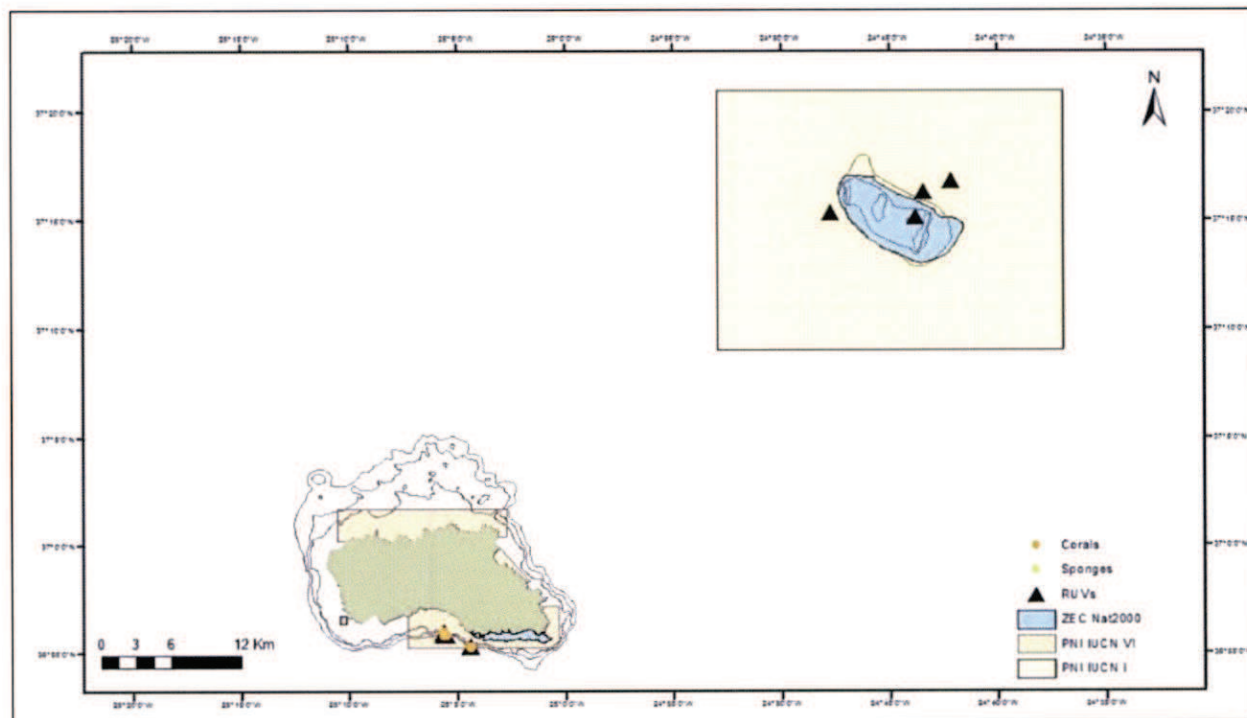


Figura 32: Locais de monitorização com *remote underwater video* (RUV) e locais identificados como potenciais VMEs (corais/esponjas) em Santa Maria.

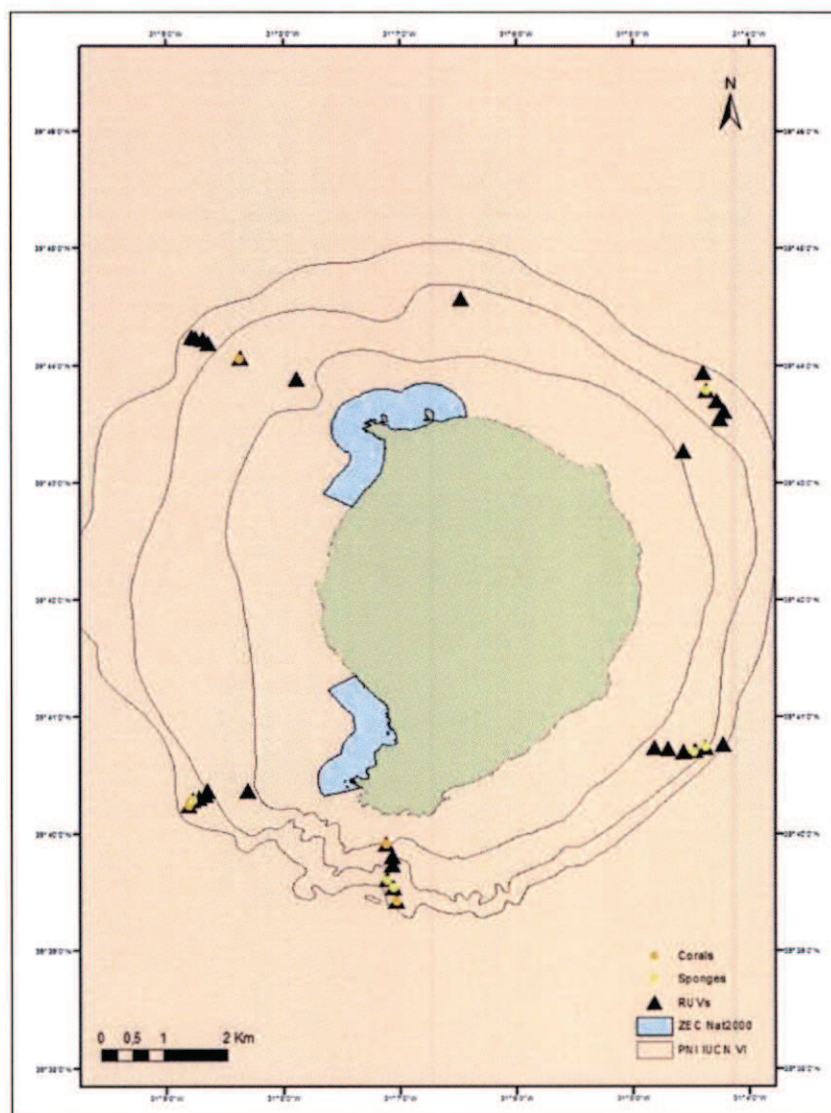


Figura 33: Locais de monitorização com *remote underwater video* (RUV) e locais identificados como potenciais VMEs (corais/esponjas) no Corvo.

#### *Mapeamento de observações in situ*

A ocorrência de corais negros nas áreas costeiras foi também registado com mergulhos recreativos e técnicos. Os registos resultaram 1) de mergulhos dos autores ou da equipa de *Global Underwater Explorers* (GUE) durante a missão do “*Project Baseline*” em 2014 (GUE 2014), e 2) de entrevistas com mergulhadores (Matos, unpubl. data, no âmbito da bolsa de doutoramento SFRH/BD/86390/2012/J565087q3M2s). No total foram registadas cerca de 105 ocorrências em todas as ilhas do arquipélago, sendo aproximadamente metade dentro e metade fora dos PNIs (Tabela 14). Corvo, São Jorge e Terceira são as ilhas menos conhecidas relativamente à existência ou não de colónias de corais negros, contrastando neste aspeto com as ilhas do Faial e Santa.



Tabela 14: Ocorrências de coral negro nas áreas costeiras em relação aos Parques Naturais de Ilha (PNI) a partir de entrevistas com mergulhadores (Matos, unpubl. data) e observações *in situ* (dados não publ., GUE 2014).

Ilha	AMP	Ocorrência colónias	Observações
São Miguel	Caloura-Ilhéu de Vila Franca do Campo	>4	Muito abundante no Ilhéu Vila Franca
	Costa Este; Ponta da Ferraria - Ponta da Bretanha	-	
	Ponta do Cintrão - Ponta da Maia	1	
	Porto das Capelas - Ponta das Calhetas	1	
	Fora de PNI	7	1x dentro reserva (DRR 12/2012/A); Presença costa norte menos explorada
Santa Maria	Costa Norte	3	
	Costa Sul	4	2x dentro reserva (Portaria 87/2014)
	Ilhéu da Vila; Baía de São Lourenço	-	
	Ilhéus das Formigas	>8	
	Fora de PNI	7	
Faial	Caldeirinhas	-	
	Canal / sector Faial	11	4x dentro reserva (Portaria 53/2016)
	Capelinhos	1	
	Castelo Branco	1	
	Cedros	1	
	Fora de PNI	6	Presença a volta da ilha
Pico	Canal / sector Pico	2	1x dentro reserva (Portaria 53/2016)
	Ponta da ilha	-	
	Porto das Lajes	1	
	Fora de PNI	12	Presença a volta da ilha
Graciosa	Costa Noroeste	1	
	Costa Sudeste	-	
	Ilhéu de Baixo	1	Reserva (Portaria 5/2016)
	Ilhéu da Praia	3	Reserva (Portaria 5/2016)
	Fora de PNI	5	1x dentro reserva (Portaria 5/2016)
Terceira	Baixa da Vila Nova; Quatro Ribeiras; Cinco Ribeiras; Monte Brasil	-	
	Costa das Contendas	1	
	Ilhéus das Cabras	1	
	Fora de PNI	2	
São Jorge	Costa das Fajãs; Topo	-	
	Costa Oeste	1	
	Entre Morros	1	
	Fora de PNI	6	Apenas costa sul
Flores	Costa Norte	1	
	Fora de PNI	10	Presença a volta da ilha
Corvo		2	
	Costa do Corvo		Provalmente mais presenças em grandes declives

AMP= área marinha protegida do PNI.

### Mapeamento de registos históricos

As cartas náuticas mostram registos de corais que foram amostrados com diferentes técnicas pelo Instituto Hidrográfico. Existem registos para as ilhas São Miguel, Santa Maria, Faial, Pico, Graciosa, e Terceira (Figuras 34-38). A contribuição de corais na descrição de tipo de habitat varia. A presença dos corais na amostra foi registrada em quatro níveis que correspondem a quatro níveis de importância/abundância. Nestes "corais" pode haver verdadeiros corais mas também potencialmente outros grupos mal classificados, por exemplo: pequenos seixos recobertos de serpulídeos, briozoários, maerl praliné (rodólitos nucleados) e rodólitos não nucleados (F. Tempera, com. pes.).

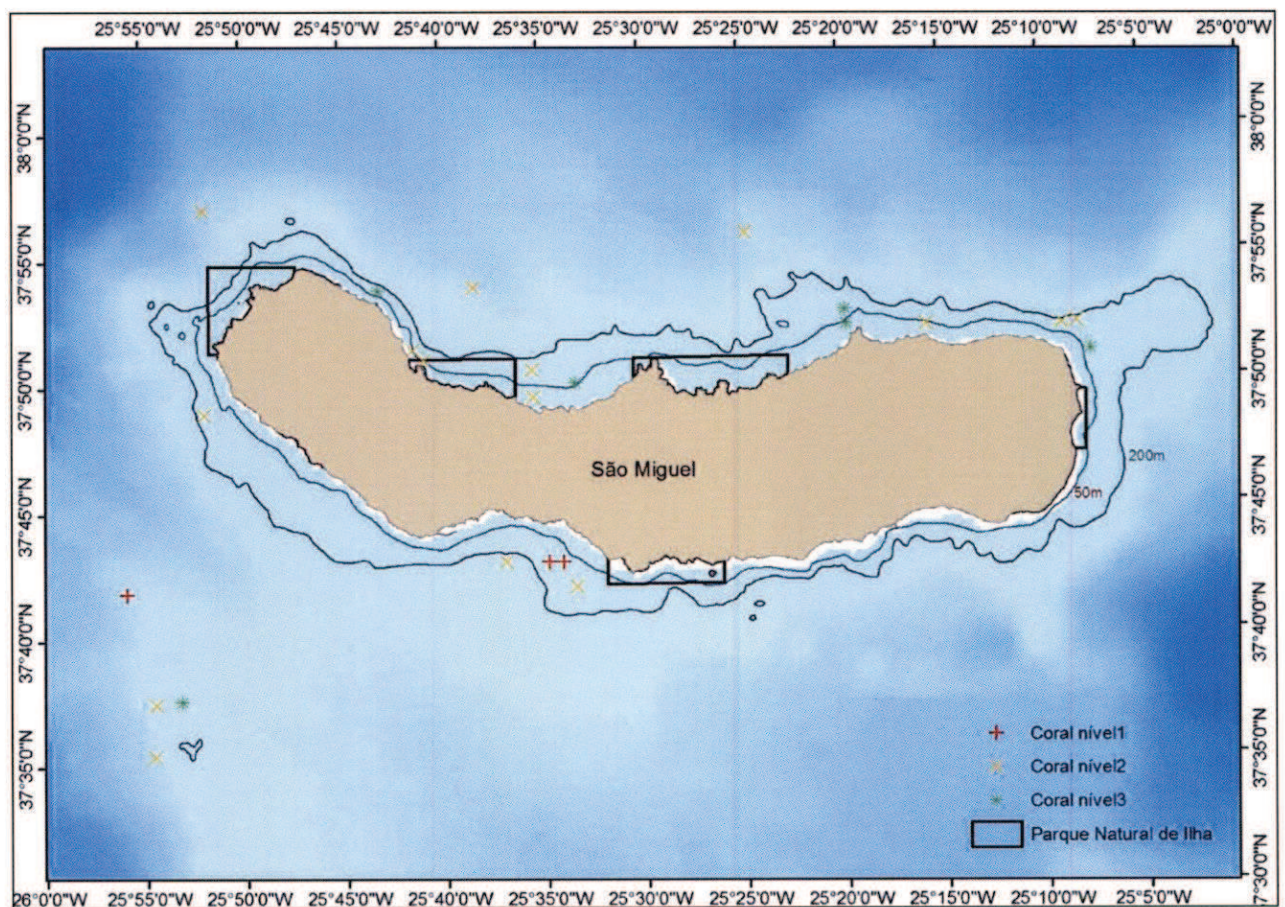


Figura 34: Registos de corais na carta náutica (IH) de São Miguel. A presença dos potenciais corais é registrada em diferentes níveis de importância/abundância.



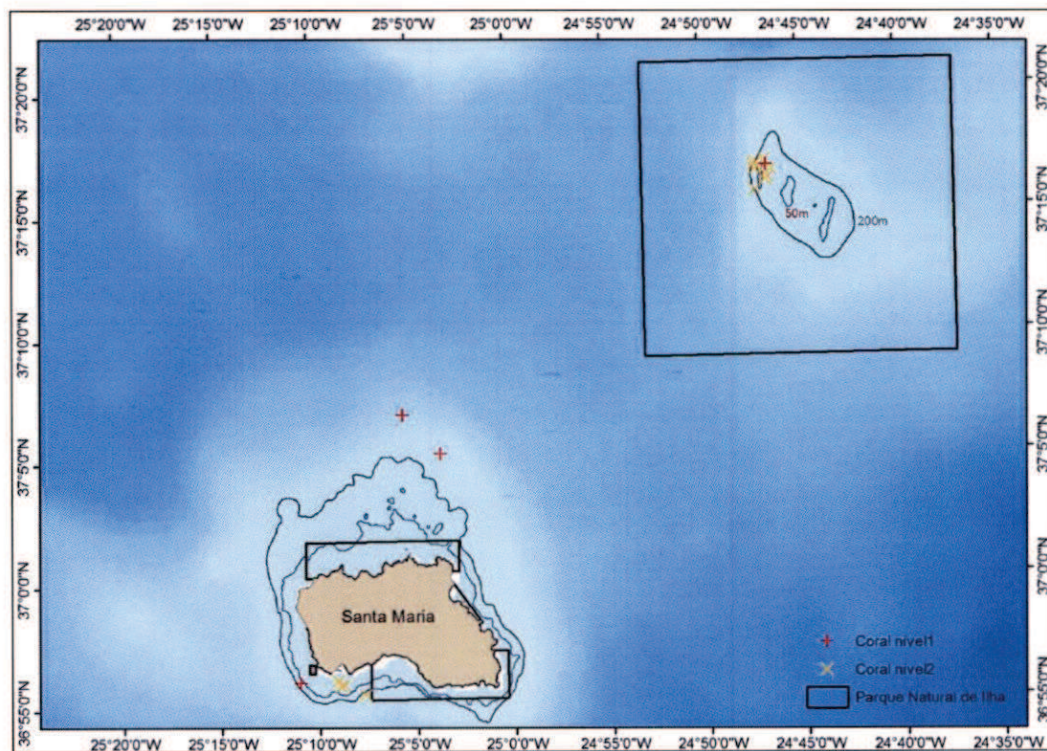


Figura 35: Registos de corais na carta náutica de Santa Maria. A presença dos potenciais corais é registada em diferentes níveis de importância/ abundância.

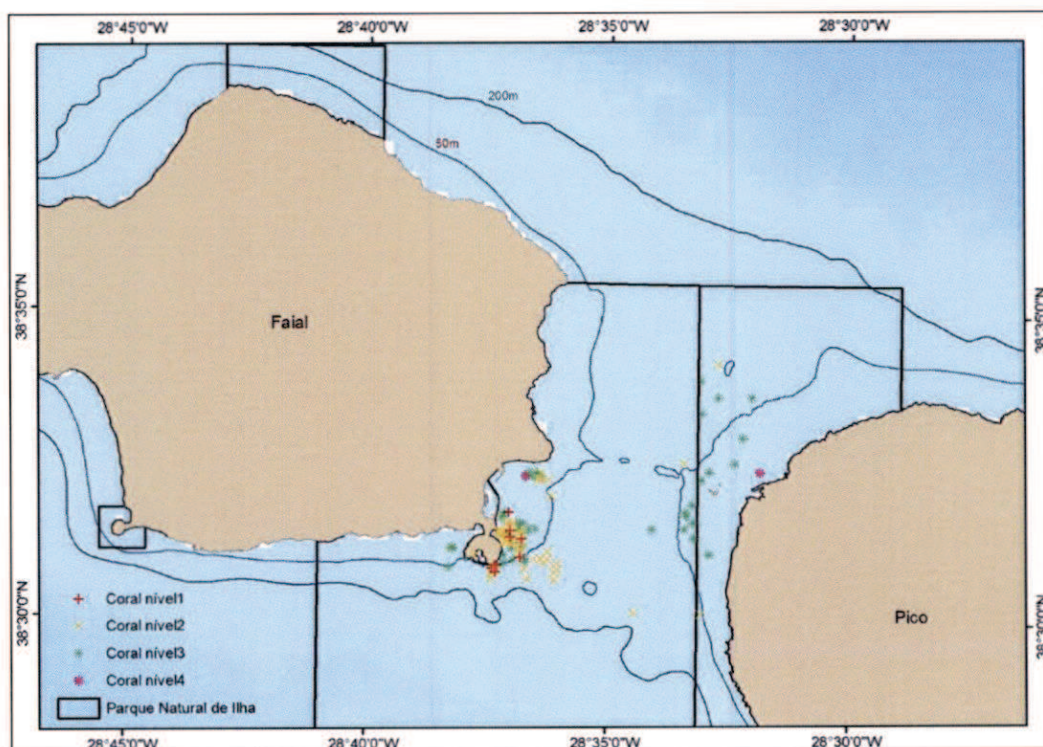


Figura 36: Registos de corais na carta náutica do canal Faial-Pico. A presença dos potenciais corais é registada em diferentes níveis de importância/ abundância.



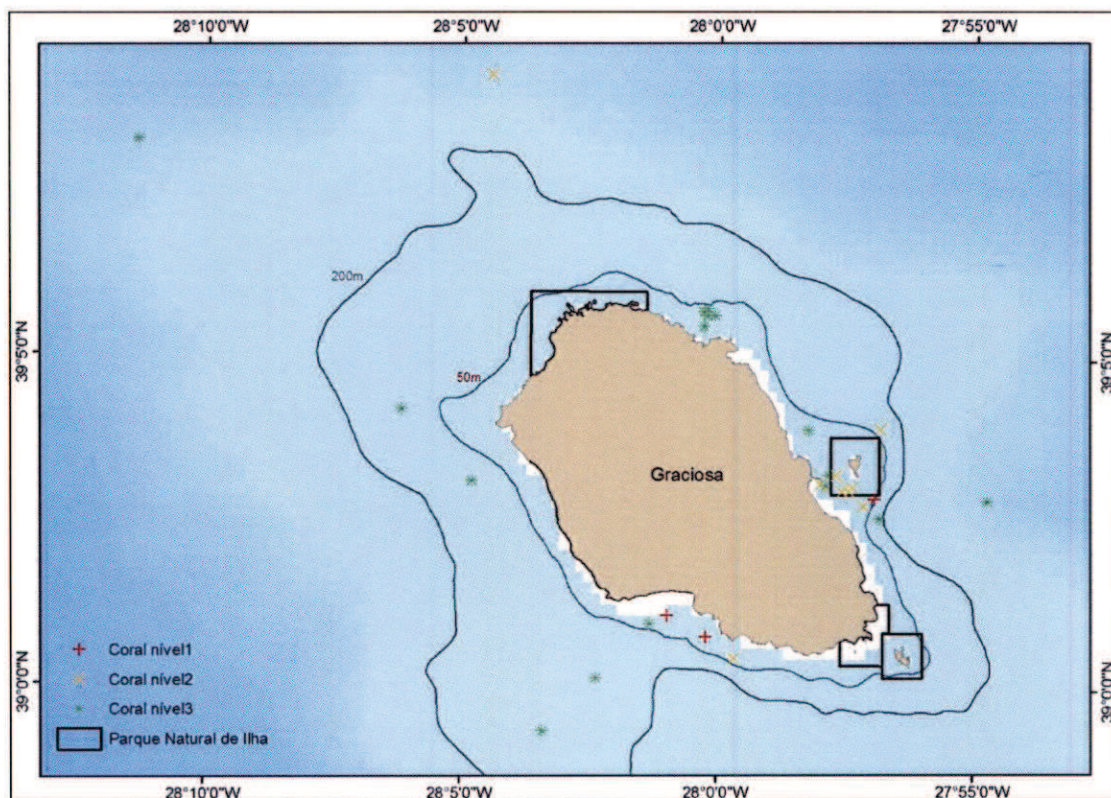


Figura 37: Registos de corais na carta náutica de Graciosa. A presença dos potenciais corais é registada em diferentes níveis de importância/ abundância.

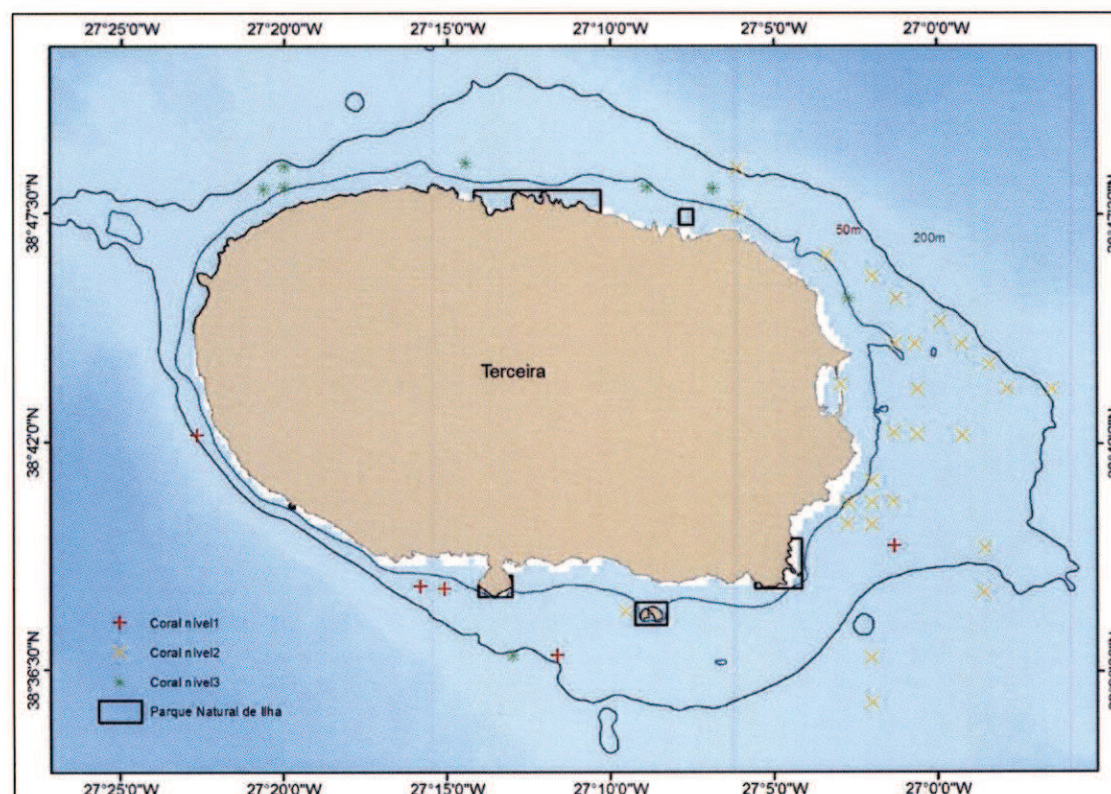


Figura 38: Registos de corais na carta náutica de Terceira. A presença dos potenciais corais é registada em diferentes níveis de importância/ abundância.



## 6. Outros recifes biogénicos e habitats ameaçados

Várias espécies de algas coralinas vermelhas (Coralinácea) são incluídas na terminologia "maerl". Essas espécies podem formar leitos extensivos nos habitats preferenciais de sedimentos grosseiros de gravilha, areias limpas, ou sedimentos mistos enlameados, e ocorrem principalmente em áreas abrigadas com corrente fraca (OSPAR Commission 2010b). Os campos de maerl são considerados prioritários na OSPAR e listados como ameaçados e/ou em declínio (OSPAR 2008). Os campos de maerl também estão classificados como ameaçados na lista vermelha para os habitats marinhos no Atlântico nordeste (*EU Red List of marine habitats*; Gubbay et al. 2016).

Os únicos registos conhecidos de maerl ocorrem em quatro ilhas num total de 17 registos: três no Faial (entre 43 – 69m de profundidade), 12 no Pico (<5 – 70m), um em São Miguel (<5m) e um em Santa Maria (79m) (Figura 39). Estas ocorrências foram amostradas com vídeos e recolha *in situ* (Rosas-Alquicira et al. 2009; Hawkins et al. 1990; projeto GEMAS [DROTRH contract]; missão Bancos DOP 2005). Embora a taxonomia das espécies que ocorrem nos Açores ainda está pouco conhecido. Espécies conhecidas incluem *Neogoniolithon brassica-florida* e *Lithophyllum crouanii* que provavelmente ocorrem mais em áreas abrigadas, como por exemplo o único local conhecido em São Miguel, e *Phymatolithon calcareum* no subtidal (Rosas-Alquicira et al. 2009; F. Tempera, com. pes.). Os registos de São Miguel e Santa Maria coincidem todos com o PNI, enquanto apenas dois dos três e quatro dos 12 registos do Faial e Pico estão dentro dos respetivos PNIs. A prospeção dos campos de maerl no âmbito do programa BALA não revelou novos registos.

Através dos mapas criados no âmbito do projeto MeshAtlantic é possível analisar parcialmente a distribuição de potenciais campos de maerl, usando a classificação de EUNIS. O habitat A5.13 ("*infra littoral coarse sediment*") inclui o habitat A5.138 ("*Association with rhodolithes in coarse sands and fine gravels mixed by waves*") do nível 5 de EUNIS (Tempera et al. 2013) que corresponde a campos de maerl (GAMPA 2016a). A maioria dos campos de maerl está classificada no habitat A5.51 (e respetivos subníveis), mas este habitat não está mapeado nos mapas do MeshAtlantic, embora existam ocorrências pontuais conhecidas (p.ex. Ilhéu de Vila Franca do Campo em São Miguel, ver em cima).



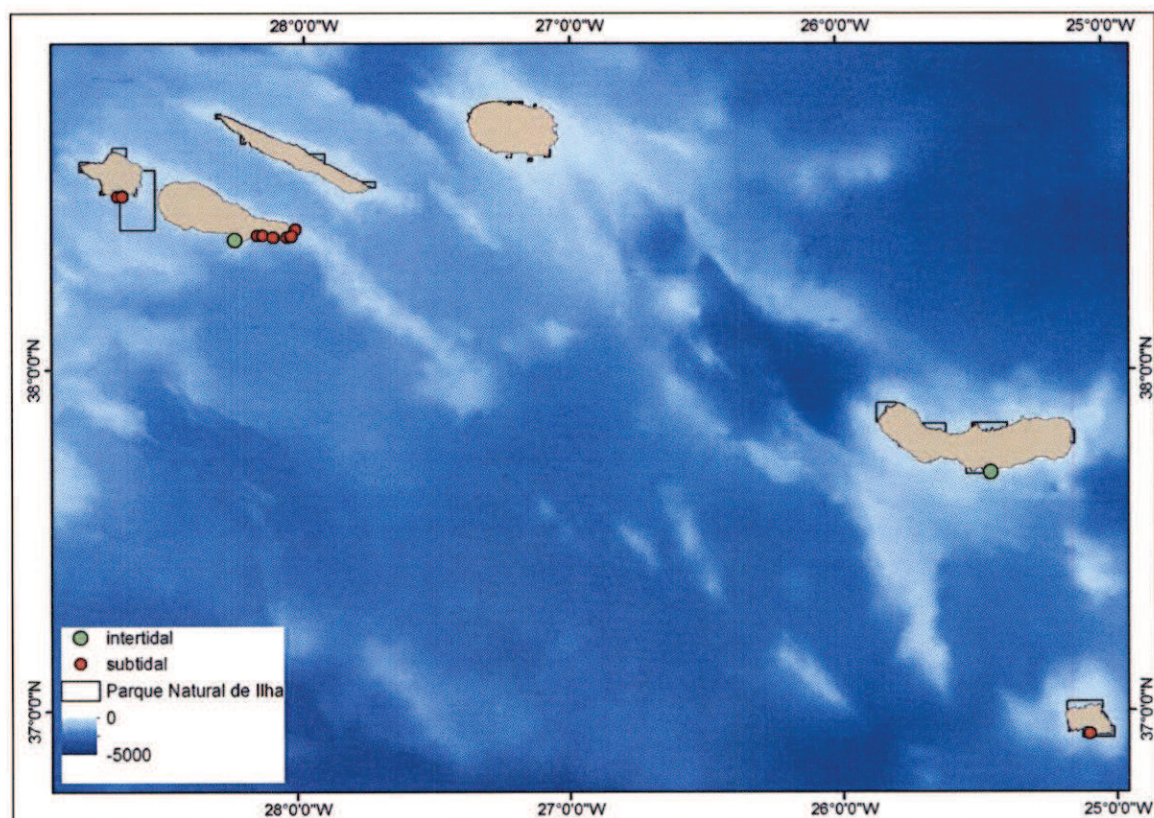


Figura 39: Ocorrências de maerl conhecidas para os Açores.

Tabela 15: Habitats de categorias EUNIS listados como ameaçados e a sua presença nos Açores (Gubbay et al. 2016).

Habitat ( <i>em inglês</i> )	Categoria	Açores
A1.24 Macaronesian communities of eulittoral rock moderately exposed to wave action	VU	-
A1.34 Macaronesian communities of lower eulittoral rock sheltered from wave action	VU	-
A2.31 Polychaete/bivalve-dominated mid-estuarine Atlantic littoral mud	EN	-
A2.32 Polychaete/oligochaete-dominated upper estuarine Atlantic littoral mud	EN	-
A2.33 Marine Atlantic littoral mud with associated communities	EN	-
A2.72 Mussel beds in the Atlantic littoral zone	EN	-
A5.13 Faunal communities in marine Atlantic infralittoral coarse sediment	VU	SIM
A5.14 Atlantic upper circalittoral coarse sediment	VU	SIM
A5.15 Atlantic lower circalittoral coarse sediment	VU	-
A5.25 Atlantic upper circalittoral fine sand	EN	SIM
A5.26 Atlantic upper circalittoral muddy sand	EN	-
A5.27 Atlantic lower circalittoral sand	EN	SIM
A5.35 Atlantic upper circalittoral fine sandy mud	EN	-
A5.36 Atlantic upper circalittoral fine mud	EN	-
A5.37 Atlantic lower circalittoral mud	EN	-
A5.44 Atlantic upper circalittoral mixed sediment	VU	-
A5.45 Atlantic lower circalittoral mixed sediment	VU	SIM
A5.51 Atlantic maerl beds	VU	SIM
A5.53 Seagrass beds on Atlantic infralittoral sand (Macaronesian)	VU	-
A5.53 Seagrass beds on Atlantic infralittoral sand (non-Macaronesian)	CR	-

CN= em perigo crítico, EN= em perigo, VU= vulnerável.



Seis dos habitats listados nas categorias ameaçadas (*EU Red List of marine habitats*; Gubbay et al. 2016) também ocorrem nos Acores (A5.13, A5.14, A5.25, A5.27, A5.45, A5.51) (Tabela 15). Para a maioria dos outros habitats faltam dados para avaliar o seu estatuto (dados insuficientes). Quatro dos restantes habitats ameaçados (A5.13, A5.14, A5.27, A5.45) ocorrem na área costeira (<200m) das ilhas (projeto MeshAtlantic). A presença de alguns destes habitats na área costeira é geralmente menos comum, ou seja, eles cobrem pequenas áreas (p.ex. A5.13, A5.27; Tabela16). A representatividade dentro dos PNI varia entre “ausente” e “excelente” (Tabela 17).

Tabela 16: Proporção de cobertura (%) de diferentes tipos de sedimento (EUNIS nível 4) até 200m por ilha. Habitats menos comuns (cobertura <5%) estão indicados em vermelho (adaptado de Solleliet-Ferreira 2016).

EUNIS 4	Corvo	Flores	Faial & Pico	Graciosa	São Jorge	Terceira	São Miguel	Santa Maria	Formigas	Azores
A5.13*	-	2,74	3,30	1,15	2,93	5,97	2,92	40,57	8,57	7,48
A5.14*	-	7,20	1,33	12,66	1,06	21,70	10,88	31,89	2,63	13,95
A5.15	-	0,43	0,19	15,63	-	14,06	7,05	3,24	1,21	7,66
A5.24	-	-	0,01	-	3,12	-	0,28	-	-	0,31
A5.26	-	-	0,02	-	7,26	-	0,55	-	-	0,69
A5.27*	4,85	3,89	5,40	11,22	0,18	0,73	16,58	2,34	0,94	6,83
A5.33	-	-	0,67	-	-	-	-	-	-	0,04
A5.35	-	-	0,91	-	-	0,01	-	-	-	0,06
A5.43	39,43	19,72	50,67	15,13	12,59	15,24	18,79	7,98	21,89	18,25
A5.44	53,96	51,19	29,82	24,08	52,66	20,05	32,66	9,40	64,12	30,01
A5.45*	1,76	14,82	7,68	20,14	20,21	22,25	10,30	4,59	0,63	14,73

\* Habitat ameaçado (EU Red List; Gubbay et al. 2016)

Tabela 17: Área total (em km<sup>2</sup>) de diferentes tipos de sedimento (EUNIS habitat nível 4) até as 200m por ilha. As cores mostram a representatividade do habitat dentro dos Parques Naturais de Ilha (adaptado de Solleliet-Ferreira 2016).

EUNIS 4	Corvo	Flores	Faial & Pico	Graciosa	São Jorge	Terceira	São Miguel	Santa Maria	Formigas
A5.13*	-	2,077	1,552	1,131	1,603	10,336	5,118	30,940	1,054
A5.14*	-	5,457	0,626	12,489	0,580	37,568	19,047	24,319	0,324
A5.15	-	0,328	0,088	15,422	-	24,345	12,347	2,473	0,149
A5.24	-	-	0,007	-	1,711	-	0,486	-	-
A5.26	-	-	0,009	-	3,982	-	0,959	-	-
A5.27*	0,327	2,950	2,543	11,075	0,097	1,261	29,023	1,782	0,116
A5.33	-	-	0,315	-	-	-	-	-	-
A5.35	-	-	0,428	-	-	0,015	-	-	-
A5.43	2,653	14,940	23,852	14,926	6,900	26,393	32,900	6,087	2,692
A5.44	3,631	38,783	14,037	23,756	28,861	34,710	57,190	7,166	7,884
A5.45*	0,118	11,230	3,617	19,867	11,076	38,523	18,029	3,503	0,077
Representatividade habitat PNI	0% Ausente	<20% Minimal	20-30% Satisfatório	30-40% Bom	>40% Excelente				

\* Habitat ameaçado (EU Red List; Gubbay et al. 2016)



## 7. Referências

- Braga-Henriques A, Porteiro FM, Ribeiro PA, De Matos V, Sampaio Í, Ocaña O, Santos RS (2013) Diversity, distribution and spatial structure of the cold-water coral fauna of the Azores (NE Atlantic). *Biogeosciences* 10(6): 4009–4036.
- Connor DW, Allen JH, Golding N, Howell KL, Lieberknecht LM, Northen KO, Reker JB (2004) Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. JNCC, Peterborough. Disponível online: [www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification](http://www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification).
- European Commission (2013) Interpretation manual of European Union habitats. EUR 28, 144pp.
- GAMPA (2015) Componente marinha dos Parques Naturais de Ilha: uma radiografia da rede de Áreas Marinhas Protegidas costeiras dos Açores, Relatório técnico do programa BALA, 114 pp.
- GAMPA (2016a) Proposta de Plano de Ação: Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha – Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA).
- GAMPA (2016b) Relatório 4.1 MONIZEC: Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha – Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA). 37 pp.
- Garanja HM (2009) Rocky Coasts. In: Isla FI (Ed.) Coastal Zones and Estuaries. EOLSS, UK, pp 135-163. Disponível online: <http://www.eolss.net/Sample-Chapters/C09/E2-06-02-01.pdf>.
- Gubbay S, Sanders N, Haynes T, Janssen JAM, Rodwell JR, Nieto A, García Criado M, Beal S, Borg J, Kennedy M, Micu D, Otero M, Saunders G, Calix M (2016) European Red List of Habitats - Part 1, Marine habitats. European Union, 46pp.
- GUE (2014) Cruise Report - Azores leg of Project Baseline 2014 Global Expedition. University of the Azores, Department of Oceanography and Fisheries, 19pp.
- Hawkins SJ, Burnay LP, Neto AI, Tristão da Cunha R, Frias AF (1990) A description of the zonation patterns of molluscs and other biota on the south coast of São Miguel, Azores. In: Martins AM, de Frias (Eds.) Proceedings of the First International Workshop of Malacology, São Miguel, Açores, 1988, The Marine Fauna and Flora of the Azores. Açoreana, Suplemento [2]: 21-38
- Jackson EL, Hiscock K, Evans J, Seeley B, Lear D (2009) Investigating the existing coverage and subsequent gaps in protection and providing guidance on representativity and replication for a coherent network of Marine Protected Areas in England's territorial waters. Natural England Commissioned Report 018, prepared by the Marine Life Information Network (MarLIN), Marine Biological Association of the UK, Plymouth, UK.
- Olenin S & Ducrotoy J (2006) The concept of biotope in marine ecology and coastal management. *Marine Pollution Bulletin* 53(1–4): 20–29.
- OSPAR (2008) OSPAR list of threatened and/or declining species & habitats, Reference Number: 2008-6, Disponível online: <http://www.ospar.org/work-areas/bdc/species-habitats/list-of-threatened-declining-species-habitats>.



- OSPAR Commission (2010a) Background document for Coral gardens. Biodiversity Series, Publication Number 486/2010, 39pp.
- OSPAR Commission (2010b) Background document for Maërl beds. Publication Number: 491/2010, 34pp.
- Quartau R, Hipólito A, Romagnoli C, Casalbore D, Madeira J, Tempera F, Roque C, Chiocci FL (2014) The morphology of insular shelves as a key for understanding the geological evolution of volcanic islands: Insights from Terceira Island (Azores). *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 15: 1801–1826, *doi:10.1002/2014GC005248*.
- Rosas-Alquicira E, Riosmena-Rodríguez R, Couto RP, Neto AI (2009) New additions to the Azorean algal flora, with ecological observations on rhodolith formations. *Cahiers de Biologie Marine* 50(2): 143-151.
- Söffker M, Sloman KA, Hall-Spencer JM (2011) In situ observations of fish associated with coral reefs off Ireland. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 58(8): 818–825.
- Solleliet-Ferreira S (2016) Assessing representativeness and mapping of coastal habitats in MPAs of the Azores using the European Nature Information System (EUNIS). MSc Thesis, La Rochelle University, 52 pp.
- Tempera F, Atchoi E, Amorim P, Gomes-Pereira J, Gonçalves J (2013) Atlantic Area Marine Habitats, Adding new Macaronesian habitat types from the Azores to the EUNIS Habitat Classification. Technical Report No, 4/2013 - MeshAtlantic, IMAR/DOP-UAç, Horta, 126pp.
- Vasquez M, Mata Chacón D, Tempera F, O'Keeffe E, Galparsorol, Alonso JLS, Gonçalves JMS, Bentes L, Amorim P, Henriques V, McGrath F, Monteiro P, Mendes B, Freitas R, Martins R, Populus J (2015) Broad-scale mapping of seafloor habitats in the north-east Atlantic using existing environmental data. *Journal of Sea Research* 100: 120-132.
- Wallenstein FL (2011) Rocky Shore Macroalgae Communities of the Azores (Portugal) and the British Isles: a comparison for the development of ecological quality assessment tools. IV Congresso da Ordem dos Biólogos e II Congresso dos Biólogos dos Açores, Painel "Biologia Marinha e Oceanografia", Abstract Book, p. 54. Ponta Delgada, Açores, 13-15 de Outubro.

## 8. ANEXOS

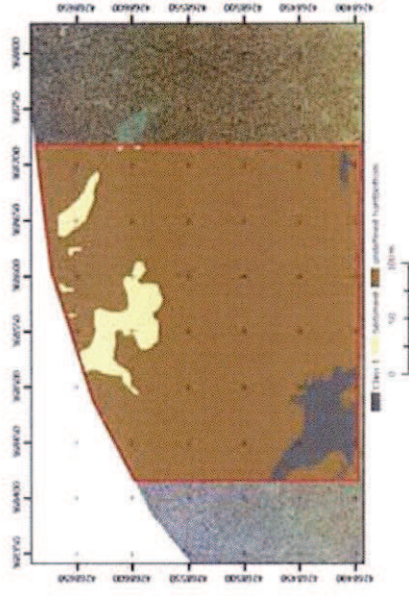




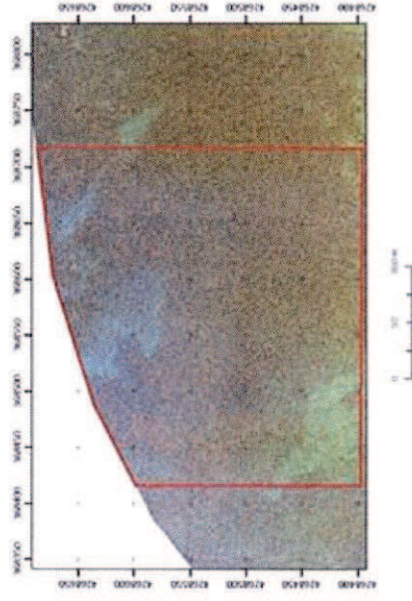


## Example 2

More detailed classification – deep water



## More detailed classification – deep water



## „aerial“ Bathymetric data

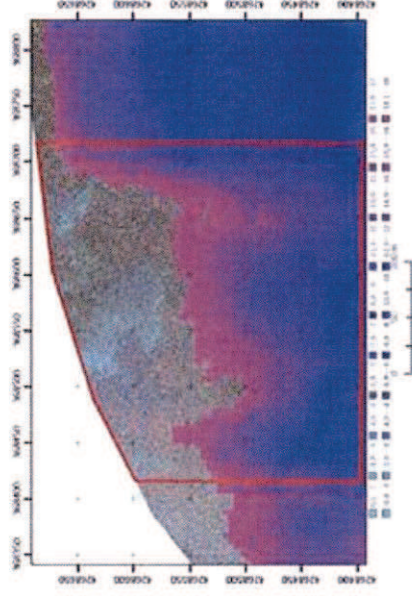


Figura A1: Exemplos da classificação do tipo de fundo em áreas mais fundas (©EOMAP).





EOMAP GmbH & Co.KG., Schlosshof 4, 82229 Seefeld, Germany

Pedro Afonso  
Biólogo Marinho / Marine Biologist  
IMAR – Universidade dos Açores  
Guest Scientist, Woods Hole Oceanographic Institution  
(US)

Dr. Knut Hartmann

EOMAP GmbH & Co.KG  
Schloss Seefeld  
Schlosshof 4  
82229 Seefeld, Germany

Telefon +49 8152-9986113  
Telefax +49 8152-9986129  
E-mail [hartmann@eomap.de](mailto:hartmann@eomap.de)  
Internet [www.eomap.com](http://www.eomap.com)

Seefeld, 2016-02-11

Tender-No: 20160211-2

## Satellite Derived Seafloor Mapping Azores

Appendix 1: Area of interest

Appendix 2: Service Description

Appendix 3: Terms and Conditions

Appendix 4: General Conditions for EOMAP Services

Appendix 5: Technology and EOMAP Value Proposition

Dear Mr. Afonso,

in response to your request we are offering the services for mapping shallow water bathymetry, habitats and reflectance data.

### 1. Positions and costs

Position No.	Position	Costs (€)
P1	<b>EOMAP High Resolution Seafloor Mapping bundle</b> <u>AOI size:</u> Azores islands <u>Spatial resolution:</u> 4.0m <u>Approx. max depth contour:</u> 10-20m Satellite image costs included	110,000 €

*All prices excluding GST (not applicable).*

### 2. Delivery schedule

Position No.	Position	Delivery date*
P1	EOMAP High Resolution Seafloor Mapping bundle	Within three (3) months after ordering. Optional: Intermediate deliverables after each month

*\* Delivery can be as soon as possible or at pre-determined delivery intervals*

### 3. Payment schedule

Position No.	Payment schedule
P1	30% of total contract volume at time of ordering 70% of total contract volume at time of final delivery

Payments are due without deduction within 3 weeks time after invoice date to our account.

### 4. Terms of the contract

See appendix 2 (Service description), appendix 3 (Terms and Conditions for Users of EOMAP Products) and appendix 4 (General Conditions for EOMAP Services).

### 5. Other terms

Independent on legal grounds, EOMAP will only be liable or responsible for intentional or wantonly negligent caused claims. The offer is time limited up to **2016-05-31**.

Sincerely yours,

EOMAP GmbH & Co.KG  
SATOP GmbH



Dr. Knut Hartmann  
Head of Bathymetry and Seafloor Group



## Appendix 1

### Area of Interest

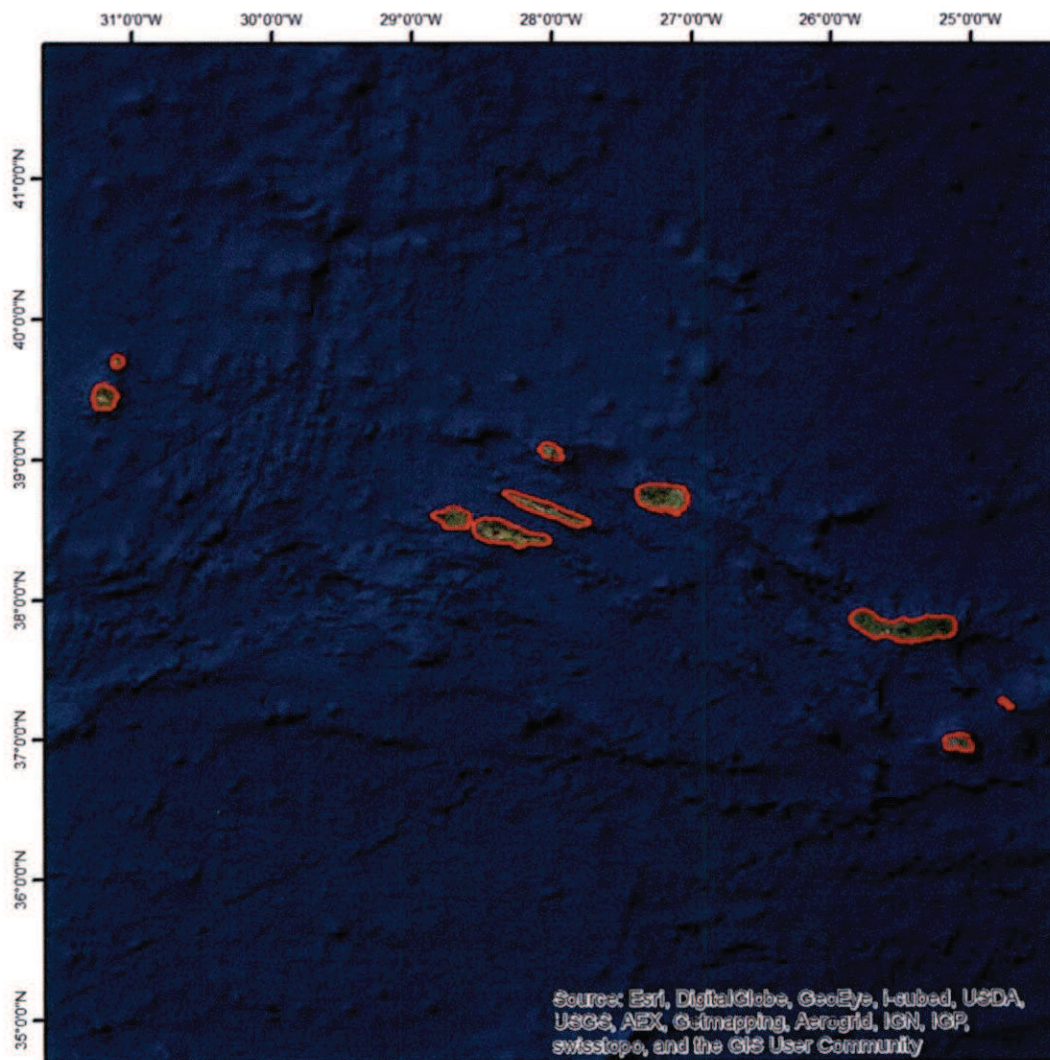


Figure 1: Area of interest: Azores islands.

## Appendix 2 Service Description

### 1. Generation / Provision of EOMAP Seafloor services

P1 processing includes:

- Satellite Data purchase/access
- Data import & conversion, quality inspection, radiometric calibration
- Land-Water masking
- Aerosol retrieval, atmospheric & water surface correction
- Specific optical properties analysis
- Retrieval of water constituent concentrations
- Analysis of main sea bottom albedo types
- Water Depth processing through bio-physical inversion model MIP
- Use user provided and available in-situ data for calibration/validation purposes – if provided by the client
- Referencing the Satellite Derived Water Depth to a defined Datum, such as the Chart Datum, using predicted tides or other provided tidal information.
- Object based seafloor reflectance classification according to texture and spectral characteristics
- Linking identified classes to habitat types – if provided by client
- Creation of ISO 19115 conform metadata

### 2. Deliverables

For each position ordered the following deliverable will be delivered:

Position No.	Position	Formats
P1	EOMAP Satellite Derived Bathymetry	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Bathymetry</b> data (32bit floating GeoTIFF, ASCII XYZ file)</li><li>• <b>Subsurface reflectance</b> data (GeoTIFF)</li><li>• <b>Seafloor reflectance</b> data (GeoTIFF)</li><li>• <b>Seafloor habitat classification</b> (ESRI polygon shapefile), including relevant attributes</li><li>• <b>Satellite image</b> data (Single User License, GeoTIFF, 0.5/2.0 m spatial resolution)</li><li>• Metadata (XML)</li><li>• Map (PDF)</li><li>• On request: Fledermaus SD file, KMZ file, contour lines, etc.</li><li>• High resolution satellite imagery, 2m spatial resolution (GeoTIFF)</li></ul>





### **Appendix 3 Terms and Conditions**

#### **Terms and Conditions for Users of EOMAP products:**

See document *EOMAP\_Product\_EULA2014Dec19.pdf*, attached to the proposal.

#### **Further terms:**

##### **Responsibility relating to data quality:**

Earth observation data are in general recorded under changing environmental conditions. EOMAP value adding software corrects for most relevant environmental conditions. However, with respect to the physical nature of the remote sensing method the achievable product quality can differ due to varying observation angles, varying atmospheric, surface and in-water conditions or changing sensor raw data quality with each scene. Therefore, EOMAP cannot take any responsibility caused by the usage and interpretation of the remote sensing products. Of course, EOMAP will undertake all possible efforts to assure a constant product quality.

## **Appendix 4 General Conditions for EOMAP GmbH & Co.KG Services**

### **Art. 1 Offer and Contract Conclusion**

1. The contract shall be brought about upon our written confirmation of order or upon execution of the order.
2. EOMAP shall reserve proprietary rights and copyrights of drawings and technical documents attached to the offer. They shall not be made available to third parties. If the contract is not awarded, relevant documents shall be returned to EOMAP without delay upon request.

### **Art. 2 Scope of Performance**

1. The scope of performance shall be governed by EOMAP's confirmation of order. Where such confirmation is not available, it shall be governed by EOMAP's version of the offer, alternatively the order of the customer.
2. Additional arrangements and amendments to the contract shall only have legal effect if confirmed in writing by EOMAP. Should the customer demand in writing that the original scope of the contract be amended and/or extended, such amendment shall be binding, in deviation with Sentence 1, if EOMAP takes up activities in the sense of the amended scope of contract.

### **Art. 3 Remuneration**

1. Remuneration shall be due, unless otherwise agreed, in accordance with the following payment schedule:  
30 % following signing/awarding of the contract;  
30 % upon expiry of half of the contractually agreed term of the contract;  
40 % after completion of the contract or upon delivery of the final report.
2. Payments shall be made net within 30 days after invoicing into the account indicated on the EOMAP letterhead.

### **Art. 4 Performance Periods**

1. The contractually agreed performance periods shall be extended accordingly if the customer does not make provisions within the term agreed and free of faults, or does not fulfil its obligations in any other manner. Additional costs resulting from such shall be incumbent on the customer.
2. The performance periods shall be extended by a reasonable time if unforeseen obstacles arise, such as labour disputes, force majeure, public measures and similar events.

### **Art. 5 Acceptance**

1. As soon as EOMAP has furnished the contractually agreed service, the customer shall be obliged to accept it without delay.
2. If no express statement is issued, acceptance shall be deemed to have taken place if this declaration (e.g. acceptance report) of the customer has not been received by EOMAP within 2 weeks following delivery of the final report or following delivery of the service in another suitable form.

### **Art. 6 Warranty**

1. The warranty shall cover the application of scientific diligence as well as the observance of accepted rules of technical practice. Assertion of warranty claims shall be limited to a period of 6 months after acceptance of the service. EOMAP shall not assume a warranty thereafter.
2. The warranty claims of the customer shall be limited to the rectification of defects. The extent of the claim for rectification shall be limited to the sum of the value of the contract.
3. If services of EOMAP involve outside services, the warranty of EOMAP shall be limited to assignment of rights against the producer.

### **Art. 7 Liability**

1. Liability for personal injury and material damages resulting from violations of the contract and from offences shall be limited to damages caused by wilful and grossly negligent acts. In the case of gross negligence, the liability of EOMAP shall be limited to the value of the contract, but to a maximum of 25,000.00 EURO.
2. Further claims for damages by the customer, in particular claims for compensation for direct and indirect damage, including loss of anticipated profit, shall be excluded.

### **Art. 8 Rights to Results**

1. Results shall be defined as knowledge attained and written down in notes, descriptions and modes of test procedures during the execution of the contract as well as developed designs and other development objects.
2. The customer shall be granted non-exclusive and gratuitous usufruct to results that are non-protectable or rights not protected by copyright. Rights to protectable results shall be regulated in the following Article 9. Transfers of ownership of designs and other development objects shall be agreed separately.

### **Art. 9 Industrial Property Rights and Works Protected by Copyright**

1. EOMAP shall make unlimited use of inventions produced by employees of EOMAP in the contract field during execution of the contract, and register property rights. These property rights shall be due exclusively to EOMAP.

2. The parties to the contract shall make unlimited use of inventions produced jointly by employees of EOMAP and the customer in the contract field during execution of the contract, and property rights shall be registered jointly in the names of EOMAP and the customer in respect of their employees. The parties shall clarify further questions by common consent, particularly cost allocation, foreign registration, etc.

3. The customer shall be entitled to use the property rights under Paragraph 1 and 2 in return for an appropriate fee. The appropriateness shall take the employer/employee relationship into consideration. The type and extent of usufruct granted shall require separate agreement.

4. The above shall apply analogically for works protected by copyright.

### **Art. 10 Right of Retention: Retention of Title**

1. EOMAP shall retain ownership of objects delivered until remuneration has been paid in full.
2. The customer shall only acquire usufruct for the results when the agreed remuneration has been paid in full.
3. If the customer fails to fulfil its contractual obligations, in particular by non-payment of partial remuneration, EOMAP shall be entitled to withhold its services.

### **Art. 11 Confidentiality**

1. All technical and economic information of EOMAP, particularly intentions, knowledge and experience ranging beyond the pure contract result, shall be kept strictly confidential by the customer. This information shall neither be used nor made available to third parties without express written permission. The customer shall obligate its employees accordingly.
2. The obligation to secrecy under Paragraph 1 shall not apply to information that provably
  - a) was already common knowledge at the time of its delivery;
  - b) was already known by the recipient at the time of its delivery;
  - c) became common knowledge without the involvement of the recipient after delivery;
  - d) was made available to the recipient after its delivery by another party in a legally permissible manner and without limits with regard to secrecy or use.

### **Art. 12 Publications**

1. EOMAP and its research assistants shall be entitled to scientific publication of the results achieved within the scope of the contract.
2. The customer, after prior written agreement with EOMAP, shall be entitled to publish the quoting the author and EOMAP.

### **Art. 13 Termination**

1. The customer shall be entitled to terminate the contractual relationship within a period of one month until the end of the seventh month of the contract if, after six months since work is commenced, no substantial progress has been made for reasons solely within the control of EOMAP.
2. EOMAP shall be entitled to terminate within a period of four weeks, if the customer does not fulfil its duties and obligations under Article 4 despite written reminders.
3. Both parties to the contract may terminate the contract on important grounds without prior notice. Important grounds shall exist when the determined task leads to unforeseeable economic and technical difficulties, the economic utilisation of the results is excluded due to modifications of the actual or legal preconditions, or in the event of a similarly grave reason.
4. In cases of routine or exceptional termination, EOMAP shall deliver the result achieved to that date within a reasonable period. The customer shall be obligated to reimburse the costs accrued until such time in accordance with the contractual remuneration agreement.

### **Art. 14 Miscellaneous**

1. Place of performance shall be EOMAP place of business responsible for providing the service.
2. German law shall apply. Place of jurisdiction shall be Munich/Germany.
3. Should one or more provisions of this contract be invalid, the remaining provisions shall continue to be binding. The invalid provision shall be replaced by a valid provision corresponding as closely as possible to the economic result intended by the parties to the contract.
4. Further claims and rights of the customer on the basis of the contract or its negotiations shall be excluded.



## **Appendix 5 Technology and EOMAP Value Proposition**

EOMAP GmbH & Co.KG, , located at Schloss Seefeld near Munich, Germany, is the world leading company for optical remote sensing in the aquatic sector. Specializing in marine, coastal and inland water environments with up-to-date technologies, EOMAP guarantees robust and standardised products for a broad range of spatial and temporal resolutions. These products and services include water quality monitoring, satellite-derived bathymetry and seafloor habitat mapping. Our clients benefit from cost and time savings, rapid data access and worldwide applicable services. We maintain an active role on national and international levels, adapting operational and standardized technologies and innovation to meet the requirements of our clients.

**Highest level of standardization:** EOMAP services deliver harmonized, qualitatively and quantitatively comparable products, for the full range of temporal and spatial resolutions, through sensor-independent, standardized production chains. As a matter of course, EOMAP products come with OGC and Inspire conform metadata and in a number of standard formats for the easiest integration into our client data environments.

**Highest-performance, fastest and most cost effective production infrastructures:** Fully automated EOMAP water monitoring processors are installed in several satellite ground segments worldwide (Europe, Australia, Asia, America), to ensure the fastest and most efficient access to a wide range of current and future satellite sensors such as Sentinel 1,2, and 3. In addition, EOMAP processors and facilities are installed in large cloud-based infrastructures, as well as offices and data hubs in Germany, Malaysia, Singapore and India. Our orchestration software, the EOMAP Workflow System EWS, ensures a continuous, 365/24 production.

**Latest state-of-the-art:** Uncertainties in earth observation products are subject to a large number of environmental impacts that should be accounted for. No other service provider comes with the full compilation of automated, sensor-independent algorithms and processors for

- the correction of the adjacency effect, which is relevant for coastal and inland waters
- the fully coupled retrieval and correction for atmospheric aerosol and in-water optical conditions
- water quality estimation with the physically accurate implementation of bidirectional effects in water, at water surface and in the atmosphere, and of the full range of absorbing and scattering properties in the water body.

**Experience and reliability:** EOMAP is world's largest and most experienced commercial provider of high-resolution water quality and shallow water bathymetry & sea floor mapping services. EOMAP technologies are based on the highest degree of maturity through 30 years of long-term developments with a uniquely experienced team. The multidisciplinary team consists of physicists, mathematicians, geo-information scientists, geographers, geo-ecologists and multi-national experts from Germany, Russia, Australia, Singapore and USA. EOMAP delivers professional services to a number of industrial and governmental industries globally since 2006.

**Outstanding access and support:** EOMAP provides experienced support to clients in all relevant matters, and offers convenient access through a number of delivery mechanisms such as the online eoApp Web application. EOMAP clients profit from

- very user friendly, client-defined access and product integration mechanism,
- world leading earth observation information products,
- a clear understanding of service capabilities, product definition and uncertainties



## Publications:

### Water Quality:

- Heege, T., Kiselev, V., Wettle, M., Hung, N.N., 2014: Operational multi-sensor monitoring of turbidity for the entire Mekong Delta, *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 35, Issue 8, 2014, p. 2910-2926
- Kiselev, V., Bulgarelli, B. and Heege, T. (2014): Sensor independent adjacency correction algorithm for coastal and inland water systems. *Remote Sensing of Environment*.
- Richter, R., Heege, T., Kiselev, V., and Schlöpfer, D. (2014): Correction of ozone influence on TOA radiance. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 35, 8044-8056.
- Wettle, M., Heege, T., Schenk, K., 2014: Near-real-Time Environmental Monitoring of all Australian Waters. *Sea Technology* October 2014, pp.23-26.
- Dredging Monitoring Project summary of Woodside Energy, Hausknecht, P., 2010:  
<http://earth.eo.esa.int/workshops/gasoil2010/Hausknecht.pdf>
- Heege T, Kiselev V., Odermatt D., 2008: How can I map water constituent concentrations? In: Fitoka E & Keramitsoglou I 2008 (editors). *Inventory, assessment and monitoring of Mediterranean Wetlands: Mapping wetlands using Earth Observation techniques*. EKBY & NOA. MedWet publication. (scientific editor Riddiford NJ).
- Wettle M and Dekker A.G. (2005). *Monitoring bleaching of tropical coral reefs from space; a one year feasibility study*. CSIRO Wealth from Oceans report.
- Heege, T., Fischer, J. (2004): Mapping of water constituents in Lake Constance using multispectral airborne scanner data and a physically based processing scheme. *Can. J. Remote Sensing*, Vol. 30, No. 1, pp. 77-86
- Kiselev, V.; Bulgarelli, B. (2004). Reflection of light from a rough water surface in numerical methods for solving the radiative transfer equation. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer* 85, 419-435.
- Heege, T., Häse, C., Bogner, A., Pinnel, N. (2003): Airborne Multi-spectral Sensing in Shallow and Deep Waters. *Backscatter* p. 17-19, 1/2003
- Heege, T. & Appenzeller, A. (1998): Correlations of large-scale patterns of turbidity and pelagic fish biomass using satellite and acoustic methods. *Arch. Hydrobiol. Spec. Issues Advanc. Limnol.* 53, p. 489-503, Dec. 1998. Lake Constance, Characterization of an ecosystem in transition
- Kiselev, V.B.; Roberti, L.; Perona, G. (1995), Finite-element algorithm for radiative transfer in vertically inhomogeneous media: numerical scheme and applications. *Appl. Opt.*, 34, 8460-8471.
- Koponen, S., Kallio, K., Hommersom, A., Pitarch, J., Schenk, K., Krah, B., Heege, T. (2012): Report on FRESHMON data quality and data comparability. Available here:  
[www.freshmon.eu/static/media/uploads/downloads/fm\\_ph2\\_wp54\\_d542\\_pr.pdf](http://www.freshmon.eu/static/media/uploads/downloads/fm_ph2_wp54_d542_pr.pdf)



Bathymetry and Seafloor:

Kobryn H, Wouters K, Beckley L, Heege T (2013) Ningaloo Reef: Shallow Marine Habitats Mapped Using a Hyperspectral Sensor. PLoS ONE 8(7): e70105. 22 pages,  
doi:10.1371/journal.pone.0070105

Brusch, S., Pleskachevsky, A., Lehner, S., Heege, T (2012): " Synergy and fusion of optical and synthetic aperture radar satellite data for underwater topography estimation in coastal areas ", Proc. IGARSS, Paper 330-1, p. 1-4

Cerdeira-Estrada S., Heege, T., Kolb M., Ohlendorf S., Uribe A., Müller A., Garza R., Ressler R., Aguirre R., Marino I., Silva R., Martell, R. (2012): Benthic habitat and bathymetry mapping of shallow waters in Puerto Morelos reefs using remote sensing with a physics based data processing, Proc. IGARSS, p. 1-4

Siermann, J., Harvey, C., Morgan, G., & Heege, T. (2014, January 19). Satellite derived Bathymetry and Digital Elevation Models (DEM). International Petroleum Technology Conference.  
doi:10.2523/17346-MS

Wettle M, Hartmann K (2014) High Resolution Mapping Of The Entire Great Barrier Reef  
<http://www.satmagazine.com/story.php?number=137859623>

Tabela A18 (5 páginas): Resultados das análises de vídeos filmados com remote underwater video.

Ilha	Prof. (m)	Data	Hora	Lat	Long	Área	Tipo de fundo		VME	Grupo	Família	Gênero	Espécie	Nr.	Comentário
							I	II							
Corvo	185	23/08/2016	09:44	39.6709	-31.1468	porto da areia	sand	biogenic	yellow coral & sponge field						1
Corvo	185	23/08/2016	09:44	39.6709	-31.1468	porto da areia	sand	biogenic	yellow coral & sponge field	Sharks	Triakidae	<i>Galeorhinus</i>	<i>G. galeus</i>	1	
Corvo	185	23/08/2016	09:44	39.6709	-31.1468	porto da areia	sand	biogenic	yellow coral & sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		field	
Corvo	185	23/08/2016	09:44	39.6709	-31.1468	porto da areia	sand	biogenic	yellow coral & sponge field	Corals	Dendrophyllidae	<i>Eguchipsammia</i>	<i>Eguchipsammia sp</i>	1	
Corvo	172	23/08/2016	09:53	39.6716	-31.1463	porto da areia	sand	biogenic	sponge field						2
Corvo	172	23/08/2016	09:53	39.6716	-31.1463	porto da areia	sand	biogenic	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		field	
Corvo	172	23/08/2016	09:53	39.6716	-31.1463	porto da areia	sand	biogenic	sponge field	Sharks	Triakidae	<i>Galeorhinus</i>	<i>G. galeus</i>	1	
Corvo	137	23/08/2016	10:02	39.6719	-31.1453	porto da areia	sand	biogenic	no						3
Corvo	137	23/08/2016	10:02	39.6719	-31.1453	porto da areia	sand	biogenic	no	Holothuria	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>Holothuria sp</i>	2	
Corvo	108	23/08/2016	10:10	39.6723	-31.1445	porto da areia	sand	biogenic	no						4
Corvo	108	23/08/2016	10:10	39.6723	-31.1445	porto da areia	sand	biogenic	no					1	seastar
Corvo	79	23/08/2016	10:22	39.673	-31.1441	porto da areia	sand	biogenic	no						ripples areia; 5
Corvo	49	23/08/2016	10:39	39.6729	-31.1383	porto da areia	sand	biogenic	no						ripples; 6
Corvo	201	23/08/2016	11:33	39.7374	-31.1464	ponta do marco	coarse gravel & sand	biogenic	no						7
Corvo	168	23/08/2016	11:47	39.7373	-31.1458	ponta do marco	coarse gravel & sand	biogenic	no	Sharks	Triakidae	<i>Galeorhinus</i>	<i>G. galeus</i>	1	
Corvo	168	23/08/2016	11:47	39.7373	-31.1458	ponta do marco	coarse gravel & sand	biogenic	no						8
Corvo	135	23/08/2016	12:00	39.7371	-31.1448	ponta do marco	coarse gravel & sand	biogenic	no						9
Corvo	110	23/08/2016	12:07	39.7366	-31.144	ponta do marco	coarse gravel & sand	biogenic	no						ripples; 10
Corvo	82	23/08/2016	12:15	39.7344	-31.1395	ponta do marco	leito irregular	biogenic	black coral						11
Corvo	82	23/08/2016	12:15	39.7344	-31.1395	ponta do marco	leito irregular	biogenic	black coral	Fish	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>S. atricauda</i>	1	



Corvo	82	23/08/2016	12:15	39.7344	-31.1395	ponta do marco	leito irregular biogenic	black coral	Fish	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>C. limbata</i>	18
Corvo	82	23/08/2016	12:15	39.7344	-31.1395	ponta do marco	leito irregular biogenic	black coral	Fish	Labridae	<i>Coris</i>	<i>C. julis</i>	1
Corvo	82	23/08/2016	12:15	39.7344	-31.1395	ponta do marco	leito irregular biogenic	black coral	Corals	Myriopathidae	<i>Antipathella</i>	<i>A. wollastoni</i>	1
Corvo	49	23/08/2016	12:24	39.7315	-31.1314	ponta do marco	cristas biogenic	no					12
Corvo	49	23/08/2016	12:24	39.7315	-31.1314	ponta do marco	cristas biogenic	no	Fish	Labridae	<i>Coris</i>	<i>C. julis</i>	1
Corvo	49	23/08/2016	12:24	39.7315	-31.1314	ponta do marco	cristas biogenic	no	Fish	Ballistidae	<i>Balistes</i>	<i>B. capricornus</i>	7
Corvo	201	23/08/2016	13:03	39.7324	-31.0732	moldinho	coarse gravel & sand biogenic	no					14
Corvo	174	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	moldinho	leito irregular sand	sponge field					15
Corvo	174	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	moldinho	leito irregular sand	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		1
Corvo	174	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	moldinho	leito irregular sand	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		field
Corvo	210	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	baixa do vale	leito irregular sand	yellow coral & sponge field					20
Corvo	210	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	baixa do vale	leito irregular sand	yellow coral & sponge field	Corals	Dendrophyllidae	<i>Eguchipsammia</i>	<i>Eguchipsammia sp</i>	1
Corvo	210	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	baixa do vale	leito irregular sand	yellow coral & sponge field	Holothuria	Holothuriidae	<i>Holothuria</i>	<i>Holothuria sp</i>	1
Corvo	210	23/08/2016	13:13	39.7298	-31.0728	baixa do vale	leito irregular sand	yellow coral & sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		1
Corvo	141	23/08/2016	13:22	39.7285	-31.0713	moldinho	coarse gravel & sand biogenic	no					16
Corvo	113	23/08/2016	13:30	39.7269	-31.0703	moldinho	sand biogenic	no					ripples; 17
Corvo	49	23/08/2016	13:48	39.7212	-31.076	moldinho	sand biogenic	no					ripples; 19
Corvo	165	23/08/2016	14:28	39.6791	-31.0729	baixa do vale	leito irregular sand	sponge field					21
Corvo	165	23/08/2016	14:28	39.6791	-31.0729	baixa do vale	leito irregular sand	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		Porifera white
Corvo	134	23/08/2016	14:37	39.6785	-31.0745	baixa do vale	leito irregular sand	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		22
Corvo	134	23/08/2016	14:37	39.6785	-31.0745	baixa do vale	leito irregular sand	sponge field	Fish	Chalinidae	<i>Haliclona</i>	<i>Haliclona sp</i>	Haliclona implexa
Corvo	134	23/08/2016	14:37	39.6785	-31.0745	baixa do vale	leito irregular sand	sponge field					23
Corvo	108	23/08/2016	14:45	39.6785	-31.0761	baixa do vale	sand rock	no					24
Corvo	82	23/08/2016	14:52	39.6789	-31.0782	baixa do vale	sand biogenic	no					ripples; 25
Corvo	49	23/08/2016	15:00	39.6791	-31.0802	baixa do vale	sand biogenic	no					26
Corvo	198	23/08/2016	16:48	39.6571	-31.1171	boqueirao	sand biogenic	yellow coral & sponge field					Porifera white
Corvo	198	23/08/2016	16:48	39.6571	-31.1171	boqueirao	sand biogenic	yellow coral & sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		field
Corvo	198	23/08/2016	16:48	39.6571	-31.1171	boqueirao	sand biogenic	yellow coral & sponge field	Corals	Dendrophyllidae	<i>Eguchipsammia</i>	<i>Eguchipsammia sp</i>	6







S.Miguel	86	09/09/2016	10:19	37.6991	-25.5222	caloura w	boulder 1-3	sand	sponge field	Fish	Serranidae	Anthias	A. anthias	nuvem
S.Miguel	86	09/09/2016	10:19	37.6991	-25.5222	caloura w	boulder 1-3	sand	sponge field	Fish	Sparidae	Diplodus	D. vulgaris	2
S.Miguel	65	09/09/2016	10:30	37.7015	-25.5223	caloura w	boulder 1-3	sand	no					36
S.Miguel	130	09/09/2016	10:54	37.6853	-25.509	caloura w	coarse gravel & sand	biogenic	coral garden & sponge field					49
S.Miguel	130	09/09/2016	10:54	37.6853	-25.509	caloura w	coarse gravel & sand	biogenic	coral garden & sponge field	Corals	Ellisellidae	Viminella	V. flagellum	field
S.Miguel	130	09/09/2016	10:54	37.6853	-25.509	caloura w	coarse gravel & sand	biogenic	coral garden & sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		1
S.Miguel	130	09/09/2016	10:54	37.6853	-25.509	caloura w	coarse gravel & sand	biogenic	coral garden & sponge field	Fish	Chalinidae	Haliclona	Haliclona sp	field
S.Miguel	130	09/09/2016	10:54	37.6853	-25.509	caloura w	coarse gravel & sand	biogenic	coral garden & sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		1
S.Miguel	130	09/09/2016	10:54	37.6853	-25.509	caloura w	coarse gravel & sand	biogenic	coral garden & sponge field					1
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field					42
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field	Fish	Fishing Gear			
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field	Fish	Serranidae	Anthias	A. anthias	2
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field	Fish	Serranidae	Serranus	S. atricauda	1
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field					Cnidaria,
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field					hydrozoan, Agla
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		openia sp
S.Miguel	112	09/09/2016	11:06	37.6898	-25.5093	caloura w	leito irregular	biogenic	sponge field	Sponges	Sponge	Sponge		porifera white
S.Miguel	43	09/09/2016	11:26	37.7023	-25.5094	caloura	leito irregular	sand biogenic	no					encrusting
S.Miguel	43	09/09/2016	11:26	37.7023	-25.5094	caloura	leito irregular	sand biogenic	no	Fish	Sparidae	Diplodus	D. vulgaris	40
S.Miguel	43	09/09/2016	11:26	37.7023	-25.5094	caloura	leito irregular	sand biogenic	no	Fish	Serranidae	Serranus	S. atricauda	1
S.Miguel	200	09/09/2016	13:29	37.6887	-25.429	vila franca E	sand	biogenic	no					59
S.Miguel	142	09/09/2016	13:44	37.6907	-25.4303	vila franca E	sand	biogenic	no					ripples; 58
S.Miguel	113	09/09/2016	13:52	37.6924	-25.4296	vila franca E	parede	sand biogenic	no					57
S.Miguel	113	09/09/2016	13:52	37.6907	-25.4303	vila franca E	parede	sand biogenic	no	Fish	Serranidae	Serranus	S. atricauda	1
S.Maria	50	12/09/2016	17:17	36.9331	-25.093	pedrinha	leito irregular	sand	black coral					60
S.Maria	50	12/09/2016	17:17	36.9331	-25.093	pedrinha	leito irregular	sand	black coral	Fish	Serranidae	Serranus	S. atricauda	1
S.Maria	50	12/09/2016	17:17	36.9331	-25.093	pedrinha	leito irregular	sand	black coral	Corals	Myriopathidae	Antipathella	A. wollastoni	5
S.Maria	50	12/09/2016	17:17	36.9331	-25.093	pedrinha	leito irregular	sand	black coral	Fish	Labridae	Coris	C. julis	2
S.Maria	50	12/09/2016	17:17	36.9331	-25.093	pedrinha	leito irregular	sand	black coral	Fish	Sparidae	Diplodus	D. vulgaris	2



S.Maria	80	12/09/2016	17:28	36.9327	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Sponges	Sponge	Sponge	61
S.Maria	80	12/09/2016	17:28	36.9327	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Sea urchin	Diadematidae	Centrostrophanus	Porifera white, encrusting
S.Maria	80	12/09/2016	17:28	36.9327	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Corals	Antipathidae	Antipathes sp.	2
S.Maria	80	12/09/2016	17:28	36.9327	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Holothuria	Holothuriidae	Holothuria sp.	3
S.Maria	80	12/09/2016	17:28	36.9327	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Serranidae	S. atricauda	garden
S.Maria	140	13/09/2016	10:55	36.9312	-25.0918	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Carangidae	N. ductor	1
S.Maria	140	13/09/2016	10:55	36.9312	-25.0918	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Sponges	Sponge	Sponge	62
S.Maria	140	13/09/2016	10:55	36.9312	-25.0918	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Corals	Antipathidae	Antipathes sp.	Porifera yellow, encrusting
S.Maria	140	13/09/2016	10:55	36.9312	-25.0918	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Serranidae	S. atricauda	garden
S.Maria	140	13/09/2016	10:55	36.9312	-25.0918	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Holothuria	Holothuriidae	Holothuria sp.	1
S.Maria	140	13/09/2016	10:55	36.9312	-25.0918	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Fishing Gear	Fishing Gear	1
S.Maria	170	13/09/2016	12:18	36.9311	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Corals	Antipathidae	Antipathes sp.	63
S.Maria	170	13/09/2016	12:18	36.9311	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Serranidae	S. cabrilla	1
S.Maria	170	13/09/2016	12:18	36.9311	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Sponges	Sponge	Sponge	Porifera yellow, encrusting
S.Maria	170	13/09/2016	12:18	36.9311	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Callanthiidae	Callanthias	5
S.Maria	170	13/09/2016	12:18	36.9311	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Fishing Gear	Fishing Gear	
S.Maria	170	13/09/2016	12:18	36.9311	-25.0934	pedrinha	leito irregular sand	black coral & sponge	Corals	Myriopathidae	Antipathella	preso na arte pesca/ID dubia
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Callanthiidae	C. ruber	64
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Serranidae	A. anthias	1
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Sponges	Sponge	Sponge	1
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Corals	Antipathidae	Antipathes sp.	garden
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Serranidae	S. atricauda	1
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Holothuria	Holothuriidae	Holothuria sp.	1
S.Maria	150	13/09/2016	17:46	36.9218	-25.0732	malbusca	leito irregular sand	black coral & sponge	Fish	Scorpaenidae	P. kuhlii	1
S.Maria	110	13/09/2016	18:03	36.9223	-25.0729	malbusca	leito irregular sand	no	Fish	Serranidae	S. atricauda	65
S.Maria	110	13/09/2016	18:03	36.9223	-25.0729	malbusca	leito irregular sand	no				