



FASE 1 _Caracterização e Diagnóstico
Definição de Âmbito da Avaliação Ambiental Estratégica

Volume II – Caracterização da Área de Intervenção

março de 2018

ÍNDICE GERAL DE VOLUMES

Volume I – Enquadramento Territorial e Socioeconómico

Volume II – Caracterização da Área de Intervenção

Volume III – Caracterizações de Pormenor

Volume IV – Síntese de Caracterização e Diagnóstico

Volume V – Avaliação Ambiental Estratégica: definição de âmbito

INDICE DO VOLUME II

1. RELEVO E GEOMORFOLOGIA	3
1.1. Enquadramento	3
1.2. Geomorfologia	4
1.3. Morfologia costeira	6
2. CONDIÇÕES GEOLÓGICAS	9
2.1. Geologia	9
2.1.1 Litoestratigrafia	9
2.1.2 Património geológico	12
2.1.3 Sismicidade	12
2.2. Geotecnia	12
2.2.1 Movimentos de massa	13
2.2.2 Características do litoral	17
2.2.3 Características do litoral	18
3. DINÂMICA COSTEIRA	21
3.1. Levantamento hidrográfico	21
3.2. Regimes de marés e correntes	22
3.3. Nível médio do mar e cenários futuros	24
3.4. Parâmetros oceanográficos e cenários futuros	25
3.5. Clima de agitação ao largo e cenários futuros	33
3.6. Modelos de propagação da agitação marítima do largo até à costa	43
3.7. Simulação da dinâmica da praia	48
3.8. Alternativas de intervenção que foram recomendadas para a praia do porto santo	51
4. RECURSOS MINERAIS	55
5. RECURSOS HÍDRICOS	57
5.1. Águas superficiais	57
5.2. Águas subterrâneas	58
5.3. Águas costeiras	59
5.4. Usos e necessidades	59
6. BIOTA DA ZONA COSTEIRA	61
6.1. Ecologia terrestre	61
6.1.1 Vegetação, Habitats e Flora	61
6.1.2 Fauna	64
6.2. Ecossistema da zona marinha	70
6.2.1 Caracterização geral dos habitats marinhos	70
6.2.2 Flora marinha	71
6.2.3 Caracterização geral da macrofauna costeira da ilha de Porto Santo e ilhéus	73

6.2.4	Estrutura das comunidades litorais	81
6.2.5	Áreas protegidas	84
6.2.6	Habitats naturais de interesse comunitário	89
7. USOS DO SOLO E PAISAGEM		91
7.1.	Uso actual o solo	91
7.2.	Usos do solo previstos	94
7.2.1	Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo	94
7.2.2	Planos Municipais de Ordenamento do Território	97
7.3.	Paisagem	105
7.3.1	Áreas protegidas e conservação da natureza	107
7.3.2	Degradações ambientais	110
7.3.3	Tendências de evolução	111

ANEXOS:

ANEXO 01_.BIBLIOGRAFIA

ANEXO 02_. LISTA DE ESPÉCIES DO PICO BRANCO

ANEXO 03_. LISTA DE TAXA DOS ILHÉUS DE PORTO SANTO

ANEXO 04_. LISTA DE ESPÉCIES DUNARES

ANEXO 05_.DESENHOS:

01_USO ATUAL DO SOLO

02_IGT: PLANTA DE ORDENAMENTO

03_IGT: PLANTA DE CONDICIONANTES

EQUIPA TÉCNICA

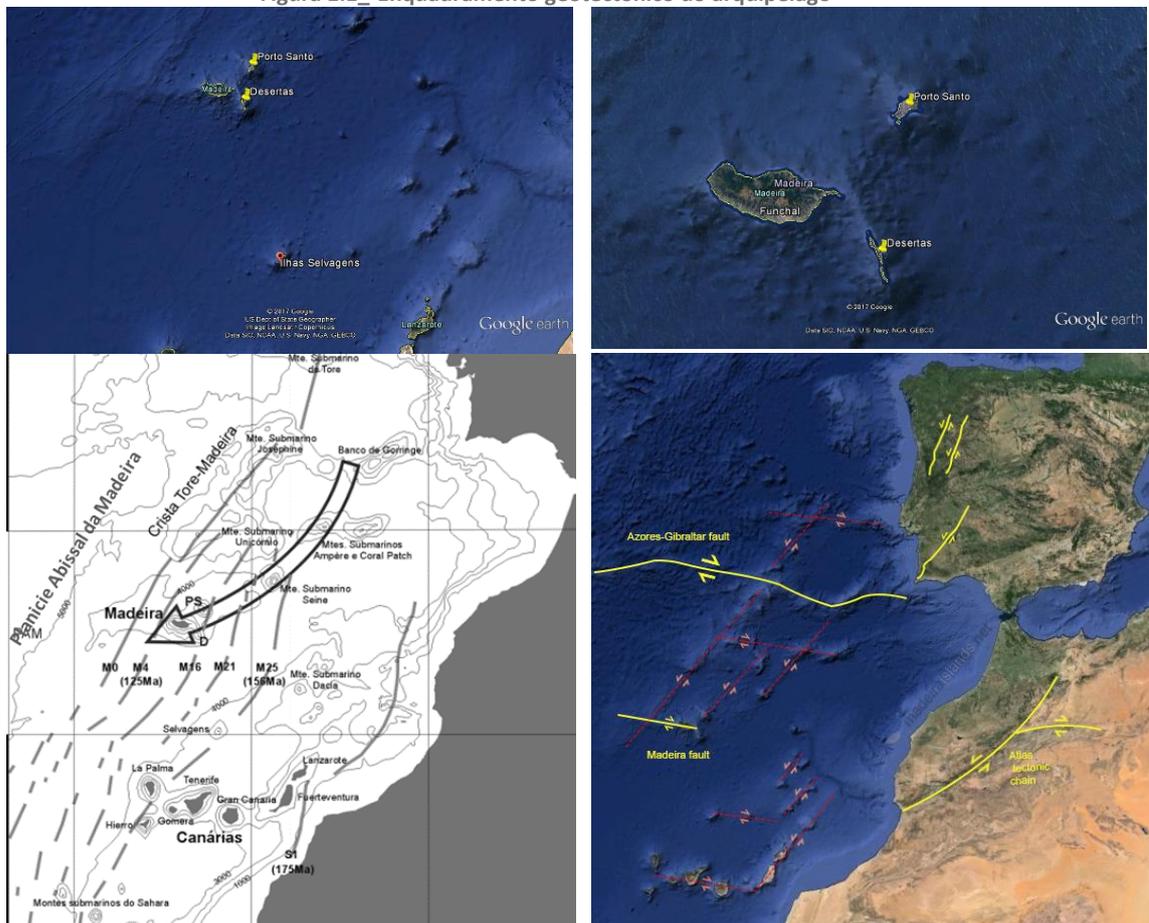
Técnicos	Formação	Funções
Prof. Fernando Veloso Gomes	Engenharia Civil / Hidráulica aplicada	Coordenação do Programa Hidráulica marítima Recursos hídricos Saneamento
Arqt.ª Paisag Ana Barroco	Arquitetura Paisagista	Coordenação executiva Qualidade Ambiental Cenários de desenvolvimento Programa de Intervenções e Plano de financiamento
Prof. Paulo Santos	Biologia, com especialidade em ecologia animal	Biologia marinha / Ecologia
Prof. Francisco Barreto Caldas	Biologia	Biologia terrestre / Ecologia
Eng. Nuno Cruz	Geologia / Geotecnia	Geologia
Prof. Paulo Silva	Ciências geofísicas, com especialidade em Oceanografia física	Oceanografia
Prof. Alfredo Rocha	Física / Meteorologia	Climatologia
Dr. Daniel Miranda	Geografia	Geografia
Eng. Joaquim Barbosa	Engenharia do Ambiente, com especialidade em Dinâmica costeira	Avaliação Ambiental Estratégica Dinâmica costeira Sistemas de Informação Geográfica
Eng.ª Ana Galego	Engenharia Geográfica	Sistema de Informação Geográfica
Arqt.º Paisag. Rui Figueiredo	Arquitetura Paisagista	Paisagem Zonas Balneares Sistema de Informação Geográfica Sistema de participação
Arqt.ª Susana Magalhães	Arquitetura e Planeamento Urbano	Aglomerados Urbanos Acessibilidades e transportes Atividades Económicas e Demografia Turismo e Cultura
Arqt.ª Rute Afonso	Arquitetura e Planeamento Urbano	Aglomerados Urbanos Acessibilidades e transportes Atividades Económicas e Demografia Turismo e Cultura
Dr.ª Carla Melo	Biologia	Avaliação Ambiental Estratégica
Dr. João Miranda	Direito	Sistema jurídico

1. RELEVO E GEOMORFOLOGIA

1.1. Enquadramento

A ilha do Porto Santo, juntamente com a ilha da Madeira, as Desertas e as Selvagens constituem o Arquipélago da Madeira. Este arquipélago localiza-se no Atlântico Norte entre as latitudes 30° e 33° N e as longitudes 15° e 17° W, cerca de 900 km a sudoeste de Portugal Continental, implantadas entre Planície Abissal da Madeira a Oeste, e o continente africano a leste, fazendo as 3 primeiras parte de uma montanha submarina denominada a Crista Madeira Tore e que tem cerca de 1 000 km de extensão na direção NNE-SSW (Figura 1.1).

Figura 1.1_ Enquadramento geotectónico do arquipélago



1.2. Geomorfologia

Do ponto de vista geodinâmico, o arquipélago da Madeira, constituído pelas ilhas da Madeira, Porto Santo, Desertas e Selvagens situa-se no setor noroeste da placa Africana (Núbia), cerca de 500 km a S da zona de falha Açores-Gibraltar, 1 600 km a E da Crista Média Atlântica e 640 km a W da Margem Continental Africana e corresponde à parte emersa de um grande edifício vulcânico de tipo escudo, de idade miocénica a holocénica, construído sobre crosta oceânica de idade Cretácica (Brum da Silveira, 2010). O arquipélago constitui conjuntamente com os arquipélagos dos Açores, Canárias e Cabo Verde, a região biogeográfica da Macaronésia.

A sua edificação ocorreu, por atividade vulcânica submarina e por empilhamento de erupções subaéreas geradas maioritariamente por atividade vulcânica fissural (pluma), que foi libertando material episodicamente ao longo de um eixo principal de direção aproximada E-W, a partir no Manto Superior (Mata *et al.*, 1990 Brum da Silveira, 2010). A origem do vulcanismo que gerou o arquipélago é atribuída à existência de um ponto quente, em que a ascensão do magma está associada a uma pluma mantélica (Brum da Silveira, 2010). Sob o ponto de vista fisiográfico, de acordo com Brum da Silveira *et al.* (2010) o arquipélago localiza-se no limite meridional de um extenso conjunto de relevos emersos e imersos, que se encontram alinhados ao longo de uma faixa de direção geral NE-SW, até à Plataforma Continental Ibérica e que podem subdividir-se em dois conjuntos morfológicos: a ocidente, a "Crista Madeira-Tore", formada por um complexo de montanhas submarinas de direção NE-SW e, a oriente, a "Cadeia Vulcânica da Madeira", constituída por grandes montanhas submarinas isoladas (incluindo a ilha da Madeira), alinhadas segundo uma curva de direção geral NE-SW que materializa a deriva da placa africana sobre a pluma mantélica. Geldmacher *et al.* (2000) consideram que a ilha da Madeira (idade 0 - >4,6 Ma) representa a posição atual do ponto quente, designando-o por "Hotspot da Madeira", o qual terá formado a ilha de Porto Santo (11,1 - 14,3 Ma), as montanhas submarinas (Seamounts) Seine, Ampère (31 Ma), Coral Patch e Ormond (65 - 67 Ma) e a Serra de Monchique (70 - 72 Ma) no território continental. Para além do alinhamento NE-SW, Brum da Silveira *et al.* (2010) fazem notar a existência de um sistema conjugado com orientação geral WNW-ESSE que inclui a ilha da Madeira em perfeita continuidade morfológica com uma linha de cumes do fundo oceânico e em paralelo o alinhamento das montanhas submarinas Ampère e Coral Patch, por sua vez alinhadas com os relevos Dragon, Lion e Unicorn com a mesma direção. O conjunto dos dois alinhamentos forma um nítido sistema reticulado que Brum da Silveira *et al.* (2010) sugerem poder corresponder à expressão geomórfica da deformação tectónica e da atividade vulcânica, envolvendo dois sistemas de fracturação regional expressos por fraturas do tipo propagante ou do tipo leaky. O mesmo autor argumenta que, neste caso, a origem destes sistemas poderá estar em descontinuidades pré-existentes na crosta oceânica e que o vulcanismo poderá ter resultado de fusão por descompressão, consequência de um campo de tensões localmente distensivo, induzido pelo arqueamento da litosfera na região da Crista Madeira-Tore.

A ilha de Porto Santo localiza-se a 28 milhas a Nordeste da Madeira e apresenta um alongamento NE-SW que ocupa uma área de 43 km², correspondendo a cerca de 11 km de comprimento e 5 km de largura máxima. A altitude média é de 86 m e o declive médio é de 26%, correspondente a uma morfologia suave e uniforme. Cerca de 40% da ilha encontra-se abaixo de 50 m de altitude e a maior parte da área situa-se entre 50 m e 200 m, com cerca de 88,1% (37,4 km²) da área emersa. Considerando uma largura média de 250 m, a zona costeira ocupa uma área de cerca de 10 km², isto é, cerca de 25% da área total. Contornando a ilha desenvolvem-se ainda 6 ilhéus, designadamente os Ilhéus de Baixo e de Cima (ou da Cal e do Farol, respetivamente) de maior dimensão, e os ilhéus de Ferro, das Cenouras e da Fonte da Areia, com dimensão 5 a 30 vezes menor. Devido à sua antiguidade geocronológica, a ilha encontra-se profundamente dissecada, como resultado de uma exposição prolongada aos mecanismos de erosão vertical e horizontal, apresentando um desgaste acentuado das suas formas de relevo. A erosão assume-se como o "principal agente modelador da paisagem, sendo

“responsável pelo dismantelamento de parte das estruturas vulcânicas” e encontrando-se particularmente associada à constituição geológica e ao contexto evolutivo. Na Figura 1.2 apresenta-se uma vista geral da ilha de Porto Santo, enquanto na Figura 1.3 se apresentam as cartas de declives e hipsométrica da ilha.

Figura 1.2_ Vista geral da ilha do Porto Santo



Morfologicamente a ilha é constituída por dois sistemas montanhosos vulcânicos, localizados nas extremidades Nordeste e Sudoeste, separadas por uma zona central aplanada e basculada para SW, recoberta por formações sedimentares, sobretudo eólicas. A extremidade NE é dominada pelo ponto mais elevado da ilha (Pico do Facho com 516m de altitude), e por vários outros picos que constituem as Serras de Dentro e de Fora, com mais de 400m de altitude. Por seu lado, a extremidade SW evidencia menores altitudes, sendo de destacar os dois esporões alongados dos Picos de Ana Ferreira (Figura 1.4) e do Espigão, ambos acima dos 250m de altitude, bem como pelos picos Barbara Gomes e das Eiras (227 e 176 m de altitude, respetivamente).

Figura 1.3_Carta de declives

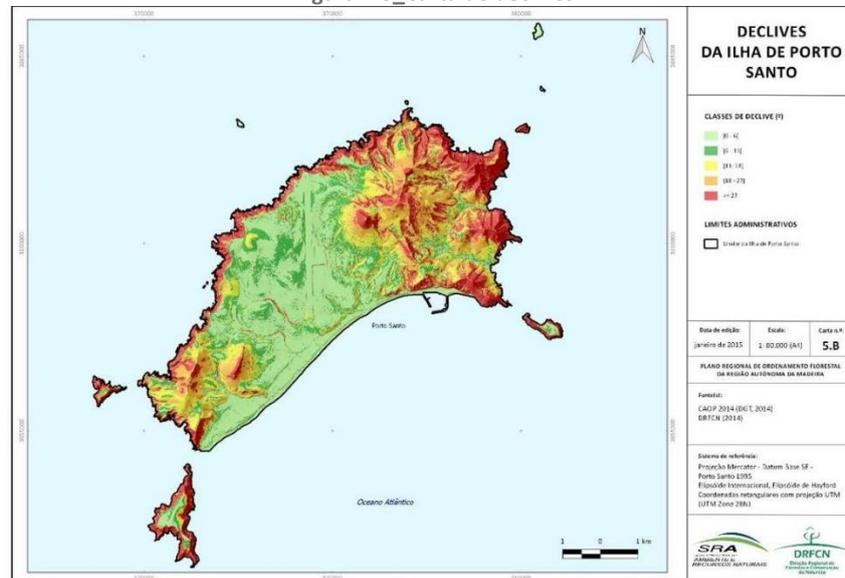
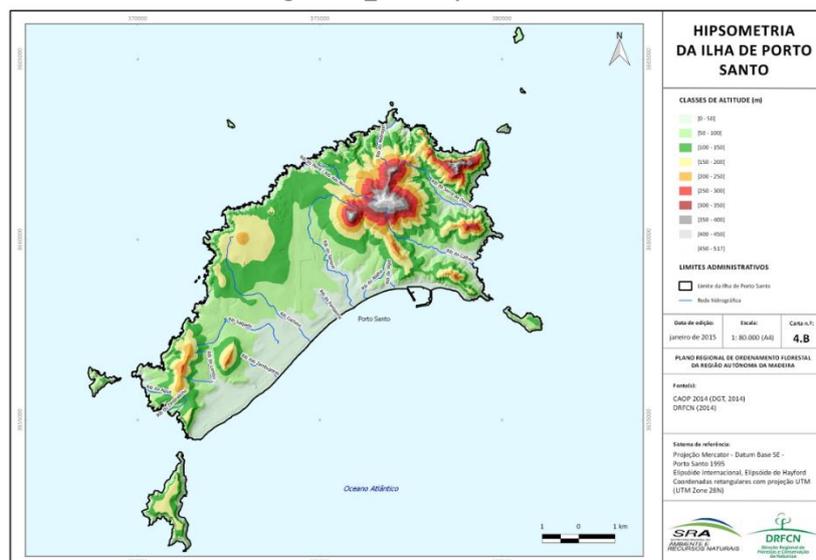


Figura 1.4_Carta hipsométrica



Estes dois promontórios encontram-se separados por uma zona central, onde se instalam a Vila Baleira e o aeroporto da ilha, representada sobretudo por cinzas e piroclastos, materiais sedimentares eólicos consolidados e massas argilosas de alteração (localmente conhecido por “salão”), com cotas médias entre 50 e 100 m.

Figura 1.5_ Vista geral do alinhamento central dos Picos



1.3. Morfologia costeira

Sob o ponto de vista da linha costeira, a ilha do Porto Santo caracteriza-se pela existência de dois tipos de costa distintos. Uma virada a SE, marcada por um declive suave formando uma ampla baía que compreende uma praia contínua com cerca de 7 km de extensão e sistema dunar associado, que se constitui como um dos principais patrimónios da ilha (Figura 1.5). Este areal corresponde a um depósito de cobertura de espessura variável, normalmente reduzida, que assenta sobre cascalheiras ou substrato rochoso. O perfil de praia é constituído por uma berma curta (ausente em situações de tempestade) e uma face de praia com inclinação de 4-8°. Segundo Andrade *et al.* (2008), o sistema dunar que se articula com a praia é constituído por uma duna frontal ativa e, principalmente no sector ocidental, inclui uma segunda duna. Em alguns locais a segunda duna encontra-se bem definida e separada da duna frontal por uma depressão interdunar enquanto noutros está morfologicamente mal definida. A norte do porto ocorre ainda uma praia com cerca de 600 m de extensão, mas que termina já contra uma vertente costeira.

Figura 1.6_ Vista geral da Costa SE,
do topo do Pico Ana Ferreira

A restante orla costeira (face voltada a NW, topos NE e SW e os ilhéus que bordejam a ilha) é caracterizada por uma morfologia muito recortada e abrupta, com arribas vivas talhadas em rochas vulcânicas ou sedimentares consolidadas evidenciando raras praias de calhau rolado, com o mar a bater diretamente na arriba (Figura 1.6). Importa ainda referir que a linha de costa é marginada por um conjunto de ilhéus que correspondem a prolongamentos das maiores saliências da linha de costa (Figura 1.7), criando uma plataforma significativa de águas pouco profundas que ajudam a reduzir o impacto das ondas na erosão costeira. Destacam-se, pela sua dimensão, o ilhéu de Baixo ou da Cal, localizado a sul da Ponta da Calheta e o ilhéu de Cima ou do Farol, a ESE da Ponta da Galé. Finalmente, não se encontram em redor da ilha grandes sinais da queda de blocos típica de litorais vulcânicos, indicando evoluções lentas do processo erosivo.



Figura 1.7_ Costa recortada e abrupta (NW)



Finalmente, no que respeita aos principais acidentes estruturais, identificam-se fundamentalmente dois alinhamentos. O principal corresponde a uma orientação NE-SW, seguindo a orientação da plataforma do arquipélago e enquadrando os principais alinhamentos existentes nas Serras de Dentro e de Fora e dos diques dos Picos de Ana Ferreira e do Espigão. O segundo alinhamento é conjugado com este e evidencia uma orientação geral NW-SE e encontra-se apenas representado no promontório mais elevado.

Figura 1.8_ Ilhéus de Porto Santo



2. CONDIÇÕES GEOLÓGICAS

2.1. Geologia

2.1.1 Litoestratigrafia

A geologia da ilha do Porto Santo é bastante diversificada, sendo essencialmente constituída por rochas vulcânicas básicas (basaltos) e intermédio-ácidas (traquitos e riólitos), intercaladas ou recobertas por depósitos piroclásticos, cinzas vulcânicas e rochas sedimentares maioritariamente carbonatadas encimadas frequentemente por solos de alteração, depósitos de vertente e de praia e paleossolos. A ilha cresceu durante o Miocénico inferior e médio, a partir de erupções submarinas de escoadas de basaltos, hialoclastitos e palagonitos intercalados com lenticulas de conglomeráticas, de tufitos e, mais raras vezes de calcários. Tanto pelas erupções submarinas que se foram sucedendo, como pelo rebaixamento do nível de água oceânico durante a glaciação Wurm, a montanha submarina acabou por atingir a superfície freática, passando então por uma fase de erupções subaéreas que produziram essencialmente escoadas de basaltos, incluindo mugearitos e hawaiiitos, e traquitos. As duas fases eruptivas encontram-se em geral separadas por um nível conglomerático ou de calcários coralíferos (figura seguinte).

Figura 2.1_ Vista geral da arriba costeira a partir da Ponta da Calheta



As últimas erupções terão ocorrido há 10.2 Ma, com a formação da chaminé do Pico de Juliana (Ferreira e Neiva, 1996). A atividade vulcânica posterior está apenas representada por rochas filonianas básicas com cerca de 8.3 Ma (Mata *et al.*, 2013). As duas extremidades da ilha atual são constituídas essencialmente por estes dois tipos de lavas, separadas por uma parte central de natureza sedimentar. Assim, na extremidade sudeste, o maciço aflorante é essencialmente constituído por lavas submarinas, apenas com duas manchas de lavas subaéreas localizadas no interior da área definida pelos alinhamentos dos Picos de Ana Ferreira e do Espigão, enquanto para lá do Aeroporto, estão presentes os mesmos edifícios submarinos na parte inferior (por vezes com elevado grau de alteração) mas habitualmente cobertos por materiais provenientes de erupções subaéreas. Os ilhéus de Baixo e de Cima são constituídos por lavas do edifício submarino cobertas por lavas subaéreas (apenas no Ilhéu de Cima) e/ou depósitos sedimentares (em ambos os ilhéus).

A partir daí, segue-se um longo intervalo de tempo sem atividade geológica significativa até ao Quaternário, quando se geraram as principais formações sedimentares da ilha (Ferreira e Neiva, 1996), que podem ser descritas do seguinte modo:

- a) Calcários ou biocalcarenitos fossilíferos e conglomerados contemporâneos formados durante a fase de transição de vulcanismo submarino para subaéreo, como as estruturas recifais do Ilhéu da Cal. Estes materiais afloram de forma alongada fundamentalmente em duas zonas opostas da ilha, uma entre a Ponta da Calheta e Morenos na extremidade SW

e outra entre Poço do Guilherme e Lombo da Roda das Lages a NE. No entanto, os afloramentos de maior extensão e continuidade encontram-se nos Ilhéus de Baixo e de Cima

- b) Eolianitos que ocorrem na região centro-oeste cobrindo cerca de 1/3 da superfície da ilha e são um tipo específico de arenito constituído maioritariamente por partículas de algas calcárias e conchas de organismos marinhos, transportadas e depositadas pelo vento, frequentemente em estratificação entrecruzada, de acordo com a orientação dos ventos dominantes (Figura 2.2). Quando, durante a glaciação Wurm, o nível do mar alcançou valores mínimos, descobriu os depósitos e as estruturas organogénicas numa extensa plataforma submarina para norte da ilha atual (de água pouco profunda), permitindo a sua erosão e o transporte dos sedimentos resultantes pelo vento, dando origem a acumulações eólicas que cobriram vastas porções da ilha, que posteriormente consolidaram cimentados por precipitação de carbonato de cálcio, originando os eolianitos. A espessura deste depósito é variável, atingindo máximos de 40 a 50 m próximo da Fonte da Areia (Soares, 1973; Carvalho e Brandão, 1991; Silva, 2002). Identificam-se 4 unidades distintas que intercalam 3 paleossolos que correspondem a períodos de pausa no transporte e acumulação das areias e permitiram a instalação de um solo ou a deposição de material lamacento. As principais manchas destes depósitos estão localizadas em toda a zona central encaixados entre o Aeroporto (assenta sobre estes materiais) na sua extremidade mais a norte e o Pico Barbara Gomes e Campo de Cima, estendendo-se até à praia do litoral SE com desenvolvimento em torno do Pico Ana Ferreira nas suas vertentes norte e leste e bordejando a praia até à Ponta da Calheta. Além destes, são de assinalar ainda as manchas da Serra de Fora que ocorrem no litoral SE entre a Praia do Gastão e o Calhau da Baleia, as localizadas na superfície entre a Ponta da Morena e Morenos e a cobertura dos Ilhéus de Baixo e de Cima

Figura 2.2_ Eolianitos da Fonte da Areia



- c) Depósitos de praia e de duna atuais de origem biogénica que resultaram da erosão dos eolianitos. Com efeito, a elevação do nível do mar durante o Holocénico reduziu a plataforma insular, interrompendo o processo de sedimentação eólica e, consequentemente submetendo os eolianitos à meteorização. Assim, as partículas foram arrancadas e transportadas pela chuva e pelo vento até ao litoral sul onde depositaram e criaram a praia que constitui o litoral SE da ilha (Figura 2.3). Não existem mais registos destes materiais para além desta praia.
- d) Solos residuais resultantes da alteração do maciço eruptivo submarino, habitualmente constituído por argilas muito ativas (esmetcticas) em resultado do elevado teor em ferro e magnésio da rocha mãe. Estes materiais encontram-se frequentemente cortados e atravessados por uma importante rede de rochas filonianas escuras, de natureza basáltica, que os defendem relativamente à erosão. Os depósitos mais representativos encontram-se na Serra de Dentro a uma altitude próxima dos 200 metros, consequência

do levantamento em bloco de toda a ilha provocado pela atividade vulcânica mais recente (Figura 2.4).

Figura 2.3_ Vista geral da orla costeira a partir da Ponta da Calheta



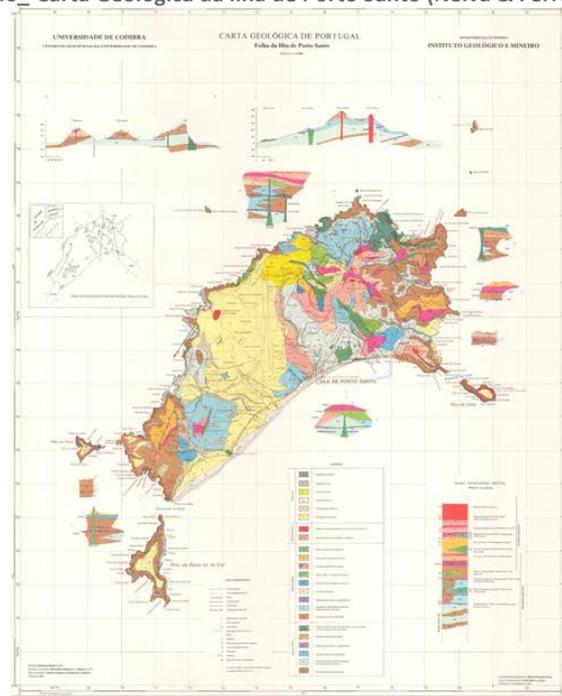
- e) Paleossolos, Aluviões e Depósitos de Vertente, que aparecem fundamentalmente associados a linhas de água e aos sopés dos Picos. São locais de referência para estas ocorrências, o maciço entre Zimbralinho e Morenos, a base dos Picos Barbara Gomes e Ana Ferreira para os paleossolos, e os vales das ribeiras que cortam as Serras de Fora e de Dentro para os aluviões e depósitos de vertente.

Figura 2.4_ Maciço de solos residuais suportado por esqueleto de rocha filonianas



Na Figura 2.6 apresenta-se a Folha da ilha de Porto Santo da Carta Geológica de Portugal, conforme levantamento e interpretação do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (Neiva & Ferreira, 1990).

Figura 2.6_ Carta Geológica da ilha de Porto Santo (Neiva & Ferreira, 1990)



2.1.2 Património geológico

A ilha do Porto Santo possui um riquíssimo património geológico enquadrado por um Geoparque de dimensão internacional e por uma legislação específica. Os principais geossítios desse Geoparque são os evidenciados na tabela seguinte. Para além desses, são ainda património de valor científico a preservar os ilhéus das Cenouras, do Ferro, da Fonte da Areia, de Fora e o Pico Branco, conforme os artigos 15 e 16 do Capítulo 03 inscrito no Património Natural do Plano de Ordenamento do Porto Santo.

Tabela 2.1_Geossítios do Geoparque do Porto Santo

Geossítio	Categoria
Praia	Geomorfologia, Sedimentologia e Paleontologia
Zimbralinho	Vulcanologia
Morenos	Vulcanologia
Pico de Ana Ferreira	Vulcanologia
Serra de Dentro	Litologia e Sedimentologia
Pico da Cabrita	Vulcanologia
Fonte da Areia	Geomorfologia, Sedimentologia e Paleontologia
Ilhéu de Cima - Pedra do Sol	Vulcanologia e Paleontologia
Ilhéu de Cima - Cabeço das Laranjas	Paleontologia
Ilhéu de Baixo ou da Cal	Paleontologia

2.1.3 Sismicidade

Relativamente aos sismos, a Região Autónoma da Madeira encontra-se numa zona de baixa sismicidade, em particular no Porto Santo cuja atividade sísmica é de magnitudes em geral inferiores a IV, isto é, sem grandes consequências ao nível dos estragos que podem causar. Contudo, é sempre importante ter em conta a possibilidade de rotura de infraestruturas de abastecimento de água e dos sistemas de tratamento e rejeição de águas residuais devido a sismos, devendo-se adotar, para o efeito, as recomendações e medidas que possam minimizar os efeitos negativos de uma eventual danificação daqueles sistemas. Os principais efeitos negativos da ocorrência de sismos podem traduzir-se em perda de operacionalidade dos sistemas de transporte hidráulico, das obras de captação, ou de retenção (barragens), estações de tratamento e reservatórios. Esta perda de operacionalidade tem um impacto importante na população e atividades económicas, com reflexos a curto prazo, podendo manter-se por períodos consideráveis, consoante o grau de danos nos sistemas hidráulicos e de tratamento.

2.2. Geotecnia

No contexto geotécnico, as situações de risco com maior probabilidade de ocorrência, no Porto Santo, são as consequências de cheias repentinas e inundações, em períodos de precipitação intensa. Com efeito, dada a escassez de cobertura vegetal e o regime de precipitação presente (precipitações

intensas, num curto período de tempo), a rede de drenagem exibe um regime de escoamento torrencial, de carácter temporário (elevada capacidade de carga e um gradiente energético acentuado) contribuindo, conseqüentemente, para o entalhamento de sulcos de escoamento superficial vigorosos. Este escoamento ocasional e de pouca duração gera instabilidades frequentes dos taludes naturais promovendo o recuo lateral das margens, paralelamente a si próprias, mantendo-se a verticalidade das mesmas (CARVALHO e BRANDÃO, 1991, 80). A forma como os cursos de água irradiam do centro para o exterior, fazem com que as conseqüências se reflitam na orla costeira da forma mais intensa. O fenómeno é muito intenso e abrange praticamente toda a ilha.

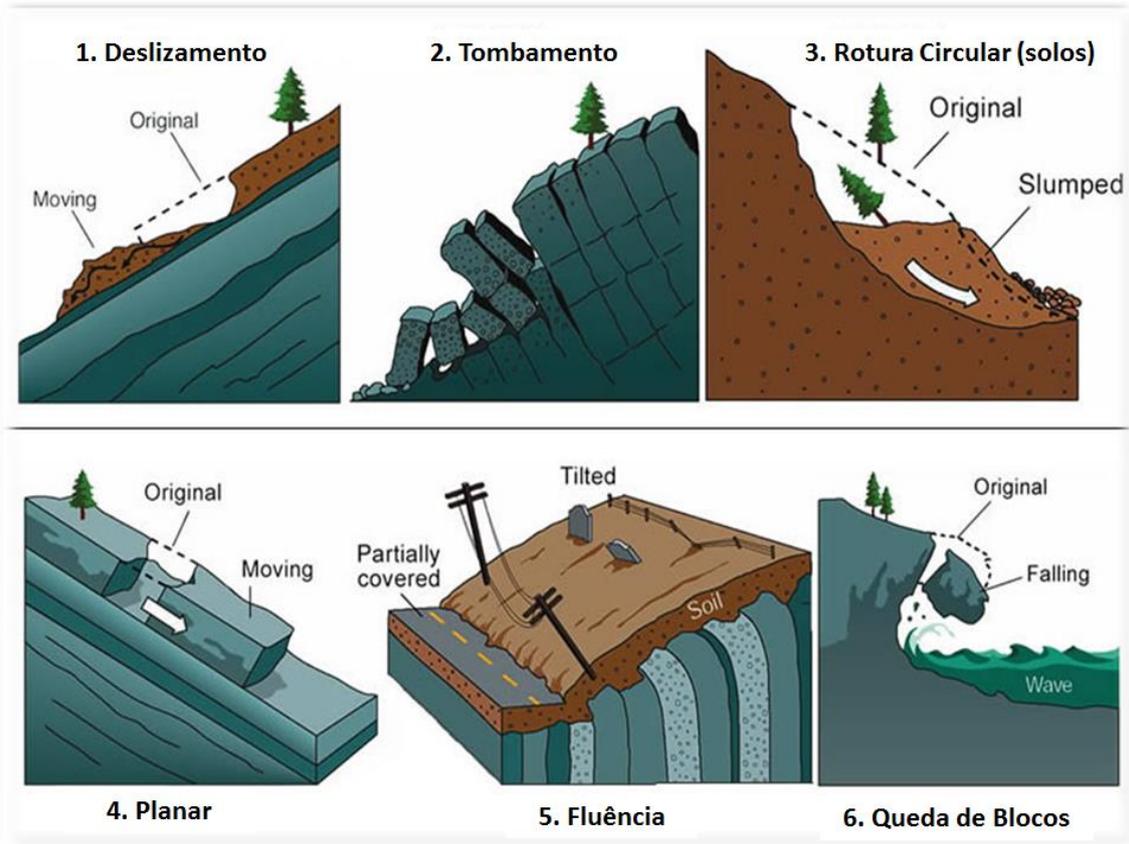
Para contrariar e mitigar as conseqüências destes fenómenos, em alguns sectores da rede hidrográfica foram sendo introduzidas medidas estruturais de correção torrencial através da construção de diques (SRARN, 2002, 63), com o objetivo de reduzir e controlar a capacidade potencial de erosão e transporte e, conseqüentemente, contribuir para retenção de material e para a minimização dos processos de ravinamento. Destacam-se como mais importantes os da Ponta, Lapeira e do Tanque.

Por seu lado, com exceção do troço de praia da orla voltada a SE que apresenta declives suaves e alturas reduzidas, toda a linha de costa é constituída por declives elevados e alturas que refletem potenciais de instabilidade elevados, sobretudo porque na base existe a ação continuada das ondas batendo diretamente contra o pé das arribas, e do ataque químico da água que se destaca da massa oceânica e humedece as rochas. Em geral, a zona de rebentação é suportada pelas rochas do edifício submarino, de natureza vulcânica essencialmente massiva (resistente) e o contacto dá-se em águas pouco profundas, reduzindo a intensidade erosiva. Em conseqüência, o trabalho erosivo vai fazendo o seu caminho, mas a ritmos mais lentos do que aqueles que habitualmente se verificam em ilhas de natureza vulcânica, permitindo um controlo efetivo e atempado dos riscos associados. Assim, existe um problema geotécnico natural mas não comporta riscos significativos, porque permite a deteção e intervenção atempada, caso se tenha sob observação a evolução da linha costeira ao longo do tempo. Por seu lado, o aumento da pressão urbana junto aos taludes costeiros constitui um acréscimo de risco, pelo que deverá ser salvaguardada uma faixa de proteção em relação às cristas de modo a não acelerar o processo de desmantelamento e simultaneamente proteger pessoas e bens. Esta faixa deverá ser estabelecida face às condições particulares de cada zona, nomeadamente a altura das vertentes, os tipos de materiais constituintes, o seu estado de alteração e a existência de orientações estruturais favoráveis ao movimento de blocos.

2.2.1 Movimentos de massa

Sob o ponto de vista geotécnico, o comportamento mecânico e conseqüente estabilidade dos maciços envolvidos está intimamente relacionada com a sua natureza geológica. Na Figura 2.7 apresenta-se um esquema representativo dos principais movimentos passíveis de ocorrerem em vertentes e taludes naturais.

Figura 2.7_ Movimentos de vertente típicos



Neste contexto, o comportamento mecânico dos maciços rochosos de natureza vulcânica ou sedimentar, com alteração correspondentes a estados são a medianamente alterados, (W1 a W3 de acordo com a classificação da ISRM) é fundamentalmente condicionado pela rede de fracturação que o atravessa, uma vez que a matriz rochosa é de resistência elevada. Os principais problemas geotécnicos que podem ocorrer nestes maciços estão sobretudo relacionados com instabilidades de vertentes sobretudo por deslizamentos planares (Tipo 4 na Figura 2.7), por tombamentos ou fluências (Tipos 2 e 5 na Figura 2.7), dada a frequência das disjunções prismáticas do tipo colunar ou ainda pela erosão hídrica fluvial ou marinha (Tipo 6 da Figura 2.7). A penetração de água nas fraturas aumenta a força instabilizadora e reduz a resistência de atrito na base, pelo que a suscetibilidade sob regime torrencial pode ser elevada. A orientação da fracturação face à orientação do talude/vertente é o aspeto crucial a controlar para garantir a estabilidade. Na Figura 2.8 apresentam-se alguns exemplos destes movimentos encontrados em redor da linha de costa da ilha.

Figura 2.8_ Exemplos de situações potenciadoras de instabilidades das vertentes



Por seu lado, nos depósitos piroclásticos e as cinzas vulcânicas resultantes das fases de vulcanismo bem como nos maciços em estados mais avançados de alteração, a estrutura de cimentação garante um comportamento coesivo-friccional (isto é, tem duas componentes resistentes, uma coesiva e outra atrítica) que garantem uma boa estabilidade mecânica. No entanto, a natureza fortemente ferro-

magnésiana que representa a maior parte das lavas deste edifício eruptivo, traduz-se em processos de meteorização química conducentes à formação de argilas ativas (esmectites, vermiculites, montmorilonites) que podem evidenciar importantes variações de resistência e de volume com o humedecimento, gerando problemas tanto ao nível de fundações como de vertentes em modelos de rotura predominantemente circulares (Tipo 3 da Figura 2.7). No entanto, as condições meteorológicas (clima semiárido e fraca pluviosidade, essencialmente torrencial) prevalentes na ilha e a natureza impermeável destes materiais (demora tempo a saturar o material, pelo que chuvadas intensas mas curtas não trazem grande variação no comportamento), este tipo de fenómenos não tem potencial de ocorrência significativo. Além disso, no caso do Porto Santo, estes materiais são frequentemente atravessados por diques vulcânicos que lhes conferem uma importante estrutura que aumenta a resistência global (Figura 2.9).

Figura 2.9_ Exemplos do efeito de estabilidade fornecido por diques



Os Eolianitos, constituídos por partículas de natureza orgânico-carbonatada, cimentadas pela precipitação de carbonato de cálcio, tendem a apresentar com frequência uma estrutura porosa cimentada pelos processos diagenéticos. Embora estes materiais tendam a exibir granulometrias extensas (e portanto com possibilidade de empacotar melhor os grãos), as condições de deposição eólica sem carregamento associado conduzem à constituição de uma estrutura frágil que pode exibir comportamentos colapsíveis quando a porosidade é elevada. Com efeito, os materiais adquirem uma resistência coesiva dada pela cimentação, mas o atrito é baixo em resultado da elevada porosidade. Em consequência, quando se rompe a estrutura de cimentação, colapsa toda a estrutura do solo, uma vez que a resistência atrítica é insuficiente para garantir a estabilidade. Como no caso presente, a coesão se deve à cimentação calcária, a requerida estabilidade depende sobretudo do nível de humidade a que esses depósitos estejam sujeitos (Tipo 3 da Figura 2.7). Fenómenos de ravinamento sob regimes torrenciais são igualmente habituais nestes materiais. Na Figura 2.10 apresentam-se alguns exemplos da linha de costa constituída pelos eolianitos

Figura 2.10_ Aspetos da formação eolianítica na costa NW



Os paleossolos silto-argilosos correspondem a intervalos distintos de erosão/erupção e constituem-se em camadas relativamente finas, intercaladas com outros materiais, de solos habitualmente consistentes (metamorfizados pelas erupções subsequentes). Embora não tenham volume para serem problemáticos, podem instabilizar sob grandes massas quando ficam livres para se movimentar (Tipos 1 e 4 da Figura 2.7) e assim provocarem consequências apreciáveis. Além disso, as partículas argilosas vão-se reorientando na interface com os movimentos iniciais, reduzindo gradualmente o seu atrito interno em direção ao valor residual, que para estes solos em particular, pode descer para valores a rondar os 10º e, naturalmente, fomentando o processo de instabilização. Estes processos tanto podem desenvolver-se muito lentamente de modo quase impercetível como em fenómenos relativamente rápidos quando as condições de saturação evoluem rapidamente.

Na área do POC, os principais problemas de índole geotécnica correspondem sobretudo à estabilidade das vertentes naturais da linha costeira e das linhas de água mais cavadas. Os movimentos de massa consequentes podem ser acionados e despoletarem-se mais rapidamente, na sequência de condições meteorológicas adversas, episódios de origem sísmica ou vulcânica, ou resultarem de ações mais demoradas por fadiga dos maciços, como é o caso das formações que enfrentam o ataque erosivo provocado pelo impacto das ondas do mar. De um modo geral, trata-se de um fenómeno para o qual podem contribuir inúmeros fatores, individualmente ou em conjunto, de ordem natural ou resultantes da ação do Homem. Inserem-se neste contexto, a ocorrência de atividades sísmica e vulcânica chuvas torrenciais, ventos intensos, forte ondulação marítima, presença de aquíferos suspensos entre causas naturais, a que se junta a intervenção humana com alterações na rede de drenagem e na ocupação do solo, pressão de edificado sobre as falésias, abertura de novas estradas, uso de explosivos, deficiente construção obras de contenção, taludes mal dimensionados. Na ilha de Porto Santo, as atividades sísmica e vulcânica são reduzidas, as condições meteorológicas são amenas e sem grande variação nas estações extremas, a pressão do edificado não é significativa na proximidade das vertentes pelo que o papel instabilizador se verifica sobretudo pelos caudais torrenciais que se geram no contexto do escoamento pluvial, pela ondulação marítima (em costa baixa) e pelas consequências de ações antrópicas.

Na Tabela 2.2 apresenta-se um sumário das principais roturas passíveis de ocorrer, em função do tipo de maciço, bem como as suas causas e resistências.

Tabela 2.2_Instabilidade de vertentes

Tipo de maciço	Tipos de rotura	Causas	Resistência
Vulcânicos	Planar (juntas ou paleossolos intercalados)	Direções de taludes e de juntas paralelas, bem como inclinações dos taludes superiores a 1.5:1 Penetração de água ou raízes nas fraturas; Regimes hídricos torrenciais	Atrito mobilizado nas juntas; Peso do bloco superior
	Flexão ou Tombamento	Centro de gravidade da coluna a cair fora da base; Colunas com pouca resistência à flexão	Posição do centro de gravidade; Atrito e resistência à flexão das colunas
Eolianitos	Circular	Inclinações exageradas, ravinamentos, degradação da estrutura de cimentação	Coesão devida à cimentação; Atrito
Eolianitos, conglomerados, calcários	Planar (estratificação)	Direções paralelas de taludes e juntas de estratificação, bem como inclinações elevadas dos taludes; Penetração de água ou raízes nas fraturas; Regimes hídricos torrenciais	Atrito mobilizado nas juntas; Peso do bloco superior
Solos residuais	Circular ou mista	Variação significativa do teor em água	Solos residuais
Aluviões e depósitos de cobertura	Circular	Solos com teores em água elevados;	Aluviões e depósitos de cobertura

2.2.2 Características do litoral

Sob o ponto de vista de estabilidade geotécnica, a linha de costa entre a Ponta da Galé e o Porto de mar caracteriza-se por declives inferiores a 10% e com alturas reduzidas (em geral inferiores a 10m) constituída por materiais essencialmente de natureza sedimentar móvel ou consolidada, pelo que sobre o ponto de vista de estabilidade geotécnica não constitui qualquer problema.

Para norte do Porto marítimo, os trechos de costa voltados a E, NE e NW (primeiro terço até Fonte da Areia), o litoral enquadra-se com as zonas mais altas da ilha (Pico do Facho, Serra de Fora e Serra de Dentro), traduzindo-se por alturas e declives elevados (em geral superiores a 30% mas não propriamente escarpados), com frequentes diques e juntas de diaclasamento ou de estratificação com orientação favorável a potenciais deslizamentos sobretudo quando combinada com a superfície batida pelas ondas. Todo este trecho é caracterizado tanto pela erosão costeira como pelo forte ravinamento que se abre do interior em direção ao mar. Nas Figura 2.11, 2.12 e 2.13 evidenciam-se alguns aspetos deste trecho.

Figura 2.11_Aspetos da costa SE a norte do Porto marítimo



Figura 2.12_Pormenores da costa voltada a E, entre Porto de Frades e Ilhéu das Cenouras



Figura 2.13_Pormenores da costa entre a Ponta de Barbeiros e a Fonte da Areia



Para sul da Fonte da Areia até à zona das Pontinhas o litoral mantém-se abrupto mas com menor altura, constituído por materiais vulcânicos submarinos e da plataforma sedimentar intermédia a que se sobrepõem os eolianitos de superfície mais ou menos aplanada (Figura 2.14).

Figura 2.14_Pormenores da costa entre Fonte da Areia e Pontinhas



Na restante costa voltada a NW e na subsequente costa voltada a SW, as vertentes marítimas são constituídas quase integralmente por materiais resultantes do vulcanismo submarino, exibindo recorte acentuado e alturas médias, em geral inferiores a 100m, que vão reduzindo a atura até atingirem a extremidade da praia que domina a costa voltada a SE (Figura 2.15).

Figura 2.15_Pormenores da costa entre o ilhéu do Ferro e Zimbralinho



2.2.3 Características do litoral

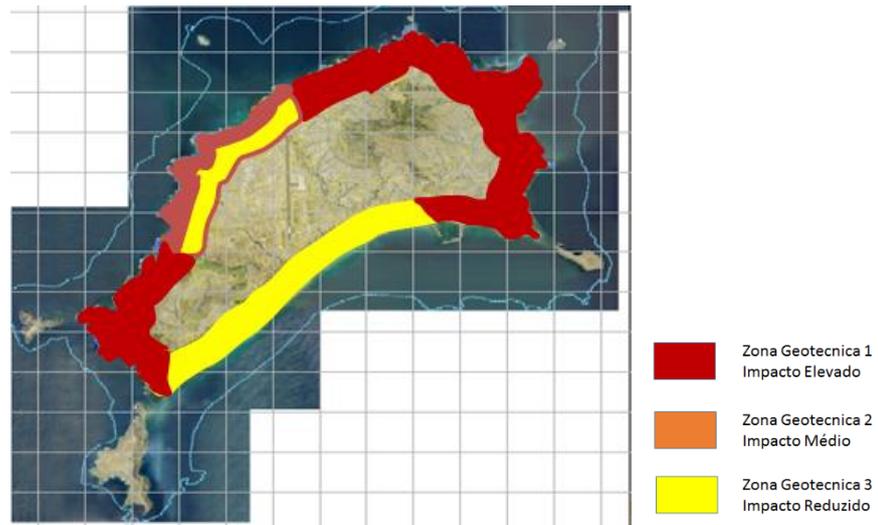
De acordo com o exposto, dividiu-se a área abrangida pelo POC em zonas de idêntico impacto geotécnico (Figura 2.16), nomeadamente:

- **Zona G1** – Enquadra as **zonas de risco geotécnico elevado** com impactos frequentes e significativos sobre a natureza, pessoas e bens. Inserem-se nesta zona as linhas de água, barrancos e outros sulcos de ravinamento provocado pelos caudais torrenciais, caracterizados por inclinações e alturas acentuadas, muitas vezes combinados com os efeitos da erosão costeira. Os principais problemas associados estão relacionados com os movimentos de vertente que se sucedem a cada evento, e continuam instáveis após o movimento, dado que as condições morfológicas e geotécnicas se mantêm idênticas ou mesmo mais degradadas. De notar que este problema “nasce” fora da área do POC mas tem o seu impacto maior no seu interior. Em consequência, as principais medidas de mitigação do problema terão incidência maioritariamente fora da área do plano. Enquadram-se nesta zona toda a orla entre o porto marítimo, ponta da Galé, Terra Chã, Baixa dos Barbeiros até Porto das Salemas e entre as Marinhas e Ponta da Calheta
- **Zona G2** – Enquadra as zonas em que se verifica **instabilidade geotécnica com processos de evolução lenta**, isto é, com impacto controlável no risco sobre pessoas e bens. Insere-se nesta zona geotécnica a arriba e sua área de influência (metade externa da largura da área do POC) localizada entre Porto das Salemas e as Marinhas. Os principais problemas estão relacionados com a instabilidade dos taludes provocada pela geometria em geral agressiva (declive e alturas elevadas), pela disposição favorável de alguns planos de descontinuidade e pela erosão marinha do pé da vertente. Estas instabilidades têm impacto sobretudo nas consequências do

recoo da linha de costa e nos níveis de segurança sob a falésia. No entanto, a lenta evolução erosiva que ocorre em redor da linha de costa, associada à baixa pressão urbana junto à crista e na base das falésias permite o controlo atempado das situações críticas, pelo que o risco sobre pessoas e bens é reduzido.

- **Zona G3 – Zonas estáveis/ Zonas com instabilidade geotécnica** inexistente ou apenas pontual. Insere-se nesta zona o extenso areal da praia de Porto Santo, que apesar da maior pressão urbana não coloca problemas de índole geotécnica, e a metade interior entre Ponta das Salemas e as Marinhas onde o desenvolvimento para o interior se faz em plataforma aplanada, limitando o risco à zona próxima da crista.

Figura 2.16_ Esboço do Zonamento de risco geotécnico



3. DINÂMICA COSTEIRA

A caracterização da dinâmica costeira da área de estudo é elaborada com base na análise de diferentes parâmetros oceanográficos, caracterizando a situação atual e perspetivando os cenários futuros em função das tendências observadas nas últimas décadas e os decorrentes das potenciais modificações induzidas pelas alterações climáticas.

O estudo efetuado teve como base a análise documental/bibliográfica, a análise estatística de dados recolhidos no âmbito do presente estudo e os elementos recolhidos durante a visita de campo efetuada.

3.1. Levantamento hidrográfico

Na “Empreitada Grande Reparação do Molhe Principal do Porto de Porto Santo, Projeto de Execução” (APRAM / WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006) foram utilizados os seguintes levantamentos:

- Levantamento topográfico detalhado da superestrutura e da parte emersa do manto resistente, efetuado no dia 25 de agosto de 2005;
- Levantamento detalhado da parte imersa do manto com equipa de mergulho, efetuado no período compreendido entre 18 e 24 de outubro de 2005;
- Levantamento com sonar lateral do manto do molhe, efetuado pela empresa HIDRODATA, Consultores de Hidrografia a Oceanografia, Lda., em 18 e 20 de dezembro de 2005;
- Levantamento hidrográfico de uma faixa com 50 metros de largura ao longo da parte exterior do molhe, realizado pela empresa HIDRODATA, Consultores de Hidrografia a Oceanografia, Lda., em 20 e 21 de dezembro de 2005;
- Carta nº 36401 Ilha de Porto Santo (Plano e Pormenor do Porto), na escala 1:50.000, realizada pelo Instituto Hidrográfico.

Por sua vez, o “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” refere os seguintes levantamentos:

- Carta Geo-Hidrográfica, Ministério da Guerra, 1842;
- Carta Hidrográfica, Ministério da Marinha, 1937;
- Carta Topográfica, Serviços Cartográficos do Exército, 1966;
- Cartografia vetorial, GEOMETRAL, 1995;
- Carta Hidrográfica, Instituto Hidrográfico, 2001;
- Levantamento topo-hidrográfico de 20 perfis, TOPOMADEIRA, agosto 2003;
- Levantamento topo-hidrográfico, IOMAR, julho 2006;
- Levantamento topográfico da linha do NMM, FCUL, agosto 2008;
- Levantamento topo-hidrográfico, TOPOMADEIRA, setembro/outubro 2010;
- Levantamento topo-hidrográfico, TOPOMADEIRA, fevereiro 2012;
- Levantamento topográfico da linha do NMM, 3 perfis de praia e afloramentos rochosos, FCUL, novembro 2016.

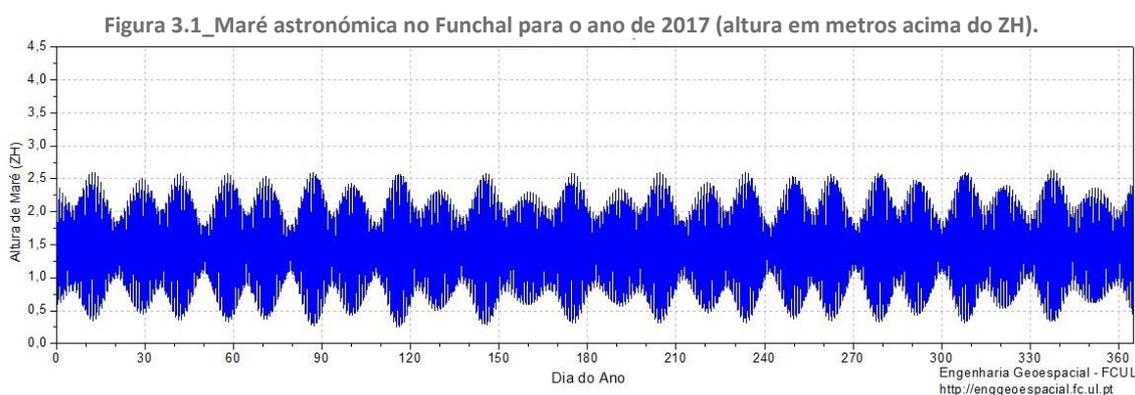
3.2. Regimes de marés e correntes

A maré astronómica resulta da interação gravitacional entre os diferentes astros e a massa de água constituinte do oceano e manifesta-se através da oscilação da superfície livre da água do mar em torno de um nível médio e de correntes de maré que, em geral, tem maior expressão junto das embocaduras dos rios e dos estuários.

As características da maré astronómica, nomeadamente, a amplitude e fase dos constituintes harmónicos que a constituem, são determinados a partir da análise harmónica de registos maregráficos.

As marés no arquipélago da Madeira são do tipo semidiurno regular, ocorrendo quase simultaneamente em todo o arquipélago, conforme mostra a análise harmónica dos registos do marégrafo localizado no porto do Funchal onde predominam as componentes semidiurnas, em especial a M2 (Campuzano *et al.*, 2009).

Como exemplo, a Figura 3.1 ilustra a série temporal da oscilação da superfície livre da água do mar prevista para o ano de 2017 referida ao zero hidrográfico (ZH), que se encontra a 1.4 m abaixo do nível médio adotado, conforme descrito em Antunes (2007).



Fonte: http://webpages.fc.ul.pt/cmantunes/hidrografia/hidro_mares.html

Na ausência de dados recolhidos diretamente em Porto Santo, têm sido utilizados os dados referentes ao Porto do Funchal assumindo que a relação de amplitudes entre o porto do Funchal e o Porto Santo é de 1,06 (“Estudo do Plano Diretor do Porto Santo” (junho 2002, WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira). Este valor foi estabelecido com base em observações maregráficas de 1 ano (1994). Nas tabelas de maré existe uma indicação aconselhando a aumentar 0,1 metros às cotas indicadas nas mesmas, devido à variação do nível do mar.

Os elementos de maré publicados nas cartas náuticas de 1986 e 2001 (<http://www.hidrografico.pt>) indicam os níveis de maré (altura em metros acima do Zero Hidrográfico) que constam do Tabela 3.1.

O Zero Hidrográfico é um plano de referência convencionado, situado abaixo do Nível da Maré Astronómica Mais Baixa, ao qual estão referidas as sondas e as linhas isobatimétricas representadas nas Cartas Náuticas. No Arquipélago da Madeira o ZH localiza-se 1.40 m abaixo do NMA (Nível do Mar Adotado) para a estação maregráfica do porto do Funchal (Funchal, 1913).

Tabela 3.1_ Elementos de maré publicados nas cartas náuticas de 1986 e 2001

CARTA NÁUTICA	ANO	PM MÁXIMA	PM ÁGUAS VIVAS	PM ÁGUAS MORTAS	BM ÁGUAS MORTAS	BM ÁGUAS VIVAS	BM MÍNIMA
CN 155	1986	2.8	2.4	1.8	0.9	0.3	0.0
CN 36401	2001	2.9	2.4	1.8	0.9	0.3	-0.1

No “Estudo do Plano Diretor do Porto Santo” (junho 2002, WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira), adotaram-se os seguintes valores característicos no Porto Santo:

- Nível médio teórico da Preia-mar de Águas Vivas: +2,5 m(ZH);
- Nível médio teórico da Preia-mar de Águas Mortas: +1,9 m(ZH);
- Nível médio teórico da Baixa-mar de Águas Mortas: +0,9 m(ZH);
- Nível médio teórico da Baixa-mar de Águas Vivas: +0,3 m(ZH).

Na “Empreitada Grande Reparação do Molhe Principal do Porto de Porto Santo, Projeto de Execução” (APRAM / WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006), utilizaram-se os seguintes valores como representativos dos níveis na zona do porto:

- Preia-mar máxima: +2,80 m(ZH)
- Nível médio: +1,40 m(ZH)
- Baixa-mar mínima: +0,20 m(ZH)

Admitiu-se que os níveis da maré podem ser superiores aos que são previstos para as marés astronómicas no caso de ocorrência de depressões atmosféricas. Por outro lado, a probabilidade de ocorrência conjunta da onda máxima correspondente ao período de retorno utilizado no projeto (50 anos), conforme descrito na secção 3.4 do presente relatório, com uma depressão muito intensa na zona do Porto Santo, e com valores do nível do mar devido à maré astronómica próximos do seu máximo, é ainda menos provável. Uma eventual subida do nível a valores superiores ao nível máximo previsto, durante a ocorrência de um temporal, poderá aumentar ligeiramente a intensidade dos galgamentos do muro cortina.

As correntes devidas à maré são mais sensíveis em marés vivas e próximo da meia maré, atingindo as maiores velocidades junto das pontas mais salientes das ilhas, em especial a sul do ilhéu de Baixo e do ilhéu de Cima. Pelo contrário, em situações de marés mortas as correntes devidas à maré são nulas ou muito fracas.

Ainda segundo o Instituto Hidrográfico (2001;2008), durante a enchente, a onda de maré propaga-se de sul para norte. Devido à configuração da ilha, a sul do ilhéu de Cima a propagação dá-se para E e para o quadrante NE, com velocidades de cerca de 1 nó em marés vivas. A sul do ilhéu de Baixo, a propagação dá-se para O ou para ENE, com velocidade de cerca de 1 nó em marés vivas. Durante a vazante, a maré propaga-se com direções contrárias àquelas.

Na baía do Porto Santo as correntes são em geral nulas ou muito fracas para norte do alinhamento daqueles ilhéus. As correntes de marés apenas adquirem expressão importante nos canais do Boqueirão de Baixo e de Cima, devido à reduzida profundidade e constrição lateral. Desta forma, o projeto na “Empreitada Grande Reparação do Molhe Principal do Porto de Porto Santo, Projeto de Execução” (APRAM / WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006) considerou que na baía do Porto Santo as correntes oceânicas ou geradas pela maré “são desprezáveis para efeito do estudo e dimensionamento das obras de proteção marítima”.

3.3. Nível médio do mar e cenários futuros

As variações de curto termo do nível médio do mar (NMM) na zona costeira do oceano podem dever-se para além da maré astronómica ao resultado de um conjunto de processos físicos de origem atmosférica, que podem provocar um nível médio das águas do mar diferente daquele que é previsto pela maré astronómica. A sobrelevação do NMM associado a este processo é geralmente designado por storm surge. Nas praias, associado ao processo de rebentação das ondas, existem também faixas de sobrelevação negativa e positiva do NMM, designados na literatura por wave setdown e wave setup. Por outro lado, as variações do nível médio da superfície livre do mar a larga escala temporal estão associadas aos efeitos de isostasia, expansão térmica e glacio-eustasia.

A sobre-elevação do nível médio do mar de origem atmosférica está associada à passagem de sistemas depressionários ou à ação do vento. De acordo com o “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo” (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL), não existem elementos objetivos de caracterização da sobre-elevação de níveis de água de origem meteorológica na região de Porto Santo, tendo sido considerado como estimativa o valor máximo de 0.6m.

A avaliação da sobrelevação de origem meteorológica pode ser efetuada com base em modelos simplificados que traduzem a ação da pressão atmosférica e do vento na sobrelevação (Andrade *et al.*, 2006). No presente POC avaliou-se a contribuição da pressão atmosférica, $\Delta\zeta = -1/(g\rho_w) \Delta p_a$, onde p_a representa a pressão atmosférica, g a aceleração da gravidade e ρ_w a massa volúmica da água do mar. A contribuição do vento não foi avaliada devido à pequena dimensão da plataforma continental da ilha.

Note-se que este é um modelo estático que não considerara a propagação da onda de sobrelevação. Os valores de $\Delta\zeta$ foram calculados a partir do conjunto de dados de pressão e vento medidos na estação meteorológica do IPMA em Porto Santo desde 1999. Os resultados obtidos mostram que a sobrelevação devido ao efeito hidrostático é menor do que 0.35 m.

As variações do nível do mar na zona de rebentação das ondas não foram estimadas considerando-se que este efeito é desprezável face aos outros processos descritos, em virtude do regime de agitação na praia de Porto Santo.

O “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” inclui dados (Tabela 3.2) sobre a evolução do nível médio do mar com base na publicação Andrade *et al.* (2015) apresentando uma análise fundamentada nos valores médios mensais do nível do mar calculados a partir dos dados de dois instrumentos (Funchal I, que operou entre 1963 e 2008, e Funchal II, que opera desde 2003), disponibilizados no site do Permanent Service for Mean Sea Level – PSMSL (National Oceanography Centre, Liverpool).

Tabela 3.2_Variação do Nível Médio do Mar no Funchal entre 1976 e 2013

MARÉGRAFO	PERÍODO	Média mm/ano	Média mm/ano	Média mm/ano
FUNCHAL 1	1976 – 2010	2.8	3.4	2.8
	1976 - 2013	3.4		
	1986 – 1995	3.2		
	1996 – 2009	1.8		
FUNCHAL 2	2010 - 2013	5.4		

Fonte: Andrade *et al.*, 2015

Prevê-se que as alterações climáticas antropogénicas tenham um impacto significativo sobre as zonas costeiras. Tais impactos resultam na subida do nível médio global do mar, no aumento da temperatura média do mar, no aumento da acidez do mar, nas variações de salinidade, nas alterações no clima de agitação marítima e na circulação oceânica (Santos *et al.*, 2014).

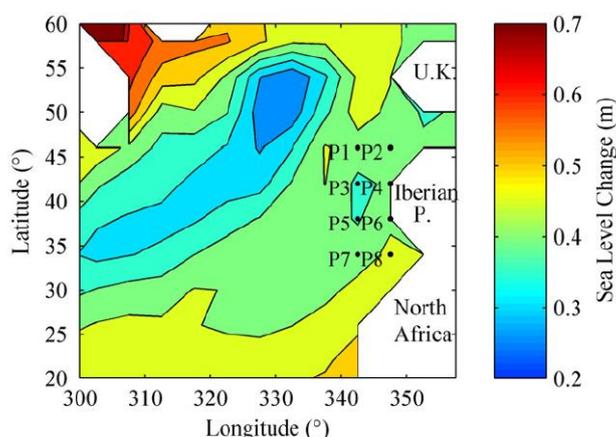
De acordo com o quinto relatório do IPCC, a taxa média anual de aumento do Nível Médio Global do Mar (NMGM) durante o século XX foi de 1,7 mm e desde 1993 situa-se entre os 2,8 e 3,6 mm (IPCC, 2013). O mesmo relatório indica ser muito provável que o NMGM se eleve entre 0,26 e 0,98 m até ao período 2081-2100, relativamente ao período 1986-2005 (considerando o cenário mais favorável e o pior dos cenários, respetivamente).

Com base na análise de dados maregráficos Antunes e Taborda (2009) estimaram para Cascais uma subida do nível médio do mar de 0,47 m para o ano de 2100 relativamente ao ano de 1990, admitindo um intervalo de confiança de 95%.

Lopes *et al.* (2011) preveem um clima futuro (2091-2100) do nível médio do mar para o Oceano Atlântico Norte superior ao nível médio do clima atual (1980- 1999) (Figura 3.2). Este resultado foi obtido com o modelo GISS-ER para cenário A2 do SRES para o séc. XXI. De acordo com este estudo a subida do nível do mar na zona do arquipélago da Madeira é ligeiramente superior ao da costa oeste portuguesa, mas inferior a 0.5m. Kopp *et al.* (2014) projetam um valor de 0,75 m até 2100, no cenário RCP 8,5 do IPCC para o arquipélago da Madeira.

O aumento do NMGM contribuirá no agravamento de galgamentos, inundações e erosão costeira.

Figura 3.2_Variação do NMM (m) para o período 2091–2100 relativo a 1980–1999 (cenário A2).



Fonte: Lopes *et al.* (2011)

3.4. Parâmetros oceanográficos e cenários futuros

A circulação na camada superficial do oceano é determinada pela ação do vento. As correntes oceânicas de superfície existentes no Arquipélago da Madeira integram-se na circulação geral do sistema de correntes do Oceano Atlântico Norte que é dominada por um giro subtropical que roda no sentido horário. A parte leste deste sistema de circulação é constituída por quatro correntes: a corrente dos Açores (AzC), a corrente de Portugal (PC), a corrente das Canárias (CanC) e a Corrente Equatorial Norte (NEC) (Figura 3.3).

Figura 3.3_Circulação oceânica do Oceano Atlântico Norte.



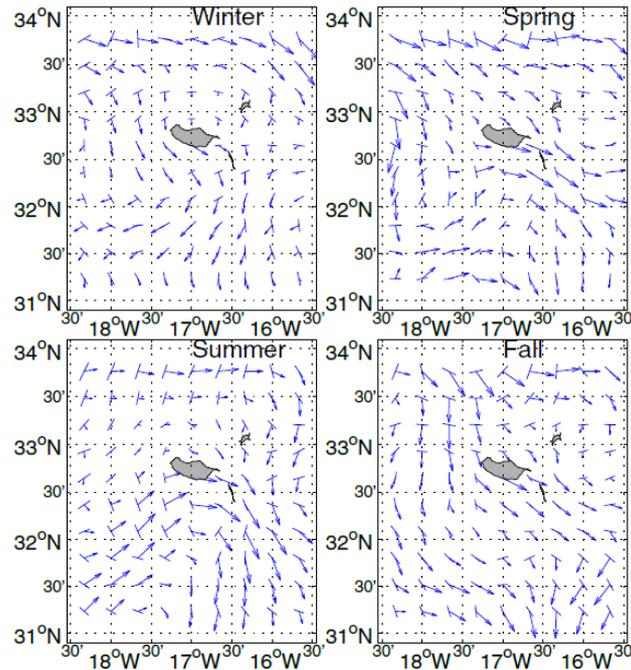
Fonte: Mason *et al.* (2011)

A CanC é uma corrente larga (cerca de 1 000 km), lenta (10 a 30 cm/s), de águas relativamente frias e com uma profundidade de cerca de 500 m e que influencia as águas do arquipélago da Madeira. Esta corrente é alimentada pela corrente dos Açores e em menor extensão pela corrente de Portugal. Stramma & Siedler (1988) mostraram que esta corrente apresenta uma variabilidade sazonal, encontrando-se mais junto do arquipélago da Madeira, durante o Inverno enquanto no verão intensifica-se e ocupa uma posição mais central entre a Madeira e a costa africana.

Existem poucos estudos que permitem caracterizar a oceanografia regional da Madeira e os dados *in situ* são escassos (Caldeira & Sangrà, 2012). De uma forma geral, no que respeita a correntes oceânicas, na zona do arquipélago da Madeira predominam correntes de Norte, com intensidades médias ao longo do ano da ordem dos 0,5 nós. No entanto, a direção e intensidade das correntes oceânicas num dado momento são muito dependentes das características do vento que tenha predominado ultimamente, podendo apresentar qualquer direção, mesmo oposta à que se indicou como predominante. A Figura 3.4 mostra os padrões sazonais de correntes geostróficas médias para a região do arquipélago da Madeira calculados a partir de dados de altimetria AVISO entre outubro de 1992 a março de 2010 (Caldeira & Sangrà, 2012). As correntes no inverno e no outono provêm principalmente de norte, enquanto durante o verão, há uma forte componente de sudoeste e de oeste.

A interação do escoamento com as ilhas do arquipélago produz uma série de fenómenos de meso-escala que podem ser observados à superfície (Caldeira *et al.*, 2002). Destacam-se a formação de esteiras de água quente na área a sotavento com diferenças que podem atingir os 3°C e a formação de vórtices e frentes que têm importância para a produção primária. De acordo com Campuzano *et al.* (2010), a crista submarina entre a ilha da Madeira e as Ilhas Desertas constitui um obstáculo para a circulação e promove a ressurgência de águas mais frias e ricas em nutrientes.

Figura 3.4_Sistema de correntes geostroficas



Fonte: Caldeira & Sangrà, 2012.

As massas de água oceânicas presentes na área de estudo estão indicadas no Tabela 3.3.

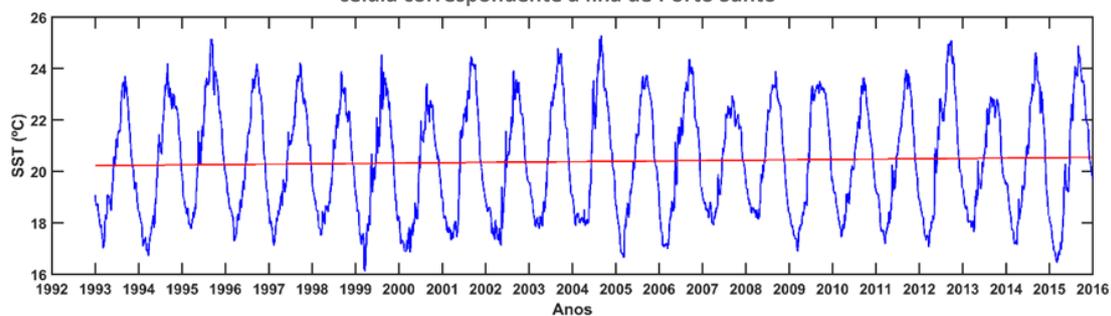
Tabela 3.3_Massas oceânicas e respetivas temperaturas e salinidade na região do Arquipélago da Madeira.

MASSA DE ÁGUA	PROFUNDIDADE (m)	Temperatura (°C)	Salinidade
ÁGUA CENTRAL NORTE ATLÂNTICA	< 1000	8 - 19	35.10 - 36.7
ÁGUA MEDITERRÂNICA	900 - 1200	11.9	36.50
ÁGUA PROFUNDA DO ATLÂNTICO NORTE	> 1500	2.2 - 3.5	34.90 - 34.97

Fonte: Instituto Hidrográfico (2008)

No âmbito do presente POC, a caracterização da temperatura da água do mar na região de estudo foi feita com base na série de temperatura da superfície do oceano (SST) correspondente a reanálises do E.U. Copernicus Marine Service Information (marine.copernicus.eu) para o oceano global e que tem uma resolução horizontal de 0.25°. A série utilizada ilustrada na Figura 3.5 corresponde a médias diárias de temperatura da superfície do mar para o período de 01/01/1993 a 29/12/2015 para a célula correspondente à ilha de Porto Santo.

Figura 3.5_Temperatura da superfície do oceano. Reanálises do E.U. Copernicus Marine Service Information para uma célula correspondente à ilha de Porto Santo



Fonte: Equipa Técnica POC (2017)

A temperatura média da água do mar à superfície é de 20,4°C e varia regularmente ao longo do ano entre 24,2°C nos meses de agosto e setembro e 17,2°C em março/abril. Estes resultados são compatíveis com os apresentados pelo Instituto Hidrográfico (2008).

A salinidade à superfície varia entre 36 e 37 (Instituto Hidrográfico, 2008).

A temperatura do oceano está a aumentar devido à absorção de mais de 90% do excesso de energia que resulta da intensificação do efeito de estufa na atmosfera, provocado pelas emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa. A variação da temperatura é maior perto da superfície, onde, até à profundidade de 75m, aumentou 0,1°C por década no período de 1971-2010 (IPCC, 2013). Para os dados de reanálise de SST na região da ilha de Porto Santo apresentados na Figura 3.5, foi calculado um aumento de 0,33°C para o período indicado, o que corresponde a uma taxa de aquecimento de 0,01°C.ano⁻¹. Estes resultados corroboram a taxa de aquecimento da superfície do oceano apresentada pelo IPCC, de 0,1°C por década.

Kersting (2016) reporta um aumento da temperatura da água na camada superficial do oceano, até aos 600m, de 0,25°C por década no período 1982 - 2013 para a região das ilhas Canárias. Este autor refere os resultados das previsões efetuadas com base nos cenários de alterações climáticas que preveem até metade do século XXI um aumento da temperatura da água superficial (SST) de 0,2°C por década para esta zona do oceano.

O aumento da temperatura da camada superficial do oceano tem como consequência uma maior estratificação da coluna de água, com um consequente efeito sobre a disponibilidade de nutrientes.

Os dados de vento analisados foram disponibilizados pela Delegação Regional da Madeira do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA). Os dados constam de uma série temporal de dados diários do vento e da pressão atmosférica medidos no Aeroporto de Porto Santo (Latitude 33° 04' N; Longitude 16° 20' W, Altitude 78 m) entre janeiro de 1999 e setembro de 2017.

Os dados do vento (intensidade e direção) foram analisados globalmente e também sazonalmente, separando os meses de primavera e verão (abril a setembro) e de outono e inverno (outubro a março).

As Figuras 3.6, 3.7 e 3.8 ilustram os valores da intensidade do vento e as distribuições da intensidade do vento para os diferentes rumos para a série completa e para as séries sazonais. Os rumos do vento mais frequentes são os dos quadrantes de NW a NE que também apresentam maiores valores de intensidade. Durante os meses da primavera e do verão o vento apresenta rumos mais constantes dos quadrantes NW a NNE enquanto que no outono e inverno observa-se também uma contribuição significativa dos quadrantes de E e SE. A intensidade máxima do vento é maior no outono e inverno do que nas outras estações do ano. O valor médio da intensidade é de 17,5 km/h e não apresenta variações sazonais.

Figura 3.6_ Intensidade do vento e distribuição da intensidade por rumos para o período de janeiro de 1999 a setembro de 2017

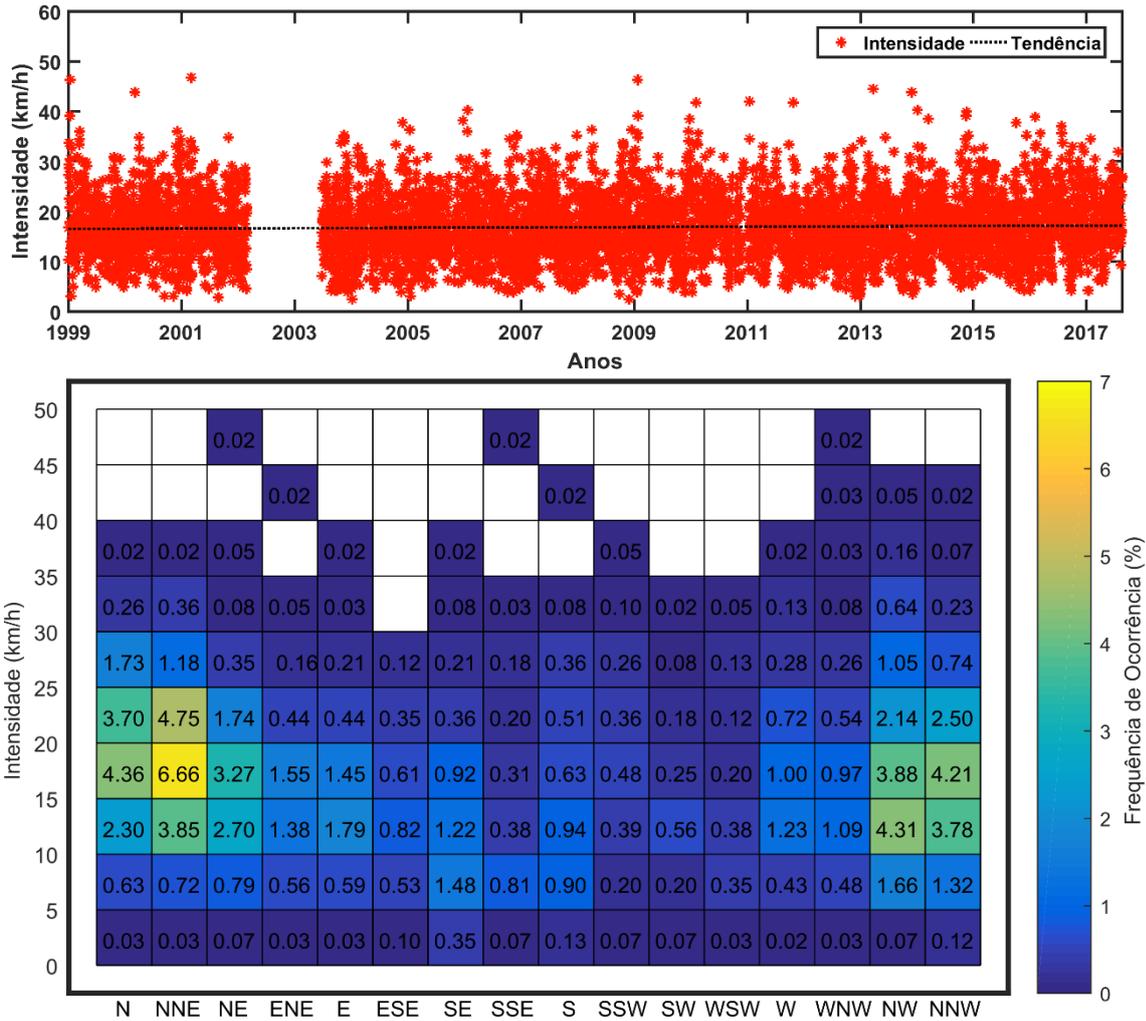
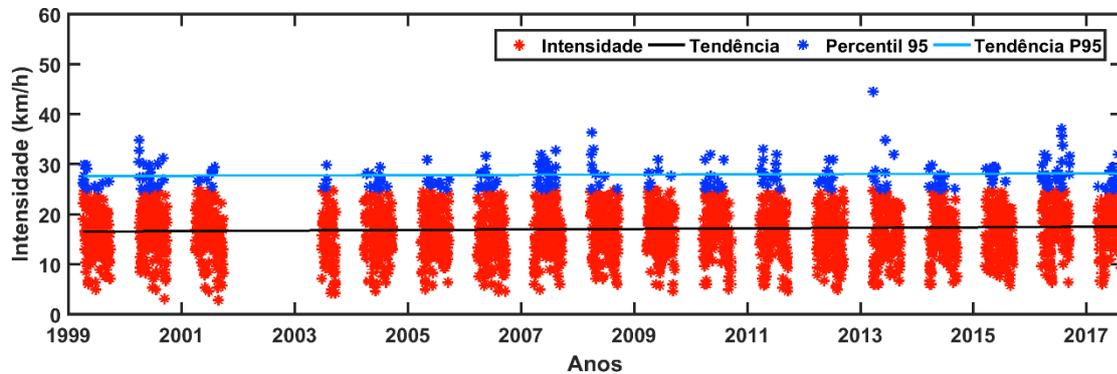
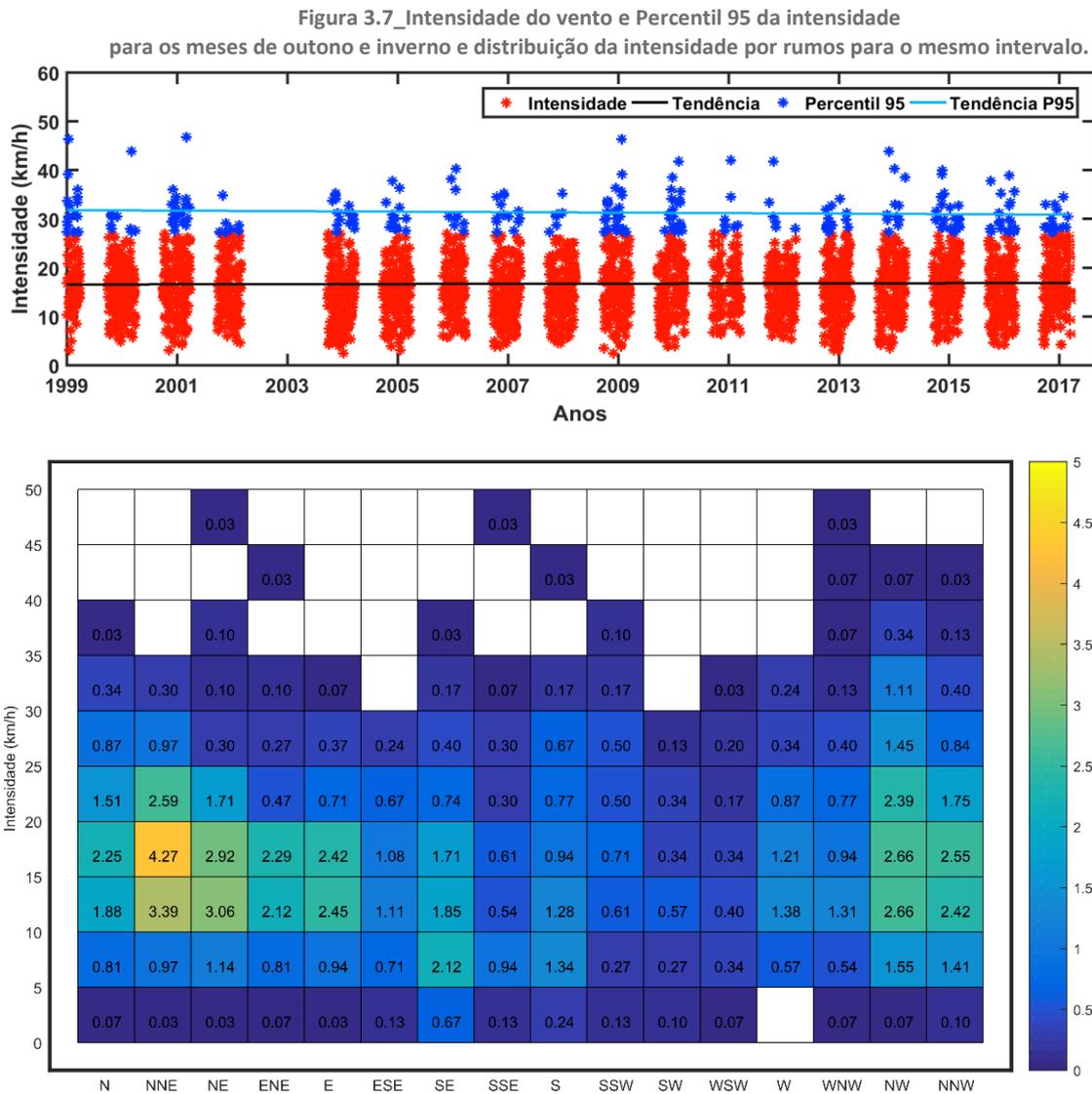


Figura 3.7_ Intensidade do vento e Percentil 95 da intensidade para os meses de primavera e verão e distribuição da intensidade por rumos para o mesmo intervalo.





Para avaliar a tendência de alteração nos valores da intensidade da velocidade do vento foi calculado o percentil 95 da intensidade do vento para cada conjunto de dados. Os resultados estão ilustrados nas Figuras 3.8 e 3.9 Os pontos azuis correspondem aos valores acima do percentil 95. Verifica-se uma tendência positiva pouco perceptível para os meses de primavera e verão, enquanto no outono e inverno esta tendência é negativa. Desta forma, não existe uma alteração significativa da intensidade do vento para eventos extremos.

A variabilidade interanual dos rumos da velocidade do vento para os meses de outono e inverno é muito maior do que para os outros meses do ano como mostram as rosas de vento representadas nas Figuras 4 e 5 para cada ano. A análise das figuras não permite avaliar alguma tendência de alteração dos rumos.

Figura 3.8 Rosas de vento para os meses de primavera e verão.

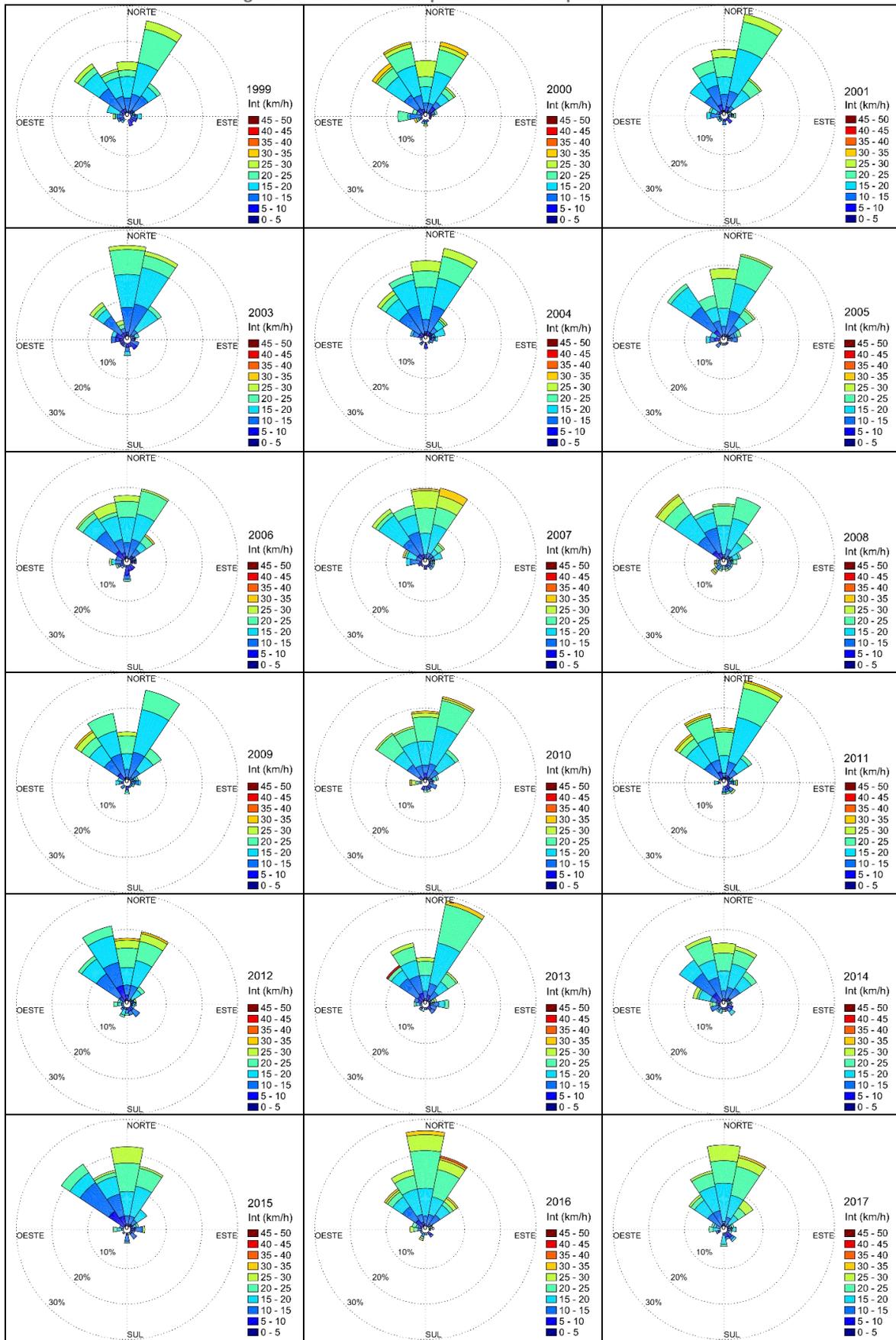
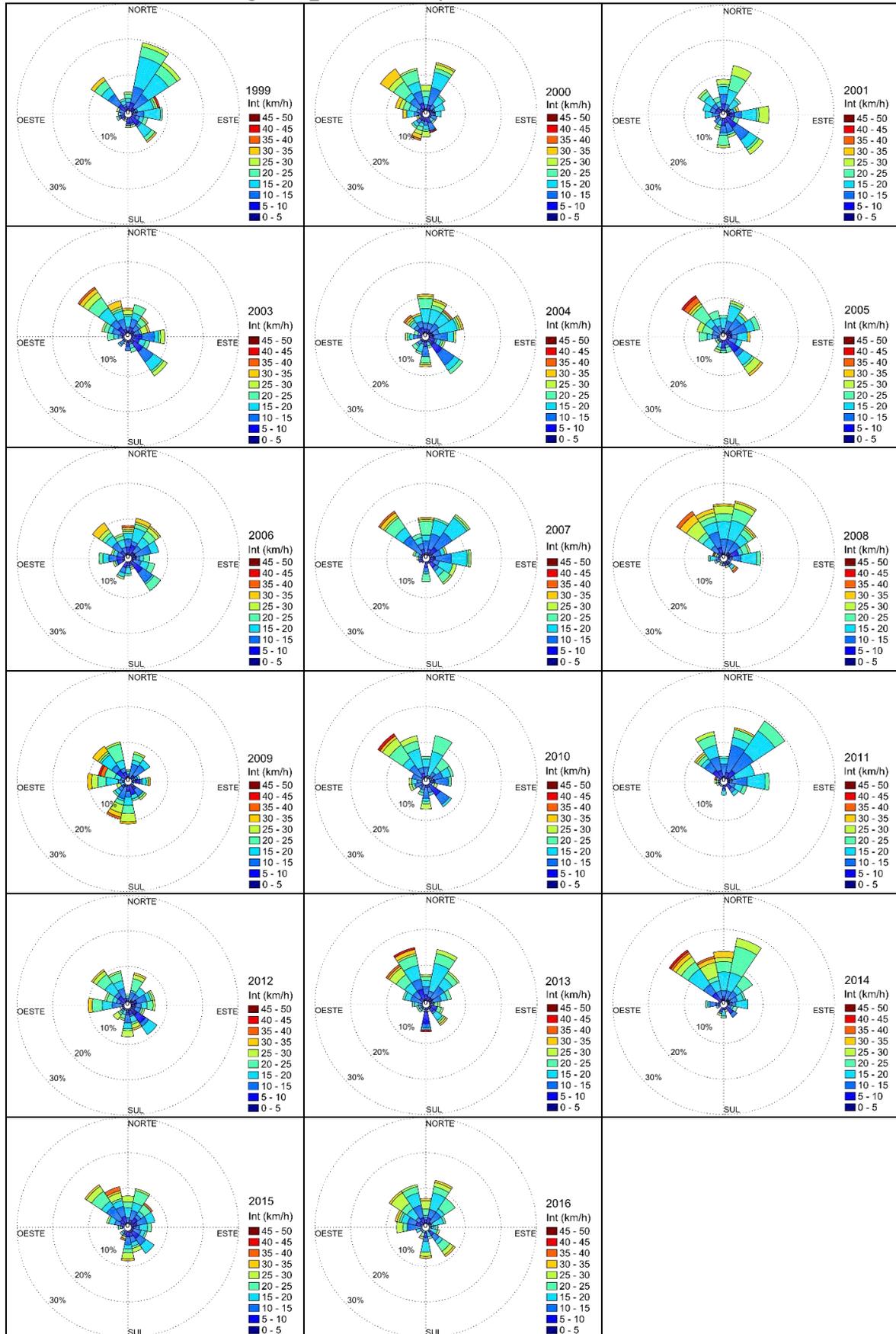


Figura 3.9 Rosas de vento para os meses de outono e inverno



3.5. Clima de agitação ao largo e cenários futuros

O arquipélago da Madeira está exposto à agitação gerada no Atlântico Norte, tratando-se de um regime de agitação muito energético. A caracterização da agitação marítima pode ser feita através da análise de dados observados por boias ondógrafo, quando existentes para o local, ou através de resultados de modelos numéricos que simulam a geração e propagação de ondas.

O “Estudo do Plano Diretor do Porto Santo” (junho 2002, WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira), considerou um regime de agitação marítima para a costa sul da Ilha da Madeira estabelecido com base nos dados de base existentes e descritos na Nota Técnica elaborada pela WW - Consultores de Hidráulica e Obras Marítimas, Lda., para a Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira, em outubro de 1998 e intitulada “REGIME DE AGITAÇÃO MARÍTIMA. ONDÓGRAFO DO FUNCHAL”.

No Tabela 3.4, extraído daquela Nota, apresenta-se o que foi considerado para efeito de cálculos como “Regime Médio Anual ao Largo” para as alturas significativas e períodos.

Tabela 3.4_ Ilha da Madeira. “Regime médio Anual ao Largo”. Altura significativas e Períodos (%)

Hs (m)	Tz (s)	Rumo					Total
		W	SW	S	SE	E	
> 0	> 0	14,8	16,0	5,6	56,8	6,8	100,0
> 0,5	> 3 a 6 s	11,9	11,9	4,2	41,0	3,9	73,0
> 1,0	> 4 a 7 s	4,4	4,7	1,4	6	0,2	17,5
> 1,5	> 4,5 a 7,2 s	1,6	2,0	0,6	0,9	-	5,1
> 2,0	> 5 a 7,5 s	0,7	0,9	0,3	0,1	-	1,9
> 2,5	> 5,5 a 8 s	0,3	0,5	0,1	-	-	0,9
> 3,0	> 6,2 a 8,4 s	0,1	0,1	-	-	-	0,2
> 3,5	> 6,7 a 8,8 s	-	-	-	-	-	-

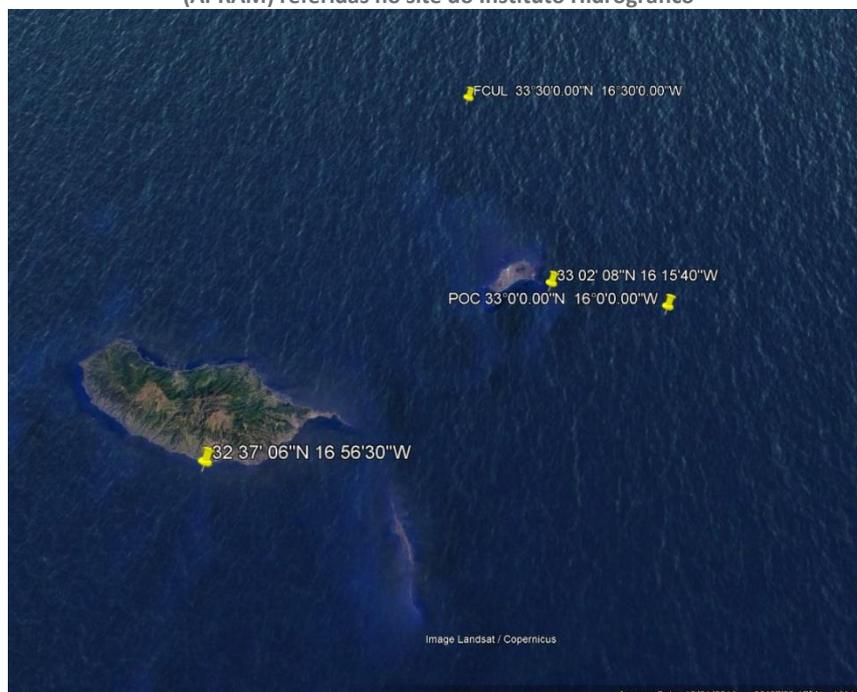
Na Tabela 3.4 apresentam-se os valores extremos da altura de onda significativa da agitação Marítima ao “Largo” da costa Sul da Ilha da Madeira, os quais são baseados na Nota Técnica, “Regime de Agitação Marítima. Ondógrafo do Funchal” (outubro de 1998), elaborada para a APRAM pela WW Consultores de Obras Marítimas e que constam “Concurso Público Internacional Para a Empreitada Grande Reparação do Molhe Principal do Porto de Porto Santo, Projeto de Execução” (Anexos I, II Condições Naturais - Agitação Marítima, Infraestruturas marítimas, setembro 2006).

Tabela 3.5_ Ilha da Madeira – Costa Sul. Agitação Marítima ao “Largo” – Valores Extremos de Hs (m)

PERÍODO DE RETORNO	Rumo				
	W	SW	S	SE	E
1 ano	3,7	3,5	2,6	2,0	1,0
5 anos	4,6	4,7	4,0	2,6	1,2
10 anos	5,3	5,4	4,8	3,0	1,3
25 anos	6,1	6,4	5,9	3,4	1,4
50 anos	6,7	7,1	6,8	3,8	1,5
100 anos	7,3	7,8	7,6	4,1	1,6

A Figura 3.10 mostra a localização das estações ondógrafo da Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira (APRAM) referidas no site do Instituto Hidrográfico (acesso em setembro de 2017) como integrando a rede APRAM.

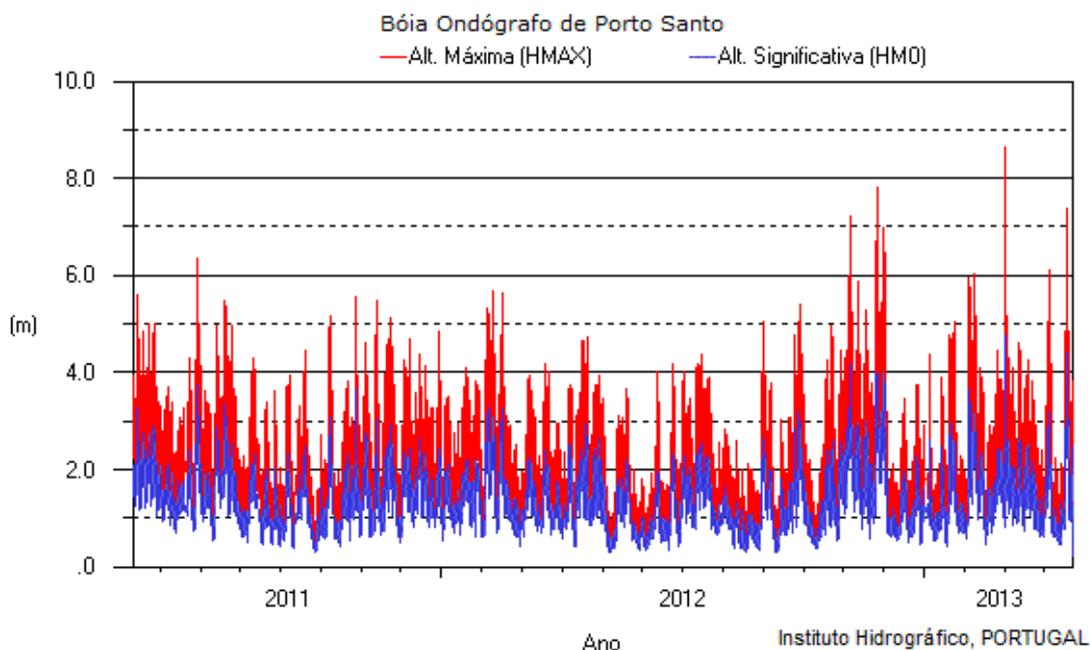
Figura 3.10_Estações ondógrafo do Funchal e Porto Santo, da Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira (APRAM) referidas no site do Instituto Hidrográfico



Fonte: . Localização dos pontos utilizados no estudo da caracterização da agitação (da FCUL e da equipa técnica do POC)

Os registos das alturas de onda, períodos e direção da boia do Porto Santo disponibilizados sob a forma gráfica abarcam apenas o ano de 2012 e parte dos anos de 2011 e 2013 (Figuras 3.11, 3.12 e 3.13).

Figura 3.11_“Todos os registos” das alturas de onda na boia ondógrafo do Porto Santo



2011-05-12 11:46 +0000 a 2013-04-23 14:50 +0000

Fonte: site do Instituto Hidrográfico (rede APRAM)

Figura 3.12_“Todos os registos” de períodos de onda na boia ondógrafo do Porto Santo

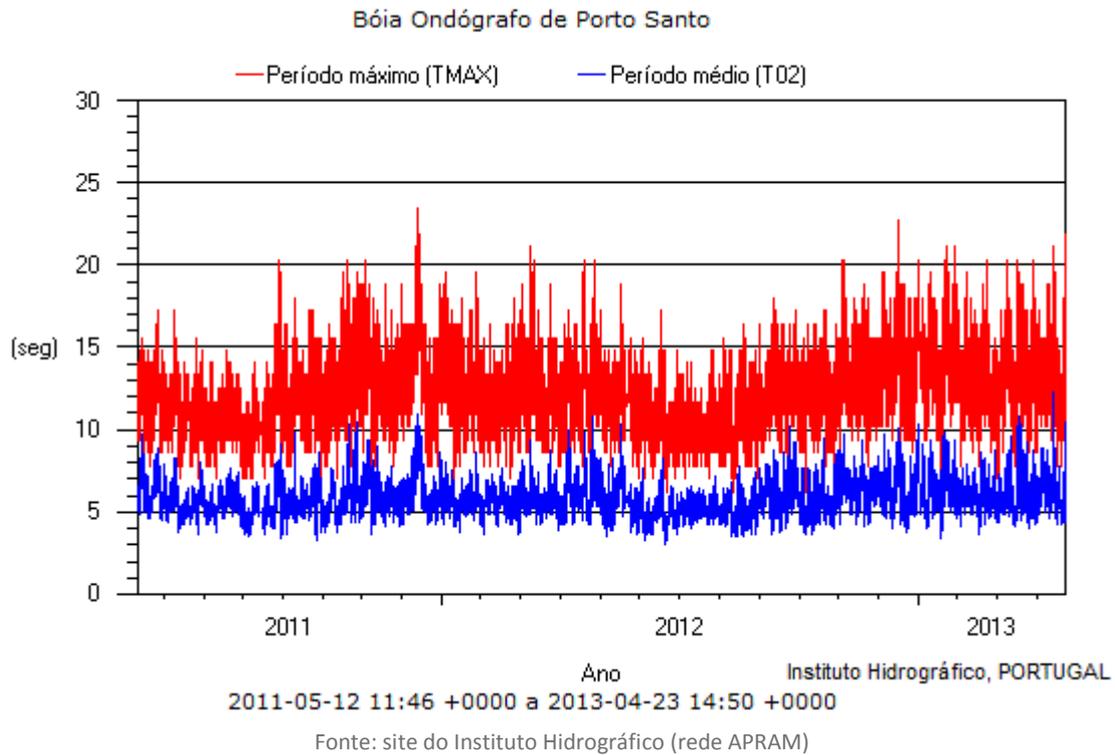
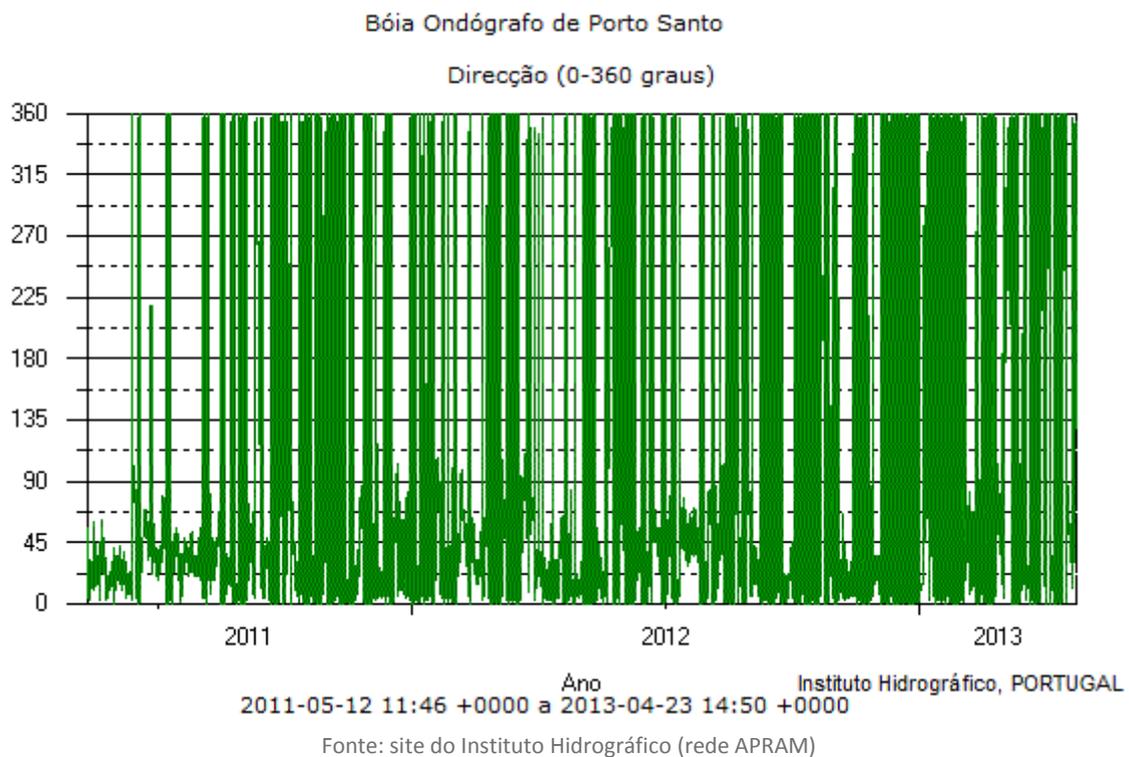


Figura 3.13_“Todos os registos” das direções de onda na boia ondógrafo do Porto Santo



Esta extensão de dados é manifestamente insuficiente para um tratamento estatístico de médio e longo termo. Poderão servir para a validação de resultados em modelo.

O “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” caracterizou a agitação ao largo da ilha do Porto Santo com base numa série de dados de

ondas reconstituídas pelo modelo WW3 num ponto a norte da ilha (coordenadas 33,5° N, 16,5° W, NOAA, <ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/waves>) e corresponde a dados tri-horários entre 1 fevereiro de 2005 e 31 dezembro de 2016.

Os valores médios de Hs, Tp e Θ_p registados ao largo da costa norte do Porto Santo são 2,4 m, 10,6 s e 333°, respetivamente. Na Tabela 3.5 estão indicados as alturas significativas máximas anuais e os valores de períodos de Pico e Rumos correspondentes, ao largo.

Tabela 3.5_Alturas significativas máximas anuais e valores de Tp e Rumos correspondentes, ao largo da costa norte

Ano	Altura significativa máxima anual Hs (m)	Período de pico de potência Tp (s)	Rumo médio de potência (°)
2005	7.00	8.7	18
2006	7.39	15.0	288
2007	5.62	13.4	313
2008	9.10	11.4	315
2009	10.18	13.6	319
2010	8.23	15.9	297
2011	8.22	16.9	328
2012	5.55	15.8	319
2013	8.16	12.5	282
2014	10.84	17.4	329
2015	5.18	15.1	324
2016	6.32	12.4	306

Em relação à distribuição das alturas de onda, a maior parte das ocorrências concentra-se nas classes de 1 a 2 m (39 %) e 2 a 3 m (36 %); apenas 23 % dos registos correspondem a valores superiores a 3 m. Relativamente ao período, 55 % das ocorrências caem no intervalo 8 a 12 s (27 % das ocorrências na classe 8-10 e 28 % na classe 10-12 s). No que diz respeito à direção, a maior parte das ondas (75 %) provem do quadrante NW, seguido do quadrante NE com 23 % das ocorrências. Os rumos das bandas de sul (incluindo os quadrantes SE e SW) totalizam apenas 1 % dos registos.

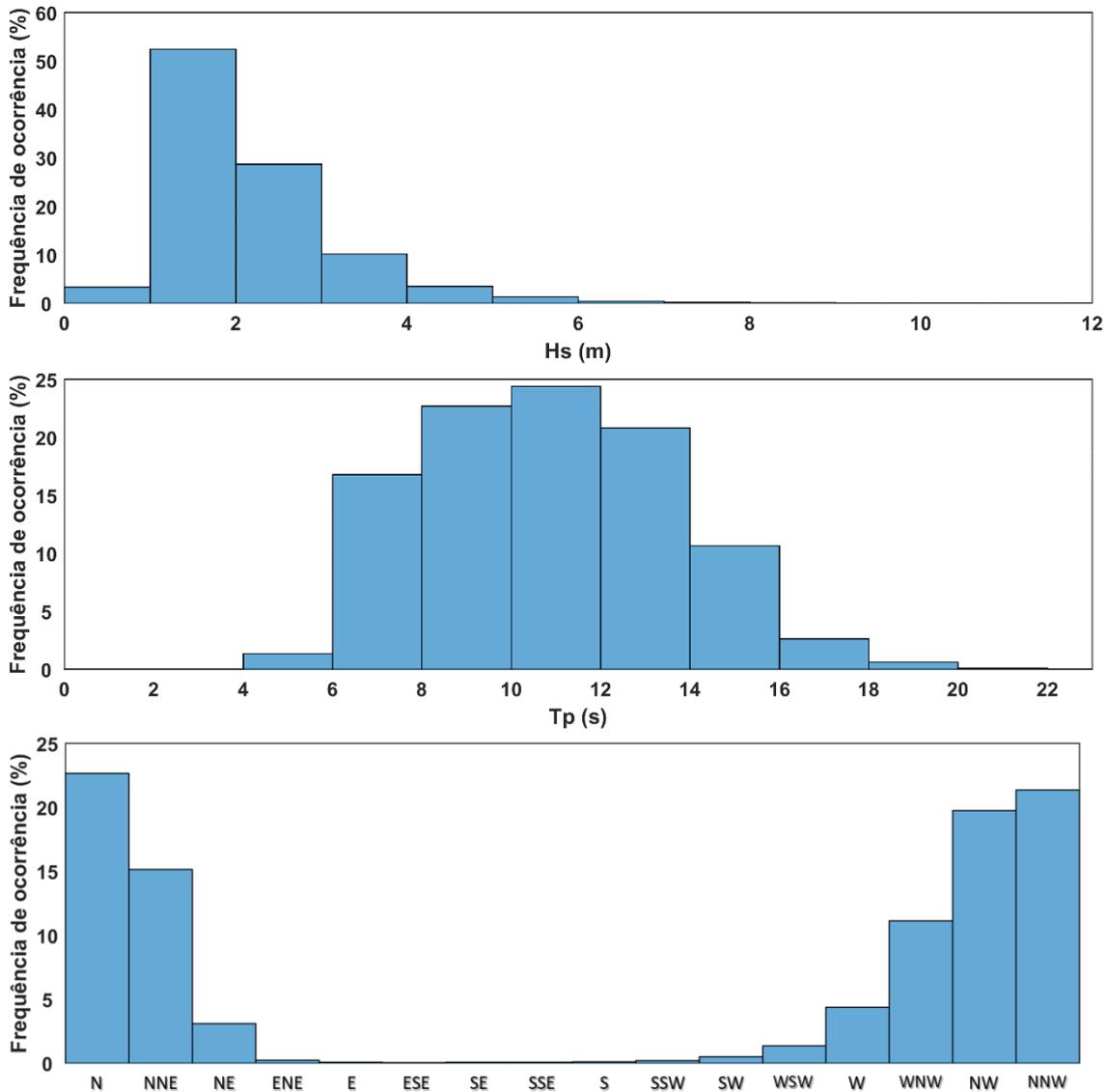
“Existem variações sazonais nos parâmetros escalares e direcionais. Nos meses de inverno marítimo (outubro a março) a agitação é dominada pelos rumos de NW e WNW com alturas geralmente superiores a 2 m e frequentemente 3 m; o período é quase sempre superior a 10 s e dominado pelas ocorrências superiores a 12 s. Nos meses de verão marítimo (abril a setembro), a altura e o período das ondas diminuem (Hs e Tp geralmente inferiores a 3 m e 12 s, respetivamente). No verão observa-se maior dispersão direcional e um comportamento bi-modal: a moda de NW reflete preferencialmente a ondulação, com períodos entre 8 e 16 s, e a moda de NNE associa-se a ondas de geração mais próxima, com períodos geralmente inferiores a 10 s.”

No âmbito do presente POC, para caracterizar o clima de agitação marítima ao largo da ilha de Porto Santo, recorreu-se a uma série sintética, disponibilizada em <http://www.sonel.org/-Waves-.html> (Bertin *et al.*, 2013). O ponto utilizado para esta análise localiza-se a 16°W e 33°N, a NE da ilha e abrange o período de 1952 – 2012, correspondendo a um intervalo de 60 anos. Os dados estão espaçados de 6 em 6h e os parâmetros disponibilizados são a altura significativa (Hs), o período de pico (Tp) e a direção média da ondulação (Dir).

Os valores médios de Hs, Tp e Dir são 2,14 m, 10,85 s e 337,8°, respetivamente. A Figura 3.14 mostra a frequência de ocorrência de Hs, Tp e Dir por classes. Para a altura significativa predominam as classes

de Hs entre 1 e 2 m com cerca de 52% e entre 2 e 3 m com 29% de ocorrências; apenas cerca de 5% dos registos apresentam valores de Hs superiores a 4 m. No caso do período de pico, as classes com maior frequência são de 8 a 10 s com cerca de 23%, 10 a 12 s com 24% e 12 a 14 s com 21% de ocorrências. Relativamente à direção, a ondulação é maioritariamente proveniente do quadrante norte (rumos N, NNW e NNE), com 58% de ocorrências, seguido de NW com cerca de 20% de ocorrências. A ondulação proveniente dos quadrantes entre E e SW corresponde a cerca de 1% das ocorrências.

Figura 3.14_ Distribuição da frequência de ocorrência dos parâmetros de agitação marítima por classes

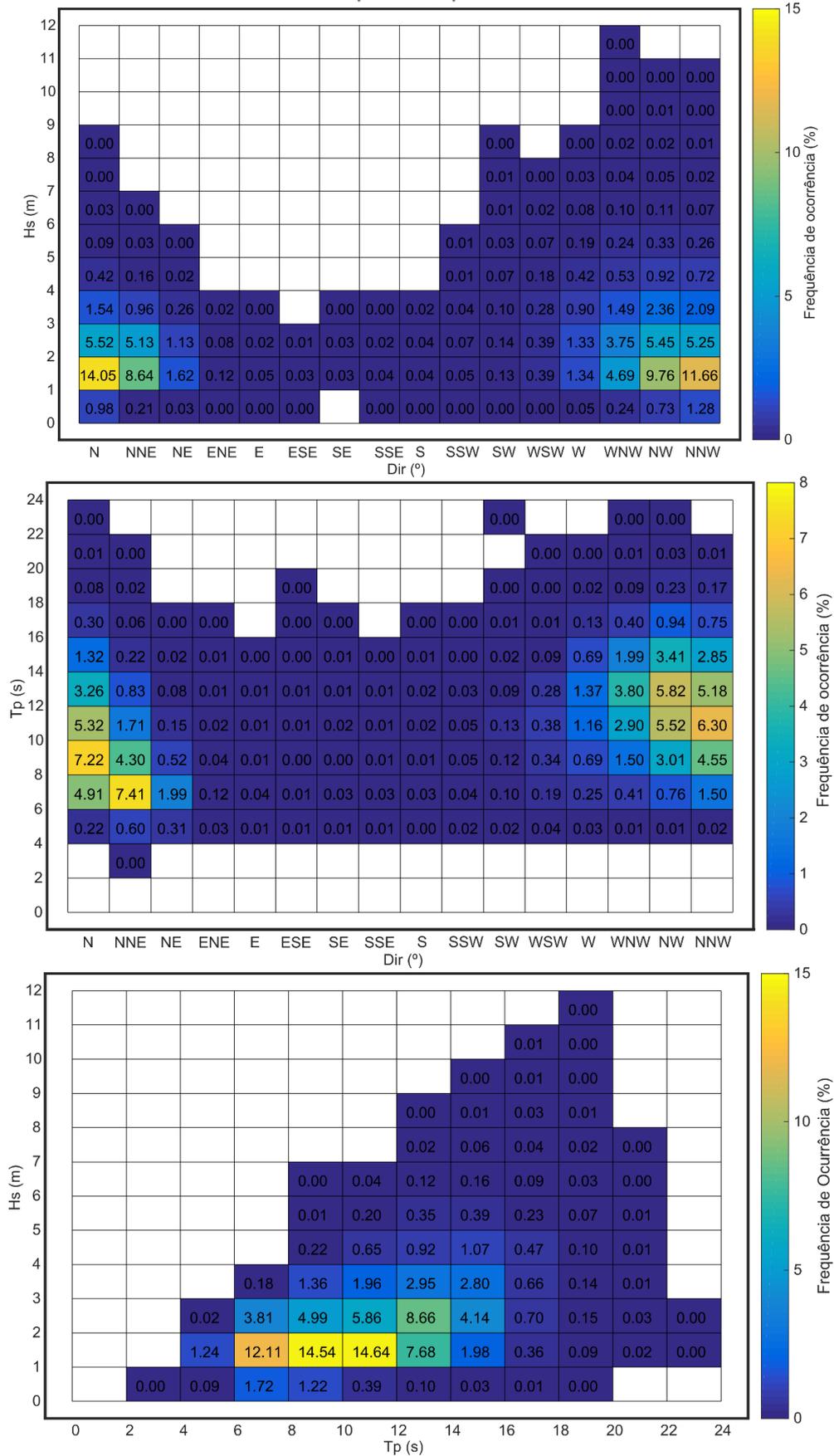


Fonte: Fonte: Equipa técnica do POC (2017)

Os valores mais elevados de Hs estão associados à ondulação de NW e períodos de pico superiores a 12 s, conforme Figura 3.15. As classes de Hs mais frequentes (entre 1 e 3 m) correspondem aos rumos de NW a N e Tp entre 6 e 14 s.

A costa SE da ilha de Porto Santo está mais exposta à ondulação do quadrante sul (rumos de E a SW). Como indicado na Figura 3.15, estas direções apresentam, geralmente, ondulação com altura significativa baixa (Hs inferior a 4 m), embora com rotação para W aumenta a ocorrência de ondulação com Hs superiores. O período de pico, para o mesmo intervalo, apresenta uma gama alargada de valores, que variam entre 4 e 18 s.

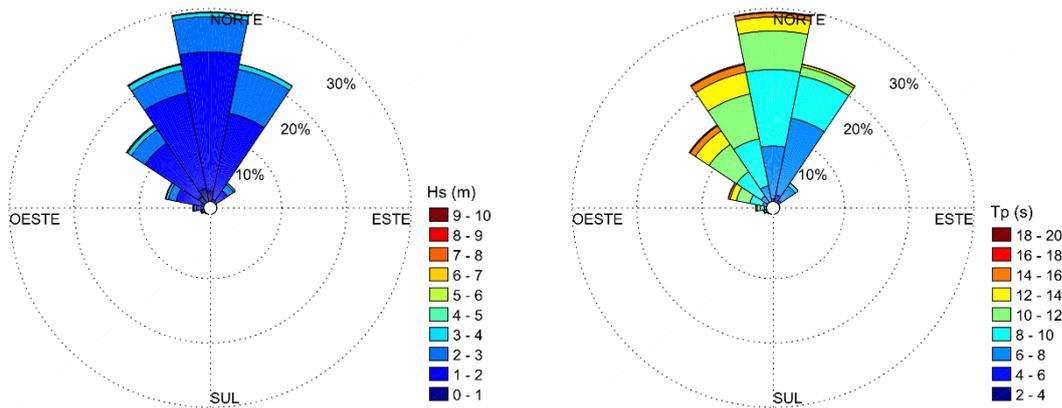
Figura 3.15_ Regime geral da agitação marítima a SE da ilha de Porto Santo, em função da direção, altura significativa e período de pico



Fonte: Fonte: Equipa técnica do POC (2017)

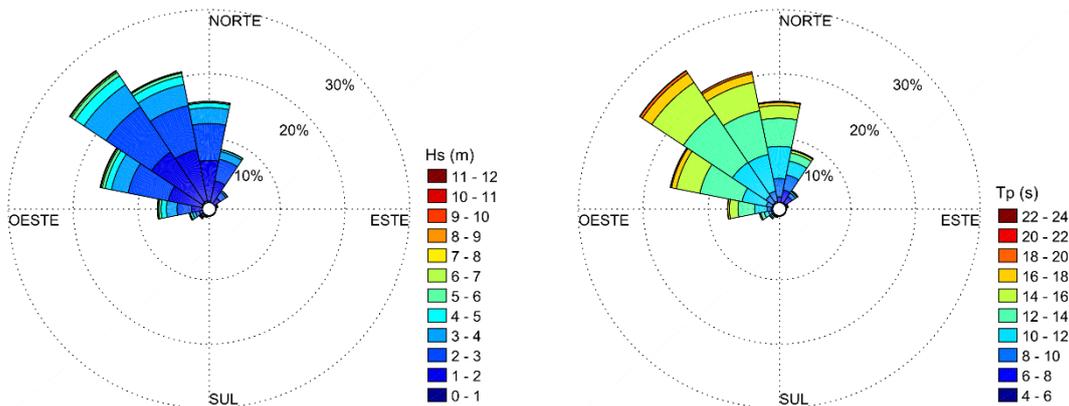
Em relação ao regime sazonal, as Figuras 3.16 e 3.17 apresentam a distribuição direcional de Hs e Tp para os regimes de agitação no verão e inverno marítimos, respetivamente. No verão marítimo (meses de abril a setembro) predomina a ondulação de norte com altura significativa associada inferior a 3 m e período de pico entre 8 e 12 s (Figura 3.16). Nesta época, à ondulação de NW corresponde períodos de pico mais elevados, predominando as classes de 8 a 14 s. No inverno marítimo, a ondulação predominante é de NW com Hs associado de 2 a 5 m e Tp superior a 10 s (Figura 3.17).

Figura 3.16_Distribuição direcional da altura significativa (Hs) e período (Tp) ao largo nos meses de verão marítimo (abril a setembro)



Fonte: Fonte: Equipa técnica do POC (2017)

Figura 3.17_Distribuição direcional da altura significativa (Hs) e período (Tp) ao largo nos meses de inverno marítimo (outubro a março)



Fonte: Fonte: Equipa técnica do POC (2017)

Os valores obtidos são concordantes com os referidos no “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)”, sendo as maiores diferenças registadas no rumo da agitação em consequência da diferente localização dos pontos em análise (ver a Figura 3.6).

A caracterização de eventos de temporal ao largo considerou os critérios definidos em “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)”. Um temporal inicia-se quando Hs excede o valor crítico, determinado a partir do percentil 97.5% da

série temporal de agitação marítima e termina quando Hs desce e permanece abaixo deste valor durante pelo menos 24h. A aplicação deste critério aos dados em análise conduziu a um valor crítico de Hs = 4.75 m.

Entre 1952 e 2011 ocorreram 418 eventos de temporal, correspondendo em média a cerca de 7 eventos por ano. Ao largo, os temporais caracterizam-se por uma altura significativa média de 5,6 m, período de pico médio de 14.5 s e a duração média dos eventos foi de 32.9 h (cerca de 1 dia e 9 horas). Avaliou-se para cada evento o PSI (Power Storm Index) a partir da equação:

$PSI = \left[\left[H_s \right]_{max} \right]^2 d$, sendo Hsmax a altura significativa máxima observada durante o evento e d a sua duração. Os eventos de temporal identificados apresentam um valor médio de PSI de 1411 m²h e uma variabilidade elevada, com valores que variam entre 135 e 16116 m²h (Tabela 3.6).

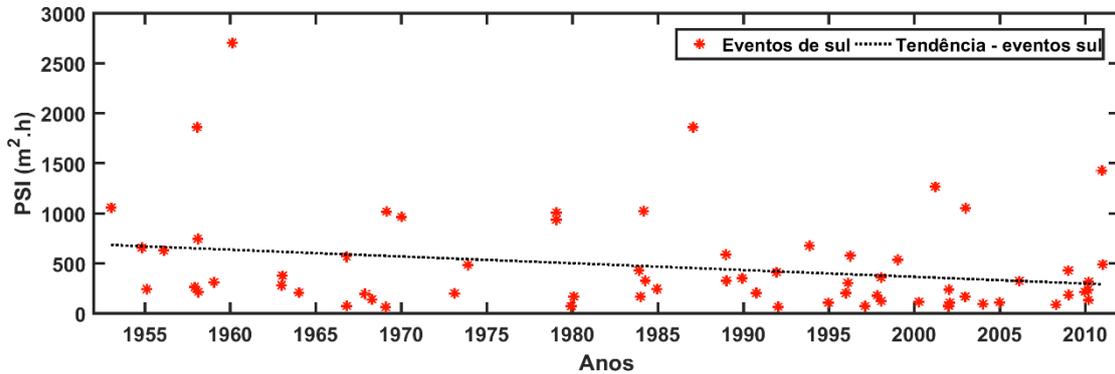
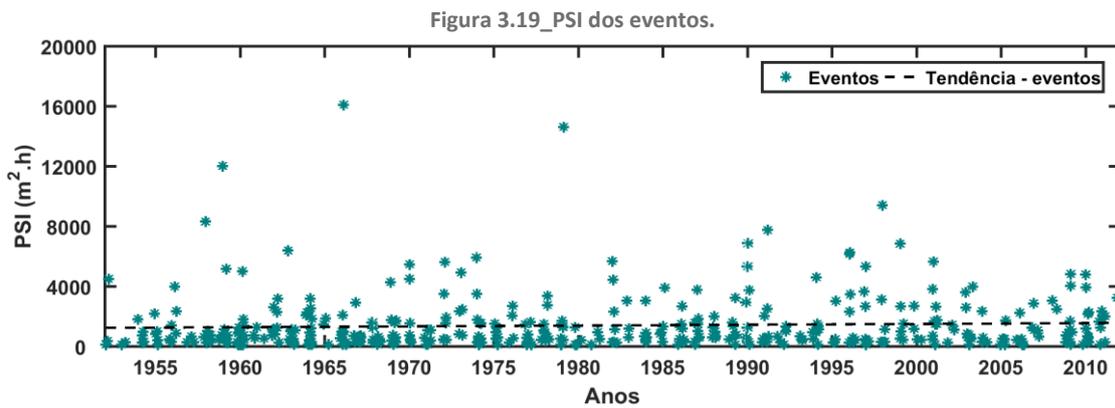
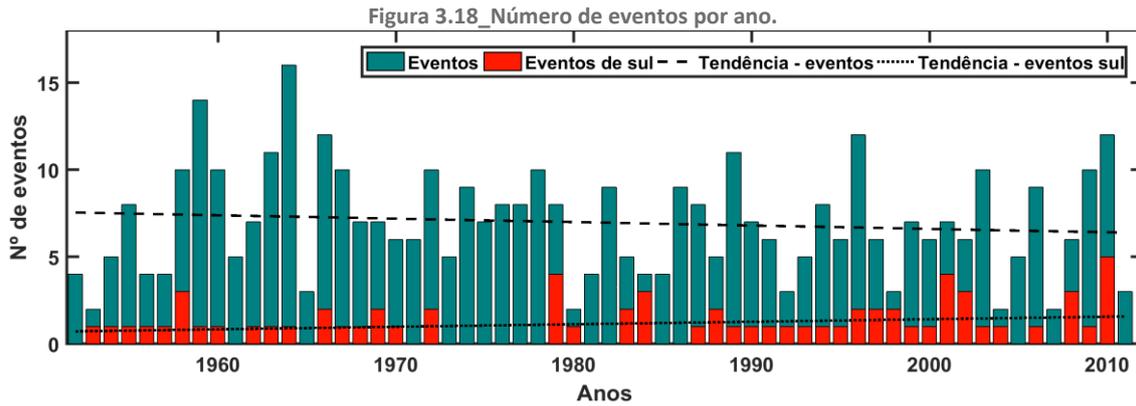
Considerando a exposição da baía à agitação proveniente dos quadrantes de sul, com impacto significativo na dinâmica costeira, aplicou-se, apenas para os rumos entre E e SW, o limiar de temporal Hs=2,3 m, de acordo com “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)”.

Tabela 3.6_Parâmetros da agitação de temporal ao largo da ilha de Porto Santo

	Hs média (m)	Tp médio (s)	Dir média (°)	Duração média (h)	Potência média (m ² .h)	Nº de temporais
Temporais P97.5%	5,6	14,5	289,8 WNW	32,9	1411 [135; 16116]	418 (~7,0 eventos/ano)
Temporais de E - SW	3,5	10,3	201,7 SSW	26,2	464 [66; 2708]	69 (~1,2 eventos/ano)

Foram identificados 69 eventos provenientes dos quadrantes de E - SW, que apresentam altura significativa média de 3,5 m e período de pico médio 10,3 s. O valor médio de PSI é de 464 m²h e varia entre idade muito menor, quando comparada com os restantes eventos (66 <PSI< 2708 m²h). Estes valores são inferiores aos dos eventos dos restantes rumos ao largo. No entanto, segundo o estudo referido, no caso das tempestades de sul, os valores de Hs junto à costa são, em média, superiores aos associados a mar alteroso das bandas de norte, mas os valores de período são inferiores, sendo estes eventos os mais problemáticos para a baía de Porto Santo.

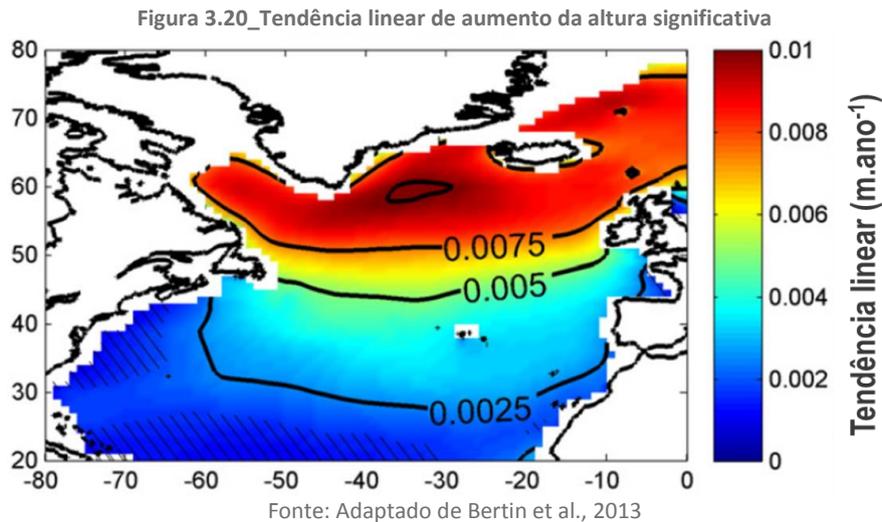
As Figuras 3.18 e 3.19 apresentam, respetivamente, o número eventos por ano e o PSI correspondente. Nos últimos 60 anos, para a série de agitação marítima analisada, verifica-se um aumento ligeiro do número de eventos dos quadrantes de E – SW por ano (identificados na figura como eventos sul). Para estes eventos, verifica-se uma diminuição do PSI de cerca de 6,54 m²h por ano. Por outro lado, para os eventos dos restantes rumos verifica-se uma pequena diminuição no número de eventos por ano. Quanto à potência dos eventos verifica-se um ligeiro aumento, da ordem de 5,35 m²h por ano. Note-se que o intervalo de tempo considerado neste estudo não incluiu as condições extremas de agitação, pela sua persistência e potência, observadas no inverno marítimo de 2013-21014 (por exemplo, a tempestade Hercules). Estes eventos com rumos provenientes dos quadrantes de N e NW que assolaram o arquipélago poderão modificar a tendência apresentada.



Fonte: Equipa técnica POC (2017)

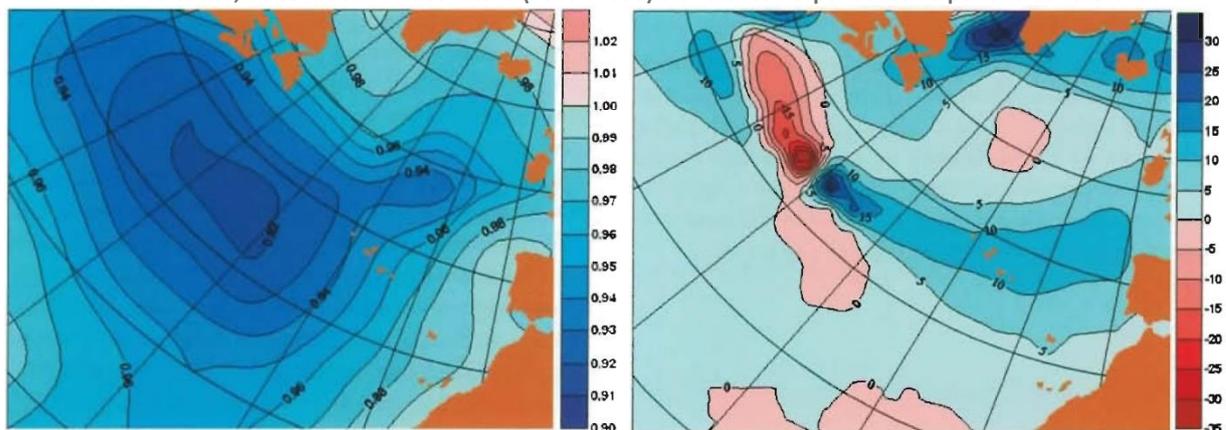
Têm sido realizados estudos com o objetivo de determinar o efeito das alterações climáticas nos regimes médios de agitação (Andrade *et al.*, 2006; Zacharioudaki *et al.*, 2011; Bertin *et al.*, 2013). A análise dos estudos publicados revela conclusões diversas, dependendo dos modelos e domínios utilizados, assim como dos cenários futuros considerados (Zacharioudaki *et al.*, 2011).

Os resultados obtidos por Bertin *et al.* (2013) no Oceano Atlântico Norte para o século XX, revelam uma tendência no aumento da altura significativa com um valor máximo de $0,01 \text{ m.ano}^{-1}$, sendo que para a latitude do arquipélago da Madeira o valor é inferior (Figura 3.20). Este aumento é explicado pelo aumento da velocidade do vento. É esperado que estes resultados tenham tido uma forte implicação na dinâmica costeira (Bertin *et al.*, 2013).



Os resultados obtidos por Andrade *et al.* (2006) para o Atlântico Norte, para o período 2070 – 2099, revelam alterações significativas na distribuição sazonal da altura significativa com aumento da altura no verão e invariância ou ligeira diminuição no inverno, apesar do valor médio anual de Hs permanecer inalterado. Verificou-se, também, uma rotação no sentido horário da direção da ondulação de magnitude entre 5 e 7° (Andrade *et al.*, 2006) (Figura 3.21).

Figura 3.21_a) Razão entre o valor médio da altura significativa (m) das ondas e b) diferença em graus entre a direção média das ondas, no cenário climático futuro (2070 - 2099) e o valor correspondente no período de referência



Fonte: Adaptado de Andrade et al., 2006

Zacharioudaki *et al.* (2011) calcularam as condições do regime de agitação para o período 2061-2100 com base nos campos de vento futuro e considerando vários cenários do IPCC de emissão de gases de efeito de estufa (B1, A1B e A2). Estes autores concluíram, que existirá variabilidade sazonal, à semelhança dos resultados obtidos por Andrade *et al.* (2006), contudo com aumento da altura significativa para o verão, inverno e primavera e diminuição no outono.

Silva, R., *et al.* (2007), aplicando um modelo de evolução de linha de costa a médio e longo termo, desenvolvido pelos autores, a praias arenosas da costa oeste portuguesa concluem que adotando cenários de um agravamento da subida generalizada do nível médio do mar as consequências negativas para um horizonte de 25 anos serão menos graves do que as consequências associáveis a outros cenários de alterações climáticas (ligeiro agravamento da frequência de extremos de agitação marítima, alteração de rumos da agitação incidente ao largo).

3.6. Modelos de propagação da agitação marítima do largo até à costa

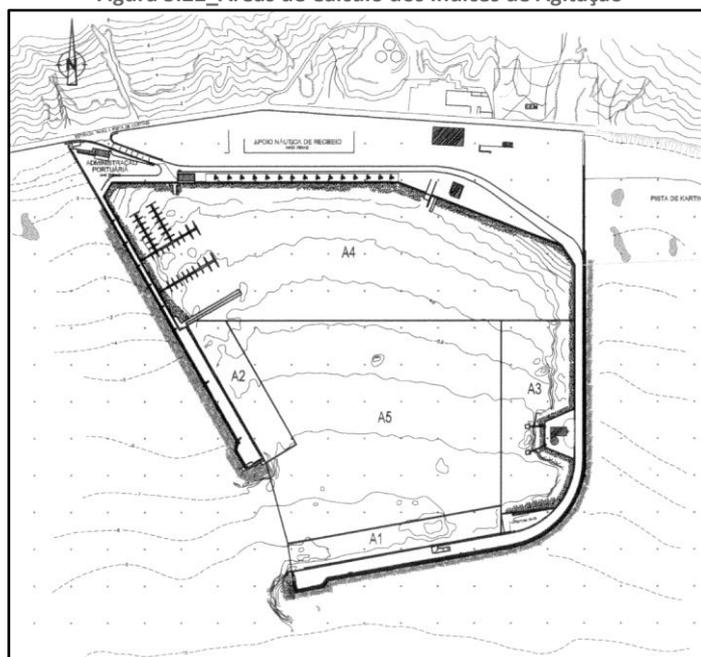
A costa norte da ilha do Porto Santo está diretamente exposta ao clima de agitação sumariamente referido, mas os troços costeiros virados a S e SE encontram-se abrigados da agitação dominante, dos quadrantes de norte pelo que a energia das ondas que incidem sobre a praia do Porto Santo é substancialmente menor e a direccionalidade das cristas é modificada.

O “Estudo do Plano Diretor do Porto Santo”, junho 2002, WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira), caracterizou o regime de agitação no interior do porto a partir dos ensaios de agitação em modelo reduzido realizados no LNEC em 1987 (propagação do largo para o porto do Porto Santo), admitindo algumas hipóteses simplificativas.

Foram então definidas áreas representativas (Figura 3.22), nas quais se estimaram os índices de agitação (relação entre as alturas de onda “local” e ao “largo”):

- Área 1 – Cais do molhe de abrigo;
- Área 2 – Cais do contra-molhe;
- Área 3 – Terminal de cimento;
- Área 4 – Atual cais de pesca;
- Área 5 – Bacia de manobras.

Figura 3.22_Áreas de Cálculo dos Índices de Agitação



Fonte: Estudo do Plano Diretor do Porto Santo”, junho 2002,
WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira

Na Tabela 3.7. resumem-se os índices de agitação mais desfavoráveis obtidos nos ensaios em modelo físico (os índices de agitação estabelecem a relação entre a altura de onda local e a altura de onda ao largo).

Tabela 3.7_ Índices de Agitação no Interior do porto do Porto Santo

Rumo	T (s)	H (m)	Área				
			1	2	3	4	5
SW	8	3	0,40	0,40	0,20	0,30	0,45
		5					
	12	3	0,55	0,40	0,30	0,40	0,65
		5					
S	8	3	0,30	0,30	0,30	0,10	0,35
		5					
	12	3	0,50	0,35	0,30	0,45	0,55
		5					

Fonte: Estudo do Plano Diretor do Porto Santo”, junho 2002,
WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira

Com base nas mesmas hipóteses simplificativas, foram avaliados os valores extremos da agitação marítima nas áreas 1 a 5 no interior do porto, para períodos de retorno de 1 a 25 anos, o que se apresenta na Tabela 3.8.

Tabela 3.8_ Regime de Extremos no Interior do porto do Porto Santo

Área	Rumo										H _s máx.
	W		SW		S		SE		E		
	H _s (m)	T _z (s)									
PERÍODO DE RETORNO: 1 ANO											
1	0,74	7 a 9	1,40	7 a 9	0,78	6 a 8	0,30	5 a 8	0,08	4 a 7	1,40
2	0,74		1,40		0,78		0,30		0,08		1,40
3	0,37		0,70		0,78		0,30		0,08		0,70
4	0,56		1,05		0,26		0,10		0,03		1,05
5	0,83		1,48		1,30		0,35		0,09		1,48
PERÍODO DE RETORNO: 25 ANOS											
1	1,22	9 a 11	2,56	9 a 11	1,77	9 a 11	0,51	7 a 9	0,11	4 a 7	2,56
2	1,22		2,56		1,77		0,51		0,11		2,56
3	0,61		1,28		1,77		0,51		0,11		1,28
4	0,92		1,92		0,59		0,17		0,04		1,92
5	1,37		2,88		2,07		0,60		0,12		2,88
PERÍODO DE RETORNO: 100 ANOS											
1	2,01	10 a 12	4,29	10 a 12	3,80	10 a 12	0,62	7 a 9	0,12	5 a 7	4,29
2	1,46		3,12		2,66		0,62		0,12		3,12
3	1,10		2,34		2,28		0,62		0,12		2,34
4	1,46		3,12		3,04		0,21		0,04		3,12
5	2,37		5,07		4,18		0,71		0,14		5,07

Fonte: Estudo do Plano Diretor do Porto Santo”, junho 2002,
WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira

No “Concurso Público Internacional Para a Empreitada Grande Reparação do Molhe Principal do Porto de Porto Santo, Projeto de Execução” (Anexos I, II Condições Naturais - Agitação Marítima, Infraestruturas marítimas, setembro 2006) os rumos Sul e Sudoeste ao “largo” do Funchal foram considerados como “representativos dos valores extremos da altura de onda significativa ao largo do porto do Porto Santo”.

O estudo de propagação (WW Consultores de Obras Marítimas) foi realizado com o modelo matemático NSW do sistema de cálculo MIKE21, o qual descreve a propagação, crescimento e decaimento de ondas de curto período em zonas costeiras.

O modelo tem em consideração o efeito da refração e empolamento devido à variação de profundidade, efeito do vento e dissipação de energia por atrito no fundo e por rebentação, com a ressalva de que os resultados no interior do porto não deveriam ser considerados como válidos, já que o modelo NSW não reproduz o efeito da difração. Os resultados dos cálculos de propagação da agitação marítima, para um Período de Retorno de 50 anos (Tabela 3.9), desde o largo até à zona do molhe principal do porto do Porto Santo foram apresentados em plantas com a distribuição de alturas, direções e indicação dos períodos da onda e dos níveis de maré.

Os fundos marítimos na costa sueste da Ilha do Porto Santo apresentam declives suaves até à cota -50,0 m (ZH). A praia arenosa que ocupa a quase totalidade deste troço de costa tem cerca de 9 km de extensão e um campo dunar associado. O porto de abrigo do Porto Santo localiza-se na extremidade nascente desta praia e os fundos foram caracterizados como sendo de areias bem calibradas de grão médio a fino.

Tabela 3.9_Estados extremos de agitação simulados

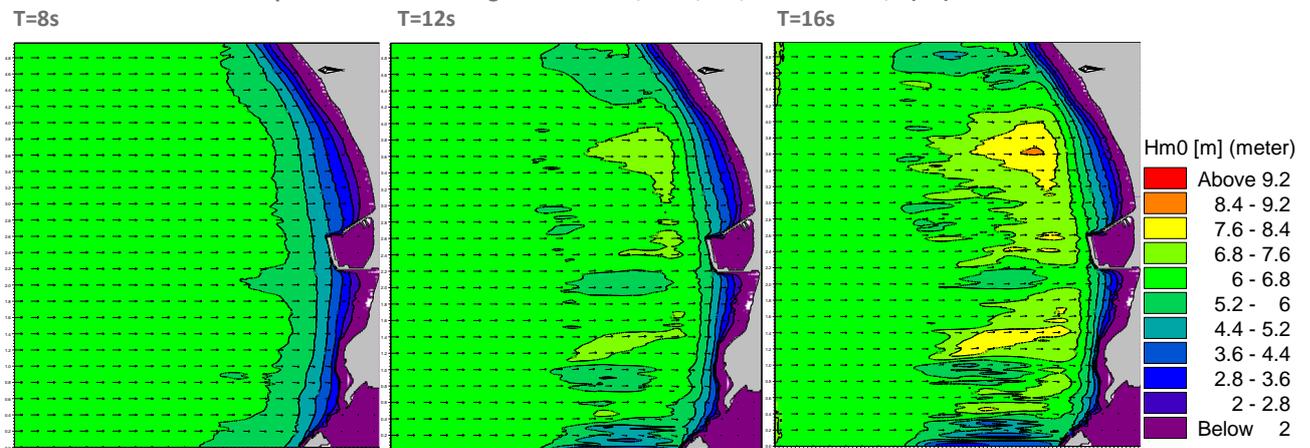
RUMO	H0 (m)	Nível Maré m (ZH)	T(s)
S 180º	6,8	0,2 m	8, 12, 16
SW 225º	7,1	0,2 m	8, 12, 16
S 180º	6,8	2,8 m	8, 12, 16
SW 225º	7,1	2,8 m	8, 12, 16

Fonte: WW Consultores de Obras Marítimas, 2006

As Figuras 3.23 a 3.26 apresentam os planos de ondulação com indicação das alturas e direção de ondas na zona envolvente ao porto de Porto Santo para uma onda ao largo de rumo e altura indicados, em situação de Preia-Mar ou de Baixa-Mar.

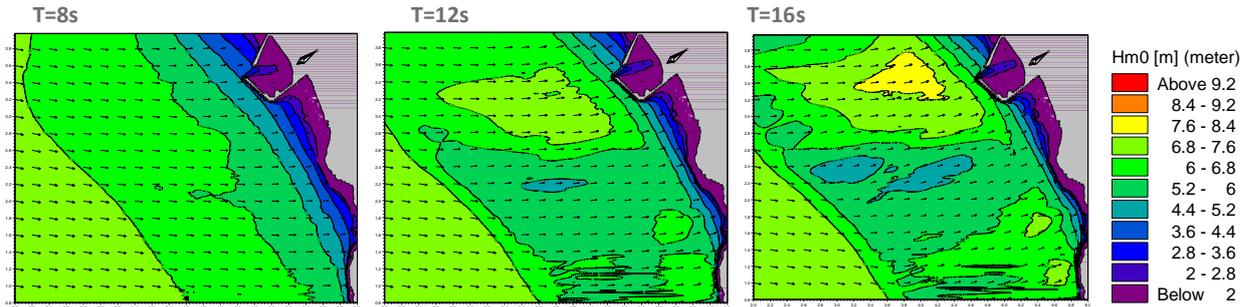
Os estudos de estabilidade do manto resistente do molhe foram efetuados a partir do clima de valores extremos da agitação indicados. Em resultado da simulação, a altura de onda significativa máxima que serviu para o dimensionamento do manto resistente relativamente à ação da agitação foi de 7,4 m.

Figura 3.23_Altura e direção de ondas na zona envolvente ao Porto Santo para uma onda ao largo de rumo Sal, H₀=6,8 m, Baixa-Mar +0,2 (ZH)



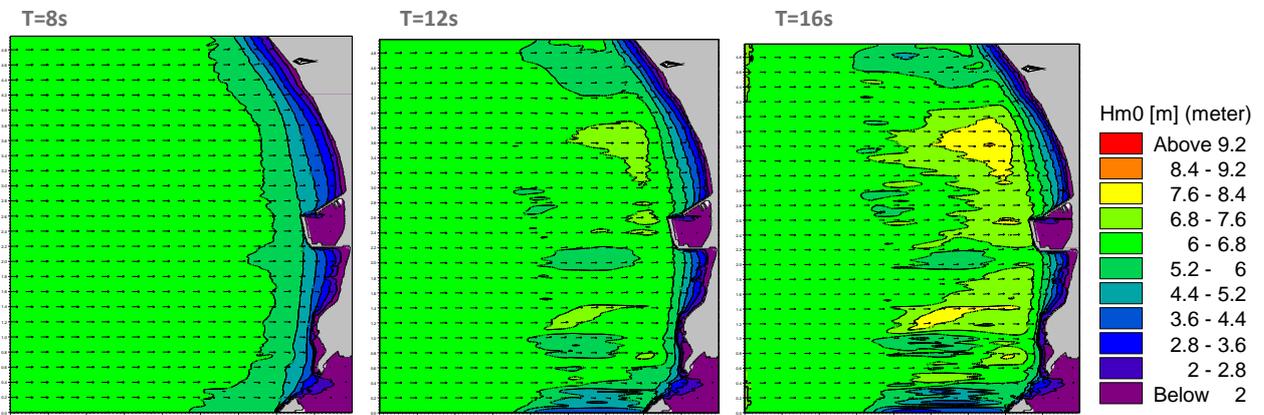
Fonte: WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006

Figura 3.24_ Altura e direção de ondas na zona envolvente ao porto de Porto Santo para uma onda ao largo de rumo Sudoeste, $H_0=7,1\text{m}$, Baixa-Mar +0,2 m (ZH)



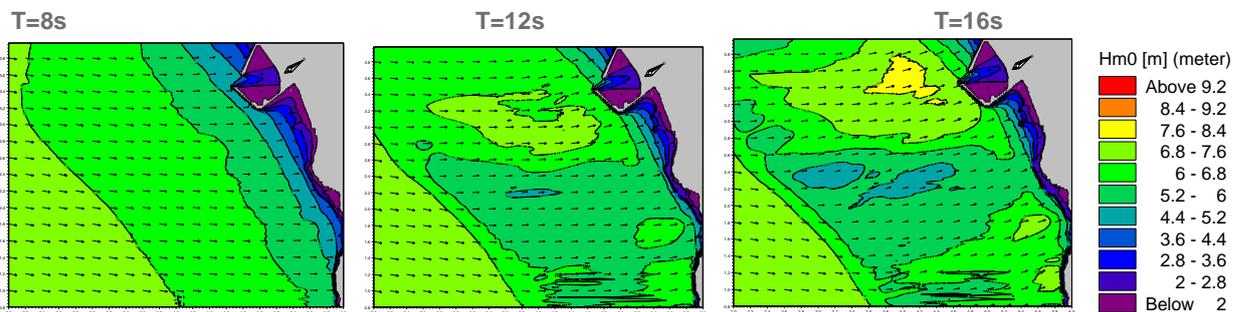
Fonte: WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006

Figura 3.25_ Altura e direção de ondas na zona envolvente ao porto de Porto Santo para uma onda ao largo de rumo Sul, $H_0=6,8\text{m}$, Preia-Mar +2,8 m (ZH).



Fonte: WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006

Figura 3.26_ Altura e direção de ondas na zona envolvente ao porto de Porto Santo para uma onda ao largo de rumo Sudoeste, $H_0=7,1\text{m}$, Preia-Mar +2,8 m (ZH).



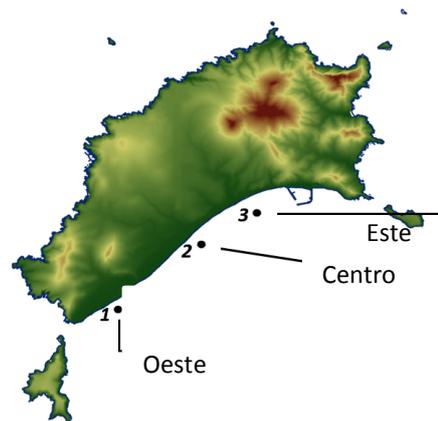
Fonte: WW Consultores de Obras Marítimas, setembro 2006

No “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” o regime de agitação marítima junto à costa do Porto Santo foi simulado utilizando o modelo de propagação de ondas SWAN (versão 41.01) desenvolvido na Universidade Técnica de Delft, com malhas batimétricas construídas a partir da compilação e interpolação de dados batimétricos regionais (fonte: General Bathymetric Chart of the Oceans, GEBCO) e locais (carta batimétrica da ilha

do Porto Santo, IH-2001; e da baía do Porto Santo, IH-2001). A malha regional tem uma extensão de 50 x 55 km e resolução de 1 km e a malha local 15 x 10 km e resolução de 100 m.

Os resultados da propagação das ondas foram determinados em três pontos alvo localizados à profundidade de 8 m (NMM) ao longo da baía do Porto Santo (Figura 3.27), e num ponto a SE do Ilhéu de Fora para efeitos de validação utilizando dados da boia ondógrafo do Porto Santo (APRAM), fundeada a cerca de 100 m de profundidade.

Figura 3.27_Pontos alvo localizados à profundidade de 8 m ao longo da baía do Porto Santo



Fonte: “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)”

Em termos de regime anual concluiu-se que na praia do Porto Santo o ambiente é pouco energético, com uma altura média da agitação incidente compreendida entre 0,3 e 0,4 m. “A distribuição da altura das ondas ao longo da praia não é uniforme variando, principalmente, em função do rumo em águas profundas e, localmente, em função do abrigo oferecido pelos ilhéus de Cima e de Baixo. Os boqueirões de Cima e de Baixo funcionam como janelas de difração, filtrando e amortecendo a agitação que se propaga para o interior da baía do Porto Santo com intensidade variável em função do rumo de incidência. A zona central da baía do Porto Santo apresenta as condições menos energéticas, enquanto nas extremidades a altura de onda é ligeiramente superior, particularmente na zona mais próxima da Calheta.”

O extremo oeste da baía encontra-se relativamente mais exposto a ondas de grande período de NW, e o mesmo sucede no extremo leste relativamente a ondas longas de NE, mais frequentes no verão marítimo, caracterizados por valores de altura e período menores.

Os resultados das simulações evidenciaram que baía do Porto Santo se encontra exposta à agitação ao largo dos quadrantes de sul que, embora pouco frequente (menos de 1 % das ocorrências), tem impacto significativo na dinâmica costeira. A orientação geral da praia e dos fundos próximos maximiza a exposição a SE. Nas extremidades o empolamento das ondas pode ser significativo, associando-se as ondas com período longo e rumos ao largo aproximadamente normais à orientação local da linha de costa. A região central constituiu uma zona de divergência onde, na generalidade dos casos, a refração predomina sobre o empolamento. O rumo da agitação junto à costa apresenta dispersão reduzida com mínimo na região central, onde a moda direcional de SE se encontra bem definida. Nos extremos, os rumos adotam uma distribuição bimodal, assimétrica, com moda principal SSW e secundária SE.

Os resultados das simulações mostram também que o regime de agitação na baía do Porto Santo apresenta sazonalidade bem marcada. “No inverno a agitação junto à costa apresenta maior altura (observando-se valores de Hs superiores a 0,30 m) e uma dispersão direcional reduzida; no verão, época em que Hs diminui (não excede 0,30 m em toda a baía), o rumo das ondas adota uma distribuição

claramente bimodal. A moda direcional mais rodada a nascente associa-se a ocorrências ao largo de NNE, mais frequentes nesta época”.

No estudo realizado pelo LNEC (Clímaco *et al.*, 2005) foram determinadas as características da ondulação para vários pontos localizados sobre a batimétrica 10 da praia de Porto Santo seguindo uma metodologia de transferência da série cronológica de ondulação medida na boia ondógrafo do Funchal para o largo e seguidamente para a praia de Porto Santo. Os resultados obtidos evidenciam, à semelhança dos resultados anteriores, que para direções incidentes entre SSW e ESE a praia está mais exposta à agitação, sem grande proteção dos ilhéus. O rumo SE ao largo incide quase frontalmente na praia, com uma distribuição de alturas bastante uniforme ao longo do seu desenvolvimento e sem redução relativamente ao seu valor ao largo. Para os outros rumos a altura da ondulação atenua-se devido à proteção conferida pelos ilhéus e por refração.

No “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” adotou para “condição de temporal” na praia do Porto Santo a ocorrência de estados de mar com altura significativa junto à costa superior a 1m, o que inclui os estados de mar alteroso dos quadrantes de norte e os estados de mar menos energéticos dos quadrantes sul, relativamente aos quais a baía se encontra mais exposta.

“No ponto de observação 3 (zona leste da baía, Figura 3.21), mais energético e correspondente ao sector da praia mais vulnerável, entre fevereiro de 2005 e dezembro de 2016 terão ocorrido 128 “temporais” caracterizam-se por uma altura significativa média de 1,25 m, duração média de 23 horas, período de pico médio de 11,6 s e a direção média, junto à costa, de S a SE. Observaram-se 22 tempestades com duração inferior a 6 horas, identificadas por apenas um registo. A maioria das “tempestades” associa-se a condições NW em águas profundas.”

No caso das tempestades de sul, observa-se que os valores de H_s junto à costa são, em média, superiores aos associados a mar alteroso dos quadrantes de norte, mas os valores de período são inferiores. Constituem os mais problemáticos para a baía do Porto Santo (coeficientes de empolamento de 0,6) correspondendo a alturas de onda ao largo na ordem de 2,3 m.

3.7. Simulação da dinâmica da praia

O “Estudo do Plano Diretor do Porto Santo (junho 2002, WW Consultores de Obras Marítimas / Prima / Portos da Madeira)”, afirma que a “fisiografia da praia do Porto Santo e a ausência de acumulação continuada de areia no enraizamento do contra-molhe do Porto e na própria bacia portuária indiciam que se trata de uma praia em equilíbrio.

A erosão que se observa entre a ponte-cais e o limite urbano nascente corresponde a uma alteração do perfil de equilíbrio da praia devido à influência da estrutura portuária na hidrodinâmica local.”

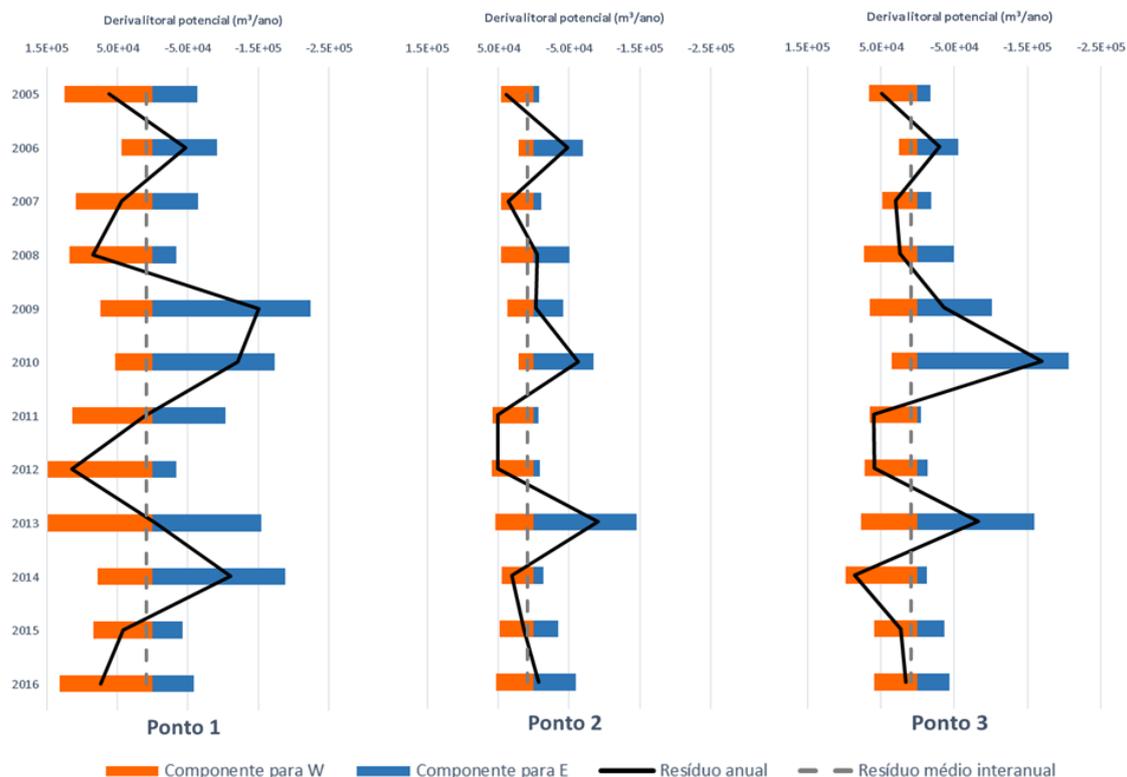
O “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo” (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” efetuou uma análise da deriva litoral potencial (DLP) com a aplicação da fórmula empírica $CERC Q = K \times 0.233 \times Hsb \times 52 \times \sin(2\theta b)$. Q é a taxa de transporte sedimentar longilitoral (em m^3/s), K é um coeficiente empírico adimensional considerado como sendo 0,39, Hsb é a altura significativa da onda (m) na profundidade de rebentação (db) e θb é o ângulo de incidência da onda na rebentação.

Com esta abordagem meramente indicativa, a dinâmica sedimentar potencial longilitoral da praia que se aproximará do transporte real quando houver disponibilidade sedimentar, foi avaliada no enfiamento dos três pontos de observação costeiros (Figura 3.21).

Os resultados representados na Figura 3.28 mostram elevada variabilidade interanual da magnitude e do sinal da deriva litoral anual residual. Eis as principais conclusões.

- As magnitudes das componentes para nascente e poente são, frequentemente, muito superiores à resultante anual. A cada dois a três anos, o sentido da deriva anual residual inverte-se sugerindo oscilação para nascente e poente do crescente de areia da praia.
- A zona central da baía do Ponto Santo, representada pelo ponto de observação 2, caracteriza-se por magnitudes pequenas e alguma persistência no tempo de ambas as componentes da deriva, originando resíduos anuais potenciais geralmente inferiores a 50 000 m³/ano.
- No ponto 1 verificam-se as maiores magnitudes das componentes da deriva litoral potencial, ultrapassando frequentemente 100 000 m³/ano. Neste sector, a distribuição temporal do resíduo reflete a sucessão de épocas em que o resíduo anual, quase sempre elevado, alterna o sentido.
- O ponto 3 apresenta um comportamento intermédio quanto à magnitude, mas uma estrutura distinta do ponto de vista do tempo. A componente para oeste revela uma persistência maior na magnitude, relativamente à componente para leste. Esta última apresenta uma assimetria temporal superior, onde picos de elevada magnitude e duração menor (um a dois anos) compensam transporte para oeste, menos intenso mas mais duradouro.

Figura 3.28_ Estimativa da deriva litoral potencial (m³/ano) em três pontos da praia do Porto Santo



Fonte: “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)”

O Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL) nas considerações finais refere que “a caracterização do estado atual dos conhecimentos apresentada sugere que a praia do Porto Santo possa apresentar uma tendência de desassoreamento, que embora de pequena magnitude, pode ter-se agravado no passado recente. A esta possibilidade, já

de si preocupante, acresce a incerteza associada aos efeitos que as alterações climáticas poderão ter na evolução da praia, num contexto de crescimento dos valores ambientais e estéticos que se lhe associam e que marcam a economia da região. O modelo de balanço sedimentar desenvolvido, compatível com estas observações, mostra que a influência antrópica terá sido dominante para aquele agravamento, mas também que a adoção de políticas de gestão sedimentar sustentada compensará largamente as perdas relacionadas com a aceleração da subida do nível médio do mar projetada para o futuro próximo.”

O “Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)” procedeu a uma análise da evolução recente da praia do Porto Santo apoiando-se numa reanálise dos dados apresentados por Andrade *et al.* (2008), atualizados com levantamentos de campo de 2010 (TOPOMADEIRA) e 2016 (efetuados no âmbito desse trabalho). A linha do NMM do levantamento de 2016 é descontínua devido a interrupção da continuidade lateral do areal por afloramentos de substrato rochoso e acumulações de cascalheiras muito grosseiras, localmente recobertas por uma delgada película de areia. Nestes troços, uma vez removida a cobertura arenosa, a linha de costa não recua ou o recuo terá magnitude inferior à incerteza da análise.

A praia foi dividida em cinco setores:

- setor I, entre a Ponta da Calheta e a praia do Hotel Pestana, cerca de 800 m a leste do Cabeço da Ponta;
- setor II, entre a praia do Hotel Pestana e Vila Baleira;
- setores III e IV, entre Vila Baleira e o porto de abrigo, representando o setor IV a zona sob influência direta do molhe oeste do porto;
- setor V, entre o porto de abrigo e a Ponta da Galé.

Eis as principais conclusões sobre a evolução da linha de costa (linha do nível médio do mar):

Período 1966 - 2010:

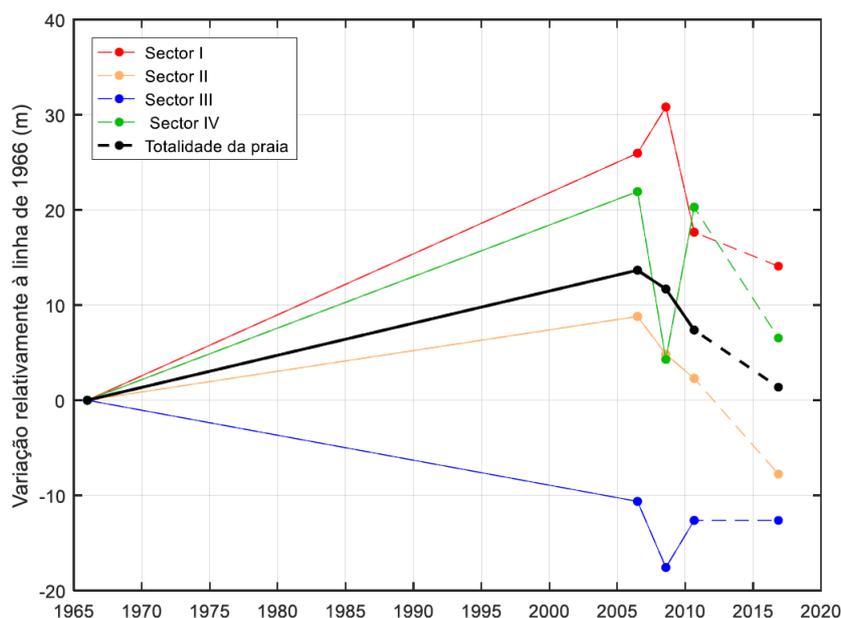
- Progradação média de 8,2 m, embora espacialmente variável.
- Os setores I e IV caracterizam-se por avanço significativo da linha de costa, com valores médios da ordem de 17 m e 25 m, e máximo superior a 40 m no setor IV.
- O setor II apresenta menor variação, com progradação média de 2 m.
- No setor III a linha de costa recuou em média 10 m.

Período 2010 - 2016:

- Alteração significativa no padrão de evolução, que é agora dominado pela erosão.
- Os setores I e IV evidenciam agora recuo de 4 m e 14 m, respetivamente.
- O setor II apresenta recuo médio de 10 m, sugerindo que o desassoreamento anteriormente observado no setor III se propagou para poente.
- No sector III, em 2016, o areal era praticamente inexistente observando-se apenas depósitos de blocos ou afloramento rochoso (descobertos em baixa-mar). Assumindo que estas condições persistiram desde 2010, a variação entre 2010 e 2016 pode ser considerada negligenciável.

A Figura 3.29 apresenta a variação média da linha do nível médio do mar NMM de toda a praia e por sectores adotados.

Figura 3.29_ Estimativa de evolução da linha do Nível Médio do Mar, na globalidade da praia do Porto Santo e por setores, entre 1966 e 2016



Fonte: "Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL)"

3.8. Alternativas de intervenção que foram recomendadas para a praia do porto santo

No biénio 2003-2004, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, desenvolveu para o Governo Regional da Madeira estudos de "Reabilitação da Praia da Ilha de Porto Santo" tendo como objetivos "a análise das variações morfológicas da praia do Porto Santo e a caracterização da vulnerabilidade da praia face aos agentes naturais e à ocupação humana da sua orla. Este estudo pretendeu ainda propor medidas e intervenções que impeçam a degradação e promovam o melhoramento da praia." O Estudo foi cofinanciado pela União Europeia, através do Projeto Olitora do Programa INTERREG III - B (Açores - Madeira - Canárias).

O Estudo do LNEC considerou ser claramente indicado o uso de alimentação artificial para manter a configuração e morfologia natural da praia, mitigando a erosão e melhorando as condições balneares por se tratar de uma praia caracterizada por agitação marítima e dinâmica sedimentar moderadas e por existirem boas condições de contenção natural da areia entre as saliências rochosas dos seus extremos.

Foram estudadas três alternativas baseadas exclusivamente em alimentação artificial, correspondentes a diferentes volumes de enchimento, incidindo no trecho Este, na frente marítima de Vila Baleira numa extensão de 1,5 km. Estudou ainda uma quarta alternativa que consistiu na conjugação de alimentação artificial com um esporão de contenção do enchimento, para impedir a fuga de areias para Este, em direção ao porto.

Foram simulados numericamente enchimentos de valores de 500 000, 750 000 e 1 000 000 m³ e estimados os correspondentes alargamentos de praia, tendo-se concluído que haveria um "bom funcionamento do enchimento artificial sob o ponto de vista de alargamento da zona de praia mais afetada e sua permanência a longo prazo". Os resultados para as três alternativas seriam semelhantes, consistindo as diferenças no maior ou menor alargamento da praia.

Foi recomendada a alternativa correspondente ao volume de enchimento de 750 000 m³ o qual seria suficiente para compensar as erosões sofridas e as perdas que irão continuar a ocorrer, proporcionando boas condições balneares nas próximas décadas colocando as obras marginais fora do alcance da agitação com vantagens para a estabilidade da praia. Depois do enchimento ocorrerá um reperfilamento natural da praia e para esta solução estimaram-se alargamentos médios, no trecho de 1,5 km da frente alimentada, de 35 e 28 m, ao fim de 10 e 22 anos, respetivamente.

A construção de um esporão de contenção permitiria aumentar a eficácia do enchimento na frente marítima de Vila Baleira, mas esta opção só se justificaria no caso de haver grandes dificuldades de obtenção de areias de empréstimo com as características adequadas.

Dado o elevado volume de areias necessário para o enchimento considerou-se indispensável delinear uma campanha prévia de prospeção de areias de empréstimo, centrada na parte Este da baía do Porto Santo. Para acompanhamento quer da evolução em curso quer da que ocorrerá após a intervenção proposta, foi elaborado um Plano de Monitorização contemplando os aspetos de agitação marítima, evolução morfológica e granulometria das areias.

O Estudo da dinâmica sedimentar da praia do Porto Santo (abril 2017 Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL) refere, nas considerações finais que *“uma vertente da gestão sedimentar sustentada passa pela reutilização dos dragados portuários na recarga da praia. Para maximizar este efeito mesmo as areias de classe 2, isto é, com contaminação vestigiária, podem (e devem) ser utilizadas na recarga da praia imersa”*.

Com implicações na questão das alternativas de intervenção o Estudo refere que *“o balanço sedimentar sugere que se conseguirá inverter ou anular uma tendência de erosão da praia através da introdução de volumes relativamente modestos de areias no sistema costeiro. Conseguir-se-á por esta via compensar, temporariamente, o défice sedimentar, mas a incerteza que ainda afeta a quantificação das componentes do balanço recomenda que uma intervenção desta natureza deve ser concretizada com prudência. Nesse sentido, uma eventual operação de alimentação deverá envolver um volume reduzido e ser acompanhada de monitorização continuada no tempo”*.

“Independentemente do volume de sedimentos a envolver nas operações de alimentação efetuou-se uma primeira avaliação dos depósitos arenosos da plataforma insular compatíveis com as areias de praia” concluindo-se que existe “uma reserva potencial avaliada em 5×10⁶ m³, suficiente para colmatar o défice estimado muito para além do final do século XXI”. “A redução das incertezas que afetam as componentes do balanço sedimentar implica um investimento considerável na aquisição de dados oceanográficos e geológicos, entre outros que, para além dos aspetos técnicos, incorpora uma dimensão de investigação. A título de exemplo, refere-se a necessidade de visitar o problema da intensidade da erosão hídrica enquanto fonte sedimentar para a praia do Porto Santo; a necessidade de averiguar o eventual depósito sedimentar associado à deposição das areias que transpõem o Boqueirão de Baixo; e a investigação da importância das perdas sedimentares resultantes da abrasão das areias carbonatadas relativamente aos outros sumidouros. Este facto põe em evidência a necessidade de aproximação entre as comunidades científica e técnicas potenciando a resolução de problemas com elevado interesse ambiental, mas também social.”

“Por outro lado, o estudo da evolução de sistemas costeiros a escalas temporais e espaciais alargadas pressupõe a existência de séries de observações consistentes, duradouras e com cobertura espacial elevada. A concretização de um programa de monitorização da praia do Porto Santo constitui uma etapa fundamental nesse sentido, pelo que importa criar as sinergias que lhe assegurem a continuidade.”

As alternativas de intervenção apresentadas nos dois estudos que se consideram ser de referência, evidenciam uma preocupação com a questão do reforço do volume sedimentar na praia do Porto Santo e com a necessidade de reforçar a monitorização do sistema.

A situação atual da praia de Porto Santo e as questões do reforço sedimentar e da monitorização da praia serão abordadas no presente POCPS.

4. RECURSOS MINERAIS

A exploração dos recursos minerais existentes na ilha do Porto Santo, assentam sobretudo no aproveitamento das singulares areias da praia do Porto Santo e da exploração de argilas esmectíticas, localmente denominada de “salão” ou “massapez” e corresponde a todo o material argiloso de tonalidade amarelo cinza esverdeado que foi muito utilizado na arquitetura de terra local na cobertura das antigas habitações, conhecidas por Casas de Salão. Relativamente à primeira, este tipo especial de areia ocorre de modo mais evidente na praia que bordejia a costa SE da ilha e, tem sido usada desde há muitos anos no tratamento de doenças do foro músculo-esquelético (doenças reumáticas e ortopédicas). A areia tem uma natureza carbonatada biogénica sendo composta, essencialmente, por bioclastos de algas vermelhas (Rodófitas) que fazem precipitar o carbonato de cálcio existente na água do mar, dentro e entre as paredes celulares de tal modo que os detalhes dos tecidos e órgãos reprodutores são preservados. Estudos realizados por Gomes & Silva (2002); Silva (2003); Gomes & Silva (2006); Gomes & Silva (2007, 2012) proporcionam muita informação sobre as propriedades físicas, químicas e térmicas destas areias. Segundo estes autores, a areia é caracterizada por propriedades térmicas de alto calor específico e baixa taxa de difusão e por propriedades químicas particularmente ricas nos elementos cálcio (Ca), magnésio (Mg), estrôncio (Sr), fósforo (P) e enxofre (S). Estes elementos podem tornar-se livres facilmente por dissolução química quando a areia entra em contacto com o suor ácido eliminado pelo corpo durante o banho de areia ao ar livre ou em instalações apropriadas (Centros de Talassoterapia e Centros de Geomedicina).

Por seu lado, a argila esmectítica é o produto de meteorização química em ambiente submarino e/ou subaéreo de certos tipos de rocha vulcânica (hialotufos, representados por vidro e cinzas) de natureza ácida e de composição traquítico-riolítica que tiveram a sua formação no Miocénico Inferior. O tipo de argila referida, pela sua génese e composição é denominado bentonite e, em Portugal, apenas ocorre no Porto Santo. Existem vários afloramentos de bentonite na ilha do Porto Santo todos de pequena dimensão mas, os depósitos mais importantes, se tivermos em conta a dimensão e o volume de material, são os situados na Serra de Dentro. Para além da sua utilização como material de construção, a sua extração parece poder servir a Geomedicina e Geofarmácia (Silva, 2002; Santos *et al.*, 2007). Em consequência, nos últimos anos tem vindo a ser desenvolvidos estudos para utilizar a argila esmectítica ou bentonite do Porto Santo no desenho de diferentes tipos de pelóides (medicamentos naturais), com o objetivo de serem aplicados no campo da em balneoterapia, em dermo-farmácia e dermo-cosmética (Gomes *et al.*, 2014, Pena Ferreira *et al.*, 2014 e Santos *et al.*, 2014).

Além destas, existem ainda algumas manchas de exploração dispersas de material rochoso para fins de construção, cuja informação disponível é escassa.

5. RECURSOS HÍDRICOS

As potencialidades dos recursos hídricos da Ilha do Porto Santo são muito reduzidas em virtude da constituição litológica e geomorfológica da ilha, as quais associadas às condições climáticas desfavoráveis para recarga, não permite a ocorrência de aquíferos importantes. Por outro lado, o aproveitamento hídrico encontra-se seriamente limitado pela excessiva mineralização da água com elevados teores de Cl⁻. A informação disponível acerca dos recursos hídricos é bastante reduzida, encontrando-se o principal conhecimento resumido no Plano Regional da Água. Nas secções seguintes apresentam-se as principais características relacionadas com as águas superficiais, subterrâneas e costeiras, de acordo com esse documento.

5.1. Águas superficiais

Na Ilha do Porto Santo, só há escoamentos em pequenos ribeiros de carácter torrencial após as chuvadas que ocorrem no Inverno. Os declives são, a partir de cerca de 100 m de altitude, muito acentuados (superiores a 30%) e a configuração das bacias de receção determina, em geral, a rápida afluência de caudais, embora em períodos curtos, de acordo com o fraco e irregular regime de chuvadas na ilha.

O escoamento superficial assume um comportamento diferenciado de acordo com as características mecânicas das formações entalhadas e dependente da rugosidade morfológica, contribuindo para a ocorrência de padrões de escoamento distintos. Assim, nas zonas montanhosas associadas às rochas vulcânicas a rede é do tipo radial de alta densidade, integrando sulcos, ravinas, córregos, barrancos, vales de erosão e vales de deposição, com leitos frequentemente largos de fundo arenoso ou cascalhento e margens escarpadas, que se tornam secos quando encontram cobertura permeável (Carvalho e Brandão, 1991; Andrade *et al.*, 2008). Os declives das vertentes que confinam as linhas de água são muito acentuados, caindo facilmente em situações de instabilidade. Por seu lado, nas zonas mais aplanadas associadas às formações sedimentares da região central da ilha, a rede de drenagem é do tipo dendrítico de baixa densidade (Silva, 2002). As bacias hidrográficas adquirem uma forma oval em morfologias geocronologicamente mais evoluídas.

A rede hidrográfica apresenta uma orientação noroeste-sudeste, refletindo a inclinação geral da superfície topográfica, sendo composta por linhas de águas essencialmente retilíneas, de que são exemplo as Ribeiras do Salgado e do Cochinho, como os de maior extensão, na área do POC e da ilha. A Ribeira do Tanque (5,2 km) é o maior percurso fluvial da ilha, mas ao contrário das anteriores, apresenta um índice de sinuosidade elevado (superior a 50%). Para além das 3 mencionadas, na área do POC existem ainda as ribeiras do Zimbral e da Fontinha

Em resumo, as águas superficiais têm expressão insignificante no abastecimento mas provocam intensa erosão e inundações das áreas mais densamente ocupadas, sobretudo quando não existe coberto vegetal arbóreo. As principais formas erosivas são o ravinamento das encostas e/ou a erosão laminar generalizada a áreas mais extensas.

5.2. Águas subterrâneas

No que respeita aos recursos hídricos subterrâneos, a ilha do Porto Santo apresenta uma realidade distinta do habitual, uma vez que é deficitária em qualidade e em quantidade necessária para satisfazer as necessidades da população. Com efeito, à fraca precipitação média anual (355 mm), acresce a fraca produtividade tanto das formações vulcânicas (permeabilidade diminuta por colmatação frequente das fraturas) como das formações sedimentares (reduzida e irregular espessura, heterogeneidade litológica, frequente atravessamento por diques) que não conseguem mais do que recarregar formações subjacentes, traduzindo uma baixa taxa de armazenamento. Os recursos hídricos subterrâneos derivam de quatro zonas distintas:

- a) Zona Nordeste, englobando toda a parte da ilha situada para leste da ribeira do Tanque;
- b) Zona Central, englobando os terrenos situados entre a ribeira do Tanque e uma linha passando pelo Campo de Baixo, Campo de Cima, Bárbara Gomes e Alagoas;
- c) Zona Meridional, que engloba uma faixa de terreno paralelo à costa e situada entre a Cidade e a Ponta da Calheta;
- d) Zona Sudoeste, que compreende a parte da ilha a oeste do Aeroporto e não incluída nas Zonas Central e Meridional.

Presentemente é reduzido o número de nascentes com condições de proporcionar água potável para consumo doméstico devido à poluição da água dos aquíferos resultantes da ocupação do território e o deficiente saneamento em alguns sectores da ilha. Silva (2003) refere os dados químicos relevantes das águas de alguns fontanários existentes na ilha e que continuam a produzir água potável, ligeiramente alcalina, cloretada, sulfatada, silicatada, iodada e sódica, contendo concentrações significativas de cálcio (Ca), magnésio (Mg), estrôncio (Sr), zinco (Zn), cobre (Cu), molibdénio (Mo), fósforo (P), selénio (Se), lítio (Li), alumínio (Al), bromio (Br), flúor (F) e boro (B).

Num contexto global, as rochas sedimentares, com realce para os calcarenitos, embora não possibilitem armazenamento aquífero, permitem uma razoável infiltração das águas das chuvas e a sua acumulação nas rochas subjacentes. A permeabilidade associada exhibe valores enquadrados entre 10^{-6} e 10^{-4} m/s, Lobo Ferreira *et al* (1981), que poderão ser mais reduzidos nos casos em que a granulometria seja muito fina, a cimentação seja mais intensa, ou quando existem intercalações argilo-détricas. As captações instaladas nestas formações obtêm os seus débitos na base dos calcarenitos, constituindo as origens de água subterrânea mais produtivas e de melhor qualidade química tais como as da Ribeira do Tanque, do Ribeiro Cochino, do Ribeiro Salgado, da Fonte da Areia, Perregil e Fonte Velha. A existência de calcarenitos abaixo do nível do mar junto à costa meridional, provavelmente por efeito do basculamento da ilha, permite uma infiltração da água do mar através de percursos preferenciais que gera um aumento global da salinidade.

Por seu lado, as formações vulcânicas, quer as fraturadas que mostram tendência para se colmatarem, quer as de natureza piroclástica, exibem um comportamento essencialmente impermeável. Neste âmbito, a captação do Zimbralinho, localizada na extremidade sudoeste adquire especial importância. Devido não só ao contacto de uma brecha conglomerática com filões basálticos, como a fenómenos de transferência de água entre bacias hidrográficas, ocasionados por um sistema de fraturas acompanhadas por massas filoneanas. Na zona nordeste, ocorrem algumas pequenas emergências de carácter sazonal com produtividades reduzidas, que funcionam como descargas de água infiltrada no topo dos maciços. Nesta mancha existem duas galerias com cerca de 500 m de extensão, uma localizada na margem direita do Ribeiro Cochino e outra, nas proximidades de Sr^a da Graça, mas esta com teores em cloretos significativa (3000 e 2000 mg/l) e caudais insignificantes (Lobo Ferreira *et al.*, 1981). De acordo com o Plano Regional da Água, os principais problemas associados à qualidade da água subterrânea podem ser sintetizados como se segue:

- a) Infiltração da água do mar nos aquíferos subterrâneos costeiros (intrusão marinha);
- b) Construção de numerosos poços e noras, demasiado próximos, donde foram extraídos caudais superiores à recarga natural, para agricultura e abastecimento, provocando o avanço da água salgada
- c) Elevado teor de cloretos em toda a ilha em resultado da circulação da água das chuvas em terrenos salgados pela elevada evapotranspiração associada às brisas marítimas intensas, que arrastam para terra grandes quantidades de sais.

5.3. Águas costeiras

Na Ilha do Porto Santo, devido ao tratamento intensivo dos esgotos, às boas condições de infiltração da água nos terrenos e às condições favoráveis da circulação marítima, a água na Praia do Porto Santo tem tido sempre excelente qualidade para banho, de acordo com as fontes oficiais, conforme sintetizada no Plano Regional da Água.

5.4. Usos e necessidades

O Plano Regional da Água do Arquipélago da Madeira, define seis Unidades Hidrológicas de Planeamento (UHP) três na Ilha da Madeira e uma em cada uma das restantes ilhas do arquipélago. Na Ilha do Porto Santo, a UHP correspondente (UHP Porto Santo) estende-se por uma área de 43 km² com um balanço hídrico que evidencia uma disponibilidade de apenas 1,3 contra os 0.9 hm³/ano que constituem as necessidades, ultrapassando significativamente o valor prático de limite de extração (60%), caindo num patamar de carência. Em consequência, o suprimento de necessidades tem vindo a ser garantido com recurso à dessalinização por osmose inversa da água do mar captada através de quatro galerias na orla costeira sul, em leitos de calcarenitos. A capacidade de produção máxima atualmente disponível na central dessalinizadora instalada ronda os 4 000 m³/dia, estando em curso a instalação de uma nova unidade de dessalinização que permitirá, a muito curto prazo, aumentar em 25% a sua capacidade de produção.

6. BIOTA DA ZONA COSTEIRA¹

A particularidade ecológica da área costeira da Ilha do Porto Santo, derivada da sua geomorfologia, complementada pela presença de ilhéus rochosos com especial relevância do ponto de vista da biodiversidade, pelas tipologias de ocupação humana, e por um isolamento geográfico marcante, resultaram num conjunto de habitats e importante biodiversidade associada que levaram à criação da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo.

6.1. Ecologia terrestre

6.1.1 Vegetação, Habitats e Flora

A vegetação da ilha de Porto Santo e dos ilhéus que a rodeiam é naturalmente moldada pela sua posição geográfica e pelas suas características morfológicas e climáticas. Esta ilha é pequena, alongada, mas com forma relativamente compacta e relevo pouco acentuado. Existem vários picos, mas todos relativamente baixos, sendo o Pico do Facho com 516 m de altitude o mais elevado. Com estas altitudes a influência da ilha nas massas de ar circulante não induz a formação de nuvens e precipitação, especialmente no verão, o que cria escassez acentuada de água durante vários meses. Nesta situação embora a topografia e exposição solar e eólica possam criar grande diversidade de habitats a escassez hídrica na estação seca oculta essa diversidade. Em resposta a esta situação a vegetação apresenta sazonalidade marcada, em que na estação húmida há grande diversidade de plantas anuais e na estação seca o aspeto da paisagem é muito seco e há o desaparecimento da vegetação de anuais e perenes mais exigentes em água.

Segundo o ICNF: *“A pequena dimensão da ilha do Porto Santo, recursos naturais limitados e a atividade humana, nomeadamente a pastorícia, a conversão de terrenos para a agricultura e a pressão urbana, conduziu, desde a colonização da ilha até à atualidade, à degradação da maior parte desta vegetação original. Apesar disso, restritas a algumas zonas menos acessíveis do litoral e picos do Porto Santo existem ainda alguns redutos de flora indígena, com espécies endémicas do Arquipélago da Madeira”.*

Em termos de vegetação terrestre considera-se como vegetação costeira a que está sujeita à influência mais ou menos direta do mar, isto é, as zonas mais baixas da costa atingidas pela rebentação das ondas ou pela maresia.

A vegetação costeira da ilha de Porto Santo está naturalmente condicionada pela morfologia da costa. Ao nível da vegetação este fator condiciona a estrutura, composição florística e distribuição espacial da vegetação. Como está descrito na secção de geomorfologia, a ilha tem dois tipos de costa muito distintos: a norte costa com escarpas de altura variável podendo ultrapassar os 100 m, predominantemente rochosas e com algumas zonas baixas com pequenas praias e a sul uma longa praia arenosa, com dunas e terrenos pós dunares mais ou menos planos e utilizados para urbanização e agricultura. Assim, podem considerar-se dois tipos fundamentais que condicionam a vegetação vascular litoral:

- litoral rochoso;
- dunas.

¹ Textos produzidos de acordo com a informação recebida, caso seja disponibilizada informação complementar a caracterização será atualizada.

Litoral rochoso

Pela sua extensão as costas rochosas são o tipo geomorfológico de litoral mais relevante nesta ilha, com grande influência na sua flora e vegetação. As formas mais evidentes e com maior reflexo na vegetação são:

- escarpas (paredes da escarpa e plataformas de escarpa);
- praias de calhaus.

As escarpas são predominantemente formadas por paredes rochosas aproximadamente verticais em que praticamente não aparece qualquer tipo de vegetação, embora em algumas situações devido às ocorrências de fendas ou de pequenas plataformas de escarpa com algum solo, possam ser observadas algumas espécies. Entre as espécies que pudemos observar predominam, nesta altura do ano, perrexil (*Crithmum maritimum* L.), maçacota (*Atriplex glauca* L.), tabaqueira (*Nicotiana glauca* Graham) e cana (*Arundo donax* L.).

Nas falésias ocorre o habitat 1250 - Falésias com flora endémica das costas macaronésicas.

Jardim et al. (2003) definiram a associação *Limonietum pyramidati* Jardim, Sequeira, Capelo, Aguiar, J.C. Costa, Espírito-Santo & Lousã, comunidade casmofítica, influenciada pelos salpicos do mar nas escarpas areníticas da Fonte da Areia, na costa norte caracterizada pelas espécies: *Crithmum maritimum* L., *Limonium pyramidatum* Brullo & Erben, *Frankenia laevis* L., *Crepis divaricata* F. Schultz, *Lotus glaucus* Aiton, *Matthiola maderensis* Lowe, *Senecio incrassatus* Lowe e *Tolpis succulenta* (Dryand.) Lowe e pelas espécies companheiras: *Anagallis arvenses* L., *Carpobrotus edulis* (L.) L. Bolus, *Herniaria cinerea* DC., *Leontodon taraxacoides* (Vill.) Mérat., *Melilotus indica* L., *Mesembryanthemum nodiflorum* L., *Mesembryanthemum crystallinum* L., *Phagnalon hansenii* Qaiser & Lack, *Plantago coronopus* L., *Scorpiurus muricatus* L. e *Sonchus tenerrimus* L.

As plataformas de escarpa observáveis do mar são geralmente pequenas e com pouco solo e apresentam alguma vegetação. Pela distância a que foram observadas e devido à inacessibilidade só foram identificadas em alguns casos a maçacota e a tabaqueira, embora ocorressem outras espécies que pareciam ser herbáceas e gramíneas frequentemente já secas.

Nas praias de calhaus que ocorrem no fundo das escarpas não foi observada qualquer tipo de vegetação, por serem geralmente pequenas e expostas à ação constante e por vezes violenta das ondas.

Nos topos das escarpas e em algumas zonas em costa que é baixa e sem escarpas as espécies mais frequentes foram a maçacota, a tabaqueira, a cana, o massaroco (*Echium nervosum* W.T.Aiton), a urze-do-mar (*Frankenia laevis* L.) e muitas espécies secas não identificáveis. Para a zona do miradouro das Flores, Zimbralinho e Caminho dos Morenos, Brito et al. (2007) registaram *Echium plantagineum* L., urze-do-mar, *Glactites tomentosa* Moench., *Melilotus indica* (L.) All., *Scorpiurus muricatus* L., *Senecio incrassatus* Lowe, *Tamarix gallica* L., *Mesembrianthemum nodiflorum* L., *Limonium ovalifolium* (Poir.) O. Kuntze ssp *pyramidatum* (Lowe) A. Hans. & Sund. Próximas do topo das escarpas, especialmente na zona entre a ponta da Calheta e o Zimbralinho, existem plantações de pinheiro-de-Alepo (*Pinus halepensis* Mill.)

Nesta zona de costa está o Pico Branco onde ainda ocorrem espécies da Laurissilva da Madeira e que constitui uma zona de grande interesse florístico e para a conservação, tendo por isso o estatuto de Zona Especial de Conservação (PTPOR0002). Jardim et al. (Jardim et al. 1998) identificaram nas suas

encostas 219 taxa de plantas vasculares, incluindo 53 endémicas, 7 das quais exclusivas do Porto Santo. Em 2007 Brito et al. (Brito et al 2007) identificaram para o Pico Branco 57 taxa, incluindo 8 endémicas, 2 das quais exclusivas do Porto Santo, esta segunda lista acrescenta duas espécies em relação à de Jardim et al. A lista de taxa publicada por estes autores é apresentada no anexo 6.1, juntamente com a lista de espécies de briófitas publicada por C. Lobo (Lobo 2008) que num trabalho de atualização da lista de espécies de briófitas do Pico Branco registou 62 taxa: 31 hepáticas, 30 musgos e 1 antoceros, entre os quais 5 endémicos da Macaronésia e 2 endémicos do arquipélago da Madeira. Nove espécies estão listadas no Livro Vermelho de Briófitas da Europa.

Ilhéus

Os ilhéus de Porto Santo constituem um refúgio para a flora que é protegida pelo estatuto de Zona Especial de Conservação (PTPOR0001), pela sua relativa inacessibilidade e pela remoção de herbívoros e roedores.

Em estudos recentes J. Carvalho et al. (Carvalho et al. 2013) atualizaram o catálogo das espécies da flora dos ilhéus, registando 173 taxa, dos quais 138, ocorrem no Ilhéu de Cima, 97 no Ilhéu da Cal, 94 no Ilhéu de Ferro, 29 no Ilhéu das Cenouras, 15 no Ilhéu de Fora e 8 no Ilhéu da Fonte de Areia. Os ilhéus não possuem quaisquer plantas endémicas exclusivas, mas partilham 4 espécies endémicas do Porto Santo: *Echium portosanctense* J. A. Carvalho, Pontes, Batista-Marques & R. Jardim, *Vicia costae* A. Hansen, *Lotus loweanus* Webb & Berthel., *Sonchus parathalassius* R. Jardim & M. Seq. Têm ainda 22 espécies endémicas do arquipélago da Madeira e 11 endémicas da macaronésia. No anexo 6.2 apresenta-se uma tabela correspondente a uma simplificação da que J. Carvalho et al. apresentaram no trabalho acima referido, com a indicação das espécies por ilhéu e a sua origem.

Dunas

A praia de Porto Santo apresenta em grande parte da sua extensão um cordão dunar muito desenvolvido em altura. No lado exposto ao mar as dunas apresentam declive acentuado e não aparece vegetação pré-dunar devido à grande mobilidade das areias. Este cordão é várias vezes interrompido por urbanizações, construções e acessos à praia e em grande parte da sua extensão o topo das dunas está dominado pelo cedro (*Tamarix gallica* L.), a cana e o chorão (*Carpobrotus edulis* (L.) N.E. Br.). Estas espécies exercem ação de fixação das areias, mas em grande parte da área impedem a instalação das espécies típicas das dunas que ficam limitadas às clareiras existentes. Na zona mais próxima da Calheta as dunas têm mais largura, por não haver tanta urbanização e utilização agrícola, sendo a cana a predominar. Para a recuperação da vegetação dunar seria importante eliminar o domínio destas espécies não nativas, mas a sua eliminação poderá também ter como consequência o avanço das dunas para o interior, ocupando os terrenos agrícolas e urbanizados. Numa perspetiva de longo prazo não há espécies de plantas capazes de impedir o avanço do mar nas dunas. As plantas fixam as dunas contra a erosão eólica, mas não contra a erosão marítima. Numa perspetiva de alterações climáticas com subida do nível do mar e agravamento de fenómenos climáticos extremos, as praias e dunas serão a parte mais frágil e em risco de destruição.

Dentro da área de intervenção do POCPS e confinante com as dunas fica uma faixa de áreas agrícolas, predominantemente ocupada por vinhas, muitas delas abandonadas e a serem invadidas por vegetação ruderal, o seu interesse para a conservação depende das espécies raras ou endémicas que aí ocorram.

Numa abordagem fitossociológica da vegetação das dunas de Porto Santo Capelo *et al* (Capelo *et al* 2003) descreveram para a praia de Porto Santo quatro associações fitossociológicas, que por estarem em situação finícola em relação às respetivas alianças têm diversidade florística baixa e espécies endémicas como características:

Senecio incrassati-Mesembryanthemum crystallini Jardim, Sequeira, Capelo, Aguiar, J.C. Costa, Espírito-Santo & Lousã, comunidade de plantas anuais halo-nitrófilas suculentas associada a sistemas dunares perturbados por pisoteio e enriquecimento natural ou artificial de compostos de azoto, com espécies características: *Mesembryanthemum crystallinus*, *Senecio incrassatus*, *Beta procumbens* e *Mesembryanthemum nodiflorum* e as espécies característica dos sintaxa superiores: *Brachypodium distachyon*, *Bromus rigidus*, *Chenopodium murale*, *Asphodelus fistulosus*, *Emex spinosa*, *Euphorbia terracina*, *Lavatera cretica*, *Lolium rigidum*, *Medicago polymorpha*, *Scorpiurus muricatus*, *Sonchus tenerrimus*, *Spergularia marina* e as espécies companheiras: *Salsola kali*, *Hedypnois cretica*, *Cynodon dactylon* e *Cyperus rotundus*.

Euphorbio paraliae-Lotetum glauci Jardim, Sequeira, Capelo, Aguiar, J.C. Costa, Espírito-Santo & Lousã, associação de comunidades camefíticas da duna secundária, que também aparece na duna elevada da Fonte da Areia com a combinação característica formada pelas espécies: *Crepis divaricata*, *Euphorbia paralias*, *Lotus glaucus*, *Polygonum maritimum*, *Lotus loweanus*, *Matthiola maderensis*, *Phyllis nobla*, *Plantago maderensis*, *Satureja thymoides*, *Senecio incrassatus* e as companheiras: *Asphodelus fistulosus*, *Carpobrotus edulis*, *Cynodon dactylon*, *Euphorbia terracina*, *Hedypnois cretica*, *Lolium rigidum*, *Scorpiurus muricatus*, *Sonchus oleraceus* e *Calendula maderensis*.

Polygono maritimi-Euphorbietum paraliae Jardim, Sequeira, Capelo, Aguiar, J.C. Costa, Espírito-Santo & Lousã – comunidade de duna primária no limite sul da vegetação de *Ammophiletea* da zona mediterrânica, empobrecida em espécies e em que apenas ocorrem espécies características de sintaxa de categoria superior e não aparece a *Ammophila arenaria ssp australis* e ocorrem: *Polygonum maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Calystegia soldanella*, *Plantago coronopus* e *Sonchus oleraceus*.

Lotetum loweani Jardim, Sequeira, Capelo, Aguiar, J.C. Costa, Espírito-Santo & Lousã, comunidade só conhecida na praia de Porto Santo, em plataformas elevadas de arenito, com combinação característica das espécies *Lotus loweanus*, *Crithmum maritimum*, *Frankenia laevis* e *Senecio incrassatus* e as companheiras *Gastroidium ventricosum*, *Euphorbia paralias*, *Hedypnois cretica*, *Mesembryanthemum crystallinum*, *Plantago coronopus*, *Polygonum maritimum*, *Sonchus tenerrimus* e *Sonchus oleraceus*.

Salsola kali - Cakiletum aegyptiacae Costa & Mansanet – comunidade de planta anuais da primeira faixa de plantas vasculares da zona de acumulação de detritos orgânicos deixados pelas marés, caracterizada pelas espécies *Cakile maritima* e *Salsola kali*.

Em síntese pode dizer-se que no caso da ilha de Porto Santo a vegetação litoral beneficia na zona de costa rochosa da proteção natural que a inacessibilidade ou dificuldade de acesso cria e na zona de dunas está fortemente condicionada pelo domínio de espécies introduzidas e pela ocupação urbana e agrícola. Em relação à vegetação não dunar há uma situação muito favorável à proteção devida à ocorrência de ilhéus, que são áreas protegidas, com dimensão para constituírem refúgio de espécies nativas e dificuldade de acesso que reduzem a pressão humana.

6.1.2 Fauna

A fauna da ilha de Porto Santo pode ser caracterizada no âmbito das ilhas da macaronésia, e atendendo às condições meteorológicas dominantes na ilha, e aos habitats presentes, matos (matos esclerófilos), prados (prados secos calcários), zonas húmidas (águas paradas doces; cursos de água; vegetação

ribeirinha), áreas marinhas (mar; baías e zonas costeiras), áreas rochosas (falésias rochosas; ilhéus rochosos), zonas agrícolas e zonas artificiais (plantações florestais; núcleos urbanos) (SPEA, 2010a; b)) (Figuras 6.1 e 6.2). Assim, a sua pequena dimensão e a baixa precipitação condicionam fortemente a fauna. No que diz respeito aos vertebrados, a fauna é dominada pelas aves. A herpetofauna e mamofauna são pobres, sendo esta última dominada por espécies introduzidas. No que diz respeito aos invertebrados, deve ser sublinhada a presença de várias espécies de caracóis endémicos, algumas com estatuto de ameaça, como *Helix subplicata* (*Idiomela subplicata*) (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2016). Segundo Jesus *et al.* (2009), estão listados 104 taxa de moluscos terrestres na ilha de Porto Santo, o que atesta a importância ecológica deste grupo de invertebrados. Duas espécies de tarântulas endémicas (*Hogna biscoitoi* e *Hogna schmitzi*) devem igualmente ser referidas. Os seis ilhéus de Porto Santo albergam 47 espécies de moluscos terrestres, 85% das quais são endémicas, e apesar das suas pequenas dimensões, em todos os ilhéus está registado pelo menos um táxon exclusivo: *Hystricella turricula* (Ilhéu de Cima), *Discula calcigena gomesiana* (Ilhéu das Cenouras), *Leptaxis wollastoni forensis* (Ilhéu de Fora), *Discula polymorpha barbozae* (Ilhéu da Fonte da Areia), *Leptaxis nivosa craticulata* (Ilhéu de Ferro) e *Idiomela subplicata* (Ilhéu de Baixo) (Teixeira, 2015).

Figura 6.1_Ilha de Porto Santo, falésias, norte, e dunas, a sul



Figura 6.2_Ilha de Porto Santo, campos agrícolas e açude



Nos parágrafos seguintes apresenta-se, com maior detalhe, informação sobre os grupos faunísticos mais relevantes.

Avifauna

Devido à pequena dimensão da ilha, qualquer divisão entre a zona que resta mais próxima e a mais afastada do mar resulta numa separação artificial. Com efeito, a mobilidade das aves induz uma distribuição por toda a ilha. Assim sendo, quer seja no interior, quer seja nas praias, mas com predominância nas zonas húmidas, agrícolas e terrenos incultos, podemos avistar um conjunto de 58 espécies de aves de habitats terrestres, das quais 19 são nidificantes, e que constam da Tabela 6.1 (SPEA, 2010a; b; Luís & Leão, 2007; Região Autónoma da Madeira, 2009; PortugalAves eBird, 2017). As mais conspícuas são os pardais (*Petronia petronia madeirensis* e *Passer hispaniolensis*), a rola-turca (*Streptopelia decaocto*), a poupa (*Upupa epops*), o corre-caminhos (*Anthus berthelotii madeirensis*) (Figura 6.3), o francelho (*Falco tinnunculus canariensis*), o canário-da-terra (*Serinus canaria canaria*) e o pintassilgo (*Carduelis carduelis parva*), o que deriva quer do seu comportamento, quer da sua abundância, descrita por Luís & Leão (2007).

Figura 6.3_Corre-caminhos (*Anthus berthelotii madeirensis*)



Fonte: ©IFCN, 2017

Tabela 6.1_ Aves de habitats terrestres da ilha de Porto Santo e ilhéus adjacentes e respetivas épocas de ocorrência.

As espécies de nidificação confirmada apresentam-se a negrito.

Para as espécies assinaladas com asterisco (*), a informação encontra-se incompleta.

Espécie	Época de ocorrência			
	Inverno	Migração	Época	Migração
		Pré-nupcial	Nupcial	Pós-nupcial
<i>Egretta garzetta</i>	X	X	X	X
<i>Ardea cinerea</i>	X	X	X	X
<i>Ardea purpurea</i>		X		
<i>Nycticorax nycticorax</i>			X	
<i>Platalea lucorodia</i>				X
<i>Circus aeruginosus</i>		X		
<i>Buteo buteo harteti</i>	X	X	X	X
<i>Falco tinnunculus canariensis</i>	X	X	X	X
<i>Alectoris rufa hispanica</i>	X	X	X	X
<i>Coturnix coturnix confisa</i>	X	X	X	X
<i>Anas crecca</i>	X			
<i>Aix galericulata</i> *				
<i>Gallinula chloropus</i>	X	X	X	X

Espécie	Época de ocorrência			
	Inverno	Migração	Época	Migração
		Pré-nupcial	Nupcial	Pós-nupcial
<i>Fulica atra</i>	X	X		X
<i>Charadrius dubius</i>	X	X	X	X
<i>Charadrius alexandrinus</i>	X	X	X	X
<i>Charadrius hiaticula</i>	X	X		
<i>Pluvialis squatarola</i>	X	X		
<i>Vanellus vanellus</i>	X			
<i>Calidris alpina</i>	X	X	X	X
<i>Calidris alba</i>	X	X	X	X
<i>Numenius phaeopus</i>	X	X	X	X
<i>Gallinago gallinago</i>	X	X		
<i>Tringa totanus</i>		X		
<i>Tringa ochropus</i>	X	X		
<i>Actytis hypoleucos</i>		X		
<i>Arenaria interpres</i>	X			X
<i>Phalaropus lobatus</i>			X	
<i>Columba livia atlantis</i>	X	X	X	X
<i>Streptopelia turtur</i>			X	X
<i>Streptopelia decaocto</i> *				
<i>Tyto alba schmitzi</i>	X	X	X	X
<i>Apus unicolor</i>		X	X	X
<i>Apus pallidus brehmorum</i>		X	X	X
<i>Upupa epops</i>	X	X	X	X
<i>Riparia riparia</i>		X		
<i>Delichon urbica</i>	X	X	X	
<i>Hirundo daurica</i>		X		
<i>Hirundo rustica</i>		X	X	
<i>Anthus berthelotii madeirensis</i>	X	X	X	X
<i>Motacilla alba</i>	X			
<i>Motacilla cinerea schmitzi</i>	X			
<i>Motacilla flava</i>		X		
<i>Erithacus rubecula microrhynchus</i>	X	X	X	X
<i>Oenanthe oenanthe</i>		X		X
<i>Alauda arvensis</i> *				
<i>Phoenichuros ochruros</i>	X			
<i>Turdus merula cabreræ</i>	X	X		
<i>Turdus philomelos</i>	X	X		X
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>				X
<i>Sylvia conspicillata bella</i>	X	X	X	X
<i>Sylvia atricapilla obscura</i>	X	X	X	X
<i>Phylloscopus collybita</i>	X	X		
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>				X
<i>Regulus ignicapillus madeirensis</i>	X	X	X	X
<i>Sturnus vulgaris</i>	X			
<i>Petronia petronia madeirensis</i>	X	X	X	X
<i>Passer hispaniolensis</i>	X	X	X	X
<i>Serinus canaria canaria</i>	X	X	X	X
<i>Carduelis carduelis parva</i>	X	X	X	X

Espécie	Época de ocorrência			
	Inverno	Migração	Época	Migração
		Pré-nupcial	Nupcial	Pós-nupcial
<i>Carduelis canabina guentheri</i>	X	X	X	X
<i>Estrilda astrild</i> *				

Fonte: Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009; SPEA, 2010a; b; Luís & Leão, 2007; Região Autónoma da Madeira, 2009; Portugal Aves eBird, 2017

Nem todas as espécies de aves ocorrem todo o ano. Algumas, como por exemplo *Oenanthe oenanthe* e *Acrocephalus scirpaceus*, ocorrem apenas na época migratória, altura em que a diversidade de aves de ambientes terrestres é incrementada de 11 espécies (Luís & Leão, 2007). Assim, no inverno e nas épocas de migração, a avifauna apresenta variações consideráveis e, por exemplo, a costa Oeste de Porto Santo apresenta concentrações de aves migratórias, nomeadamente de estorninho (*Sturnus vulgaris*), felosas (*Phylloscopus collybita/brehmi*), laverças (*Alauda arvensis*) e maçaricos-galegos (*Numenius phaeopus*) (SPEA, 2010b).

Outras espécies são de ocorrência esporádica, como por exemplo o verdilhão (*Chloris chloris*), observado em Porto Santo em 2017, sendo uma das seis espécies observadas pela primeira vez nos últimos cinco anos (PortugalAves eBird, 2017).

Em relação às espécies nidificantes na ilha de Porto Santo, nenhuma delas apresenta estatuto de ameaça (Cabral *et al.*, 2005; IUCN, 2017).

Deve referir-se a presença de várias espécies exóticas como o bico-de-lacre (*Estrilda astrild*), ou o pato-mandarim (*Aix galericulata*), de introdução recente, bem como outras de introdução pretérita como a perdiz-vermelha (*Alectoris rufa*).

Herpetofauna

Na ilha de Porto Santo, tal como no restante arquipélago, uma espécie está presente de forma abundante e ocupando espaços desde a praia até às partes mais elevadas da ilha, a Lagartixa (*Teira dugesii jogeri*), uma subespécie endémica da Ilha do Porto Santo (Jesus *et al.*, 2009). Segundo o Atlas dos Répteis e Anfíbios de Portugal (Loureiro *et al.*, 2008), a espécie não se encontra ameaçada (Figura 6.4). A sua abundância atribui-lhe um valor ecológico elevado, quer pelo grande consumo de pequenos invertebrados, quer por constituir uma parte importante da dieta alimentar de aves. Em 2008 foi relatada a presença de um réptil exótico, a Osga-comum (*Tarentola mauritanica*), provavelmente proveniente da ilha da Madeira, onde tem ocorrido a sua expansão na última década, proveniente da Europa Continental (Jesus *et al.*, 2008), onde não tem estatuto de ameaça (Loureiro *et al.*, 2008). Outras espécies de répteis exóticos foram registadas na ilha da Madeira (Jesus, 2013), pelo que é provável que ocorra a sua expansão para a ilha de Porto Santo.

Em relação aos anfíbios, não tivemos acesso a documentos que atestem a sua presença.

Figura 6.4_Lagartixa (*Teira dugesii*)



Mamofauna

As espécies de mamíferos terrestres presentes na ilha de Porto Santo foram introduzidas ao longo de séculos de colonização humana, com exceção dos quirópteros. Na Tabela 6.2 são listados os mamíferos que hoje estão presentes na ilha (Rainho *et al.*, 2002; Jesus *et al.*, 2009). Em função da atividade humana que aí decorreu, distintos ilhéus possuem ou possuíram anteriormente na sua fauna algumas destas espécies (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009).

Tabela 6.2_ Mamíferos terrestres da ilha de Porto Santo

Mamíferos
Murganho, <i>Mus musculus</i>
Gato, <i>Felis catus</i>
Cão, <i>Canis lupus</i>
Furão, <i>Mustela furo</i>
Rato-preto, <i>Rattus rattus</i>
Ratazana, <i>Rattus norvegicus</i>
Morcego da Madeira, <i>Pipistrellus maderensis</i>

Fonte: Rainho *et al.*, 2002; Jesus *et al.*, 2009

O estatuto de conservação do único mamífero autóctone (da Macaronésia), o Morcego da Madeira, segundo a Lista Vermelha da IUCN é “Vulnerável” (IUCN, 2017).

Uma referência especial deve ser feita relativamente a ratos e ratazanas. Com efeito, para além dos efeitos negativos desta espécie com características invasoras no ecossistema insular, resultando em prejuízos para a reprodução de algumas aves, deve ser referido o seu impacto negativo na agricultura e nas zonas urbanizadas. Estes efeitos têm conduzido a dispendiosas campanhas de redução destes roedores, com efeitos negativos no ecossistema pela dispersão de agentes tóxicos. Outra referência deve ser feita relativamente aos coelhos. Introduzidos há vários séculos, tornaram-se tão abundantes que o seu efeito negativo nas plantas endémicas foi grande. Mais recentemente, a ocorrência de várias epizootias levou ao seu quase desaparecimento, havendo apenas alguns animais fugidos de cativeiro.

Registados para a ilha da Madeira, existe alguma probabilidade de espécies como o morcego-arborícola-pequeno (*Nyctalus leisleri*) e o morcego-orelhudo-cinzento (*Plecotus austriacus*), poderem igualmente ocorrer na ilha de Porto Santo atendendo à sua mobilidade e poderão ainda ocorrer ocasionalmente, fruto de migrações esporádicas e não periódicas, outras espécies como *Hypsugo savii*, *Tadarida teniotis*, *Nyctalus noctula*, *Plecotus teneriffae* e *Pipistrellus kuhlii* (Rainho et al., 2002; Jesus et al., 2009).

6.2. Ecossistema da zona marinha

6.2.1 Caracterização geral dos habitats marinhos

A informação relativa aos ecossistemas da zona marinha da área abrangida pelo POC Porto Santo baseia-se numa diversidade de estudos de base e bibliografia de referência sobre a Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo (RAMPPS) e, neste caso, especificamente sobre a zona marinha abrangida por esta rede (Figura 6.15), bem como outros estudos académicos e nos relatórios da Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira. Diretiva Quadro Estratégia Marinha (SRA, 2014).

A área abrangida pelo POC Porto Santo apresenta habitats marinhos que constituem exemplos significativos de características próprias da região biogeográfica da Macaronésia com espécies raras e únicas que fazem com que o espaço tenha um elevado valor natural, científico e paisagístico (Figura 6.5 a Figura 6.6).

Figura 6.5_Ilhéu da Cal ou Ilhéu de Baixo; Ilhéu de Cima



Fonte: ©IFCN

Figura 6.6_Ilha de Porto Santo: costa sul e zona circalitoral



Fonte : Equipa e ©Rheadive

De acordo com o Serviço do Parque Natural da Madeira (2009) no Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo, os habitats marinhos do Porto Santo, à semelhança do restante Arquipélago da Madeira, possuem organismos com afinidades marcadamente europeias e mediterrânicas, sobretudo ao nível de grupos como os peixes e os crustáceos do litoral. Contudo, é possível encontrar também elementos anfiatlânticos (podem ser encontrados em ambos os lados deste oceano) e mesmo de outros oceanos. A breve caracterização abaixo apresentada é proveniente desse plano.

Na generalidade, o domínio costeiro do Porto Santo pode subdividir-se em quatro zonas: a zona supralitoral, a zona médiolitoral, a zona infralitoral e a zona circalitoral. A característica predominante nesta classificação é a profundidade e, em certa medida, a distância à costa. Por sua vez, cada uma dessas quatro zonas principais pode ser subdividida em vários tipos, quer seja de acordo com a natureza do substrato, quantidade de luz solar, ou outras características abióticas que determinam a ocorrência de comunidades bióticas particulares.

A maioria dos habitats é constituída por litoral rochoso, com fundos de rocha e areia. Nestes existem, em alguns locais, plataformas rochosas mais ou menos planas que ficam emersas na baixa-mar, dando origem ao aparecimento de poças de maré.

Em alguns pontos da costa existem pequenas praias de calhau rolado, normalmente em enseadas ou foz de ribeiras.

Na costa Sul os habitats característicos são os de praia de areia fina, de origem calcária e com mistura de elementos vulcânicos.

Finalmente, há a referir os Ilhéus abrangidos na área de intervenção, os quais constituem um habitat particular para a fauna marinha subaquática e para as aves.

6.2.2 Flora marinha

Segundo o Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009), as espécies mais abundantes de flora marinha presentes em Porto Santo e ilhéus são Algas Verdes como *Enteromorpha compressa* ou *Enteromorpha ramulosa*, *Dasycladus vermicularis*. Algas Castanhas como *Cystoseira abies-marina*, *Cystoseira discors*, *Cystoseira fimbriata*, *Cystoseira humilis* ou *Cystoseira tamariscifolia* e ainda *Padina Pavonica*, bem como Algas Vermelhas como *Jania rubens*, *Lithophyllum vickersiae*, *Ceramium cilliatum* e *Ceramium strictum*.

Na Tabela 6.3 apresenta-se uma listagem mais completa das espécies presentes (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009), nenhuma delas endémica. Deve referir-se que algumas destas são exóticas, como *Asparagopsis armata*.

Tabela 6.3_Flora marinha presente em Porto Santo e ilhéus.

Designação		
<i>Acrosorium uncinatum</i>	<i>Dasycladus vermicularis</i>	<i>Laurencia obtusa</i>
<i>Apoglossum ruscifolium</i>	<i>Dermatolithon hapalidioides</i>	<i>Liagora distenta</i>
<i>Arthrocladia villosa</i>	<i>Dictyopteris membranacea</i>	<i>Lithophyllum vickersiae</i>
<i>Ascocyclus orbicularis</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>	<i>Lithothamnion calcareum</i>

Designação		
<i>Asparagopsis armata</i>	<i>Dilophus fasciola</i>	<i>Lithothamnion lenormandii</i>
<i>Atractophora hypnoides</i>	<i>Dudresnaya verticillata</i>	<i>Lithothamnion sonderi</i>
<i>Caulerpa prolifera</i>	<i>Enteromorpha compressa</i>	<i>Melobesia farinosa</i>
<i>Caulerpa webbiana</i>	<i>Enteromorpha ramulosa</i>	<i>Melobesia lejolisi</i>
<i>Ceramium ciliatum</i>	<i>Entocladia viridis</i>	<i>Mesophyllum canariense</i>
<i>Ceramium strictum</i>	<i>Epilithon membranaceum</i>	<i>Myrionema corunnae</i>
<i>Chondria tenuissima</i>	<i>Ernodesmis verticillata</i>	<i>Nemastoma gelatinosum</i>
<i>Choreonema thuretii</i>	<i>Erythroglossum sandrianum</i>	<i>Nitophyllum punctatum</i>
<i>Chrysomenia bullosa</i>	<i>Feldmannia irregularis</i>	<i>Padina pavonia</i>
<i>Cladophora pellucida</i>	<i>Giffordia mitchellae</i>	<i>Peyssonnelia rubra</i>
<i>Cladophora repens</i>	<i>Giraudia sphaclariodes</i>	<i>Plocamium coccineum</i>
<i>Codium adhaerens</i>	<i>Goniotrichum alsidii</i>	<i>Polysiphonia elongata</i>
<i>Codium tomentosum</i>	<i>Gracilaria armata</i>	<i>Porphyra leucosticta</i>
<i>Colpomenia sinuosa</i>	<i>Gracilaria verrucosa</i>	<i>Pterocladia capillacea</i>
<i>Composothamnion gracillimum</i>	<i>Halymenia floresia</i>	<i>Rhodophyllis madeirensis</i>
<i>Corynospora furcellata</i>	<i>Griffithsia schousboei</i>	<i>Rhodymenia palmetta</i>
<i>Cottoniella filamentosa</i>	<i>Griffithsia tenuis</i>	<i>Sargassum desfontainesii</i>
<i>Cottoniella fusiformis</i>	<i>Halopteris filicina</i>	<i>Sargassum natans</i>
<i>Crodedia orbiculata</i>	<i>Halopteris scoparia</i>	<i>Sargassum vulgare</i>
<i>Cryptopleura ramosa</i>	<i>Helminthocladia calvadosii</i>	<i>Scinaia complanata</i>
<i>Cystoseira abies-marina</i>	<i>Herposiphonia tenella</i>	<i>Sphaclaria tribuloides</i>
<i>Cystoseira discors</i>	<i>Hypnea cervicornis</i>	<i>Sporochnus bolleanus</i>
<i>Cystoseira fimbriata</i>	<i>Hypnea musciformis</i>	<i>Spyridia filamentosa</i>
<i>Cystoseira humilis</i>	<i>Hypoglossum woodwardii</i>	<i>Struvea ramosa</i>
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	<i>Janczewskia verrucaeformis</i>	<i>Wrangelia penicillata</i>
<i>Dasya corymbifera</i>	<i>Jania rubens</i>	<i>Zonaria tournefortii</i>
<i>Dasya pedicellata</i>	<i>Kallymenia microphylla</i>	
<i>Dasya rigidula</i>	<i>Kallymenia reniformes</i>	

Fonte: Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009

6.2.3 Caracterização geral da macrofauna costeira da ilha de Porto Santo e ilhéus

Tendo acima referido a macrofauna terrestre, abordamos agora a macrofauna costeira marinha. Esta é constituída por um grande número de espécies de aves, peixes e crustáceos marinhos, bem como, em menor número, moluscos e mamíferos e ainda uma grande quantidade de grupos taxonómicos menos conspícuos. Todas estas espécies da macrofauna costeira estão dependentes do meio marinho, quer para se alimentar, como as aves, quer como habitat obrigatório, como os peixes. No texto abaixo são referidos estes grupos de vertebrados e invertebrados, sempre com relevo para os mais importantes.

Avifauna marinha

Tanto a ilha de Porto Santo, como vários dos ilhéus circundantes (ilhéu de Cima, ilhéu de Baixo e ilhéu de Ferro), possuem habitats propícios para a nidificação de algumas espécies de aves marinhas migratórias, em particular da ordem dos Procellariiformes (que inclui pardelas, cagaras, roque-de castro e alma-negra). Os ilhéus são também locais de nidificação de algumas espécies de Lariiformes (que inclui gaivotas e garajaus) (Figura 6.7).

Figura 6.7 _Cagarra (*Calonectris diomedea borealis*)



Fonte: © SRA, 2014

Com interesse para a nidificação das aves, podemos considerar três tipos principais de habitats: falésias, planaltos e praia com dunas. O primeiro encontra-se em todos os ilhéus e é importante para os Procellariiformes, o segundo encontra-se nos ilhéus de Cima, de Baixo e, em muito menor extensão, no ilhéu de Ferro, onde nidificam sobretudo os larídeos, gaivotas e garajaus, e o terceiro tipo de habitat encontra-se na costa Sul da ilha de Porto Santo e nele nidifica a rolinha-da-praia (*Charadrius alexandrinus*) (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009).

De acordo com registos recentes da base de dados Portugal Aves eBird (2017), foram observadas em Porto Santo e ilhéus envolventes 45 espécies de aves de habitats marinhos e que são abaixo listadas na Tabela 6.4.

Tabela 6.4_Aves marinhas observadas em Porto Santo

Aves marinhas	
Águia-pesqueira, <i>Pandion haliaetus</i>	Gaivota-de-sabine, <i>Xema sabini</i>
Alcaide, <i>Stercorarius skua</i>	Gaivota-tridáctila, <i>Rissa tridactyla</i>
Alcatraz, <i>Morus bassanus</i>	Garajau-de-bico-preto, <i>Thalasseus sandvicensis</i>
Alma-de-mestre, <i>Hydrobates pelagicus</i>	Garajau-rosado, <i>Sterna dougallii</i>
Alma-negra, <i>Bulweria bulwerii</i>	Guincho-comum, <i>Chroicocephalus ridibundus</i>
Borrelho-de-coleira-interrompida, <i>Charadrius alexandrinus</i>	Íbis-preta, <i>Plegadis falcinellus</i>
Borrelho-grande-de-coleira, <i>Charadrius hiaticula</i>	Maçarico-bique-bique, <i>Tringa ochropus</i>
Cagarra, <i>Calonectris diomedea borealis</i>	Maçarico-das-rochas, <i>Actitis hypoleucos</i>
Cagarraz, <i>Podiceps nigricollis</i>	Maçarico-galego, <i>Numenius phaeopus</i>
Calca-mar, <i>Pelagodroma marina</i>	Moleiro-do-ártico, <i>Stercorarius pomarinus</i>
Casquilho, <i>Oceanites oceanicus</i>	Moleiro-pequeno, <i>Stercorarius parasiticus</i>
Colhereiro, <i>Platalea leucorodia</i>	Painho-de-barriga-preta, <i>Fregetta tropica</i>
Combatente, <i>Calidris pugnax</i>	Painho-de-cauda-forcada, <i>Oceanodroma leucorhoa</i>
Falaropo-de-bico-grosso, <i>Phalaropus fulicarius</i>	Pardela-de-barrete, <i>Ardenna gravis</i>
Freira-da-madeira, <i>Pterodroma madeira</i>	Pardela-preta, <i>Ardenna grisea</i>
Freira-do-bugio/Gon-gon, <i>Pterodroma feae</i>	Perna-verde-comum, <i>Tringa nebularia</i>
Fura-bucho-do-atlântico, <i>Puffinus puffinus</i>	Perna-vermelha, <i>Tringa totanus</i>
Gaivina-comum, <i>Sterna hirundo</i>	Pilrito-das-praias, <i>Calidris alba</i>
Gaivina-do-ártico, <i>Sterna paradisaea</i>	Pilrito-de-colete, <i>Calidris melanotos</i>
Gaivota-d'asa-escura, <i>Larus fuscus</i>	Pilrito-de-peito-preto, <i>Calidris alpina</i>
Gaivota-de-cabeça-preta, <i>Ichthyaetus melanocephalus</i>	Pintainho, <i>Puffinus baroli</i>
Gaivota-de-patas-amarelas, <i>Larus michahellis atlantis</i>	Rola-do-mar, <i>Arenaria interpres</i>

Fonte: PortugalAves eBird, 2017

De acordo a época do ano, e decorrendo dos hábitos migratórios e reprodutivos de algumas das espécies acima referidas, a avifauna varia ao longo dos meses. Por exemplo, a pardela-preta (*Ardenna grisea*) e a pardela-de-barrete (*Ardenna gravis*) estão presentes apenas durante o período de migração, entre os meses de agosto e setembro e espécies como o guincho-comum (*Chroicocephalus ridibundus*) ou a gaivota-d'asa-escura (*Larus fuscus*) estão presentes apenas no Inverno (Romano *et al.* 2010).

Há registo de nidificação de várias espécies, nomeadamente a cagarra (*Calonectris diomedea borealis*), o roque de Castro (*Oceanodroma castro*), a alma negra (*Bulweria bulwerii*), o garajau (*Sterna hirundo*), o garajau-rosado (*Sterna dougalli*), pintainho (*Puffinus baroli*) e a gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis atlantis*), e por essa razão o Serviço do Parque Natural da Madeira (2009) considera estas espécies como as mais importantes do ponto de vista ecológico, à exceção da gaivota-de-patas-amarelas, todas estão incluídas no Anexo I da Diretiva Aves e no Anexo II da Convenção de Berna. Em termos de estatuto de conservação, de acordo com o Livro Vermelho dos Vertebrados (Cabral *et al.* 2005), as espécies *Calonectris diomedea*, *Bulweria bulwerii* e *Oceanodroma castro* pertencem à categoria Pouco Preocupante e *Puffinus baroli assimilis*, *Sterna hirundo* e a *Sterna dougalli* pertencem à categoria Vulnerável. A rolinha-da-praia (*Charadrius alexandrinus*) está incluída no Anexo II da Convenção de Berna e possui o estatuto Em Perigo. A gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis*

atlantis), embora se encontre no Anexo II da Diretiva Aves, não possui estatuto de ameaça. Também a base de dados da IUCN se refere aos estatutos de conservação das espécies de aves marinhas presentes em Porto Santo. Aí podemos verificar que a Freira-do-bugio ou Grazina-de-deserta (*Pterodroma deserta*) possui o estatuto de “Vulnerável”, e que a Freira-da-madeira (*Pterodroma madeira*) possui o estatuto de “Em Perigo” não havendo, contudo registos recentes da sua nidificação.

Peixes

As águas circundantes de Porto Santo e respetivos Ilhéus são ricas em peixes marinhos. Assim, muitas espécies podem ocorrer, em função do tipo de substrato. Na Tabela 6.5 listam-se as principais espécies de peixes (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009; Ribeiro, 2008; SRA, 2014). Destas espécies, algumas são importantes para a pesca que é efetuada na região, quer seja profissional, quer seja lúdica, quer para as atividades subaquáticas (Figura 6.8).

Figura 6.8_Moreia-serpente, *Enchelycore anatina*



Fonte:©Portosantosub Dive Center

O ambiente costeiro rochoso do arquipélago é dominado por peixes de ampla distribuição geográfica, com espécie de águas quentes e de águas temperadas (Ribeiro, 2008). Destacam-se alguns endemismos da Macaronésia, como Castanheta-preta *Abudefduf luridus*, Peixe-cão *Bodianus scrofa*, Truta verde *Centrolabrus trutta*, Moreia-preta *Muraena augustie* e Badejo *Mycteroperca fusca* (SRA, 2014).

Tabela 6.5_Principais espécies de peixes em Porto Santo

Peixes	
Abrótea, <i>Phycis phycis</i>	Imperador, <i>Anthias anthias</i>
Agulhinha, <i>Syngnathus acus</i>	Lagarto da Costa, <i>Synodus saurus</i>
Alfonsito, <i>Apogon imberbes</i>	Mero, <i>Epinephelus marginatus</i>
Badejo, <i>Mycteroperca fusca</i>	Moreão, <i>Gymnothorax unicolor</i>
Besugo, <i>Pagellus acarne</i>	Moreia-pintada, <i>Muraena helena</i>
Bodião, <i>Sparisoma cretense</i>	Moreia-preta, <i>Muraena augusti</i>
Boga, <i>Boops boops</i>	Moreia-serpente, <i>Enchelycore anatina</i>
Caboz amarelo, <i>Tripterygion delaisi</i>	Papa tabaco, <i>Uanoscopus scaber</i>

Peixes	
Caboz, <i>Coryphoblennius galerita</i>	Peixe carneiro, <i>Scorpaena scrofa</i>
Caboz, <i>Gobius paganellus</i>	Peixe lagarto, <i>Synodus synodus</i>
Caboz, <i>Labrisomus nuchipinnis</i>	Peixe papagaio, <i>Xyrichthys novacula</i>
Caboz, <i>Mauligobius maderensis</i>	Peixe porco, <i>Aluterus monoceros</i>
Caboz, <i>Parablennius parvicornis</i>	Peixe porco, <i>Balistes crolinensis</i>
Caboz-das-poças, <i>Mauligobius maderensis</i>	Peixe-aranha, <i>Trachinus draco</i>
Cabrinha, <i>Chelidonichthys lastoviza</i>	Peixe-burro, <i>Balistes capriscus</i>
Cabrinha, <i>Trigloporus lastoviza</i>	Peixe-cão, <i>Bodianus scrofa</i>
Cangulo, <i>Aluterus scriptus</i>	Peixe-pedra, <i>Antennarius nummifer</i>
Castanheta-amarela, <i>Chromis limbata</i>	Peixe-rei, <i>Coris julis</i>
Castanheta-preta, <i>Abudefduf luridus</i>	Peixe-verde, <i>Thalassoma pavo</i>
Catafula, <i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	Porquinho, <i>Canthigaster capistrata</i>
Charuteiro, <i>Seriola dumerili</i>	Raia borboleta, <i>Gymnura altavela</i>
Charuteiro, <i>Seriola fasciata</i>	Raia, <i>Taeniura grabata</i>
Charuteiro, <i>Seriola rivoliana</i>	Ratão-comum, <i>Dasiatis pastinaca</i>
Chicharro, <i>Trachurus picturatus</i>	Riscado, <i>Parapristipoma octolineatum</i>
Choupa, <i>Spondylisoma cantharus</i>	Rocaz, <i>Scorpaena maderensis</i>
Chupa-sangue, <i>Lepadogaster candollei</i>	Roncador, <i>Pomadasys incisus</i>
Chupa-sangue, <i>Lepadogaster lepadogaster</i>	Salema, <i>Sarpa salpa</i>
Chupa-sangue, <i>Lepadogaster zebrina</i>	Salmonete, <i>Mullus surmuletus</i>
Congro da areia, <i>Paraconger macrops</i>	Sapinho, <i>Sphoeroides marmoratus</i>
Congro, <i>Conger conger</i>	Sargo veado, <i>Diplodus cervinus</i>
Dobrada, <i>Oblada melanura</i>	Sargo, <i>Diplodus sargus</i>
Encharéu, <i>Pseudocaranx dentex</i>	Seifia, <i>Diplodus vulgaris</i>
Enguia-do-jardim, <i>Heteroconger longissimus</i>	Solha, <i>Bothus podas</i>
Facaio, <i>Trachinotus ovatus</i>	Tainha, <i>Chelon labrosus</i>
Ferreira, <i>Lithognathus mormyrus</i>	Trombeta, <i>Aulostomus strigosus</i>
Fura vasos, <i>Heteropriacanthus cruentatus</i>	Trombetão, <i>Symphodus mediterraneus</i>
Garoupa, <i>Serranus atricauda</i>	Truta verde, <i>Centrolabrus trutta</i>
Góbio dourado, <i>Gnatholepis thompsoni</i>	Velha, <i>Ophioblennius atlanticus</i>
Guelro, <i>Atherina presbyter</i>	---

Fonte: Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009; Ribeiro, 2008; SRA, 2014

Não existem espécies endémicas de peixes costeiros na Madeira, mas está presente um endemismo regional em comum com as ilhas Canárias, *Gobius maderensis*, e outro com os Açores, *Paraconger macrops*. Segundo Wirtz *et al.* (2008), muitas outras espécies podem ocorrer.

Segundo a IUCN (2017), pelo menos três das espécies que constam da tabela apresentam estatuto de ameaça: Peixe-burro *Balistes capriscus* (Vulnerável), Peixe-cão *Bodianus scrofa* (Vulnerável) e Mero

Epinephelus marginatus (Em Perigo). Esta última espécie possui proteção acrescida pela legislação regional, pelo Decreto Legislativo Regional n.º 11/95/M. A Portaria n.º 484/2016 abrange mais alguns peixes, limitando ou proibindo a sua captura (SECRETARIA REGIONAL DE AGRICULTURA E PESCAS, 2016).

Mamíferos marinhos

Algumas espécies de Cetáceos ocorrem nas águas do Porto Santo, sendo as mais abundantes na área marinha de intervenção do POC os Golfinhos, o golfinho-comum-de-bico-curto *Delphinus delphis* (Figura 6.9), o golfinho-roaz *Tursiops truncatus*, o golfinho-pintado *Stenella frontalis* (SRA, 2014). Outras espécies que ocorrem nas águas do arquipélago da Madeira, e que poderão eventualmente cruzar a área de intervenção do POC, são a baleia-de-bico-de-blainville *Mesoplodon densirostris*, o Zífiu *Ziphius cavirostris*, o cachalote pigmeu *Kogia breviceps*, a baleia-piloto-tropical *Globicephala macrorhynchus* e o Cachalote *Physeter catodon*, as quais fazem parte de populações pelágicas que têm grandes áreas de distribuição no oceano Atlântico, estando todas incluídas no Anexo IV da Diretiva 92/43/CEE (SRA, 2014).

Figura 6.9_Golfinho-roaz (*Tursiops truncatus*)



Fonte: © SRA, 2014

Finalmente, menciona-se a presença esporádica de lobo-marinho *Monachus monachus* (SRA, 2014), com algumas observações recentes (Diário de Notícias, 2016), que é uma espécie de Pinípede, com estatuto “Em Perigo” (IUCN, 2017), que se reproduz nas Ilhas Desertas mas que efetua viagens de reconhecimento para fora dessa área. Está protegida na Madeira por legislação regional (Decreto Legislativo Regional n.º 6/86/M de 30 de Maio, que regulamenta a Proteção dos Mamíferos Marinhos no Arquipélago da Madeira), europeia (Diretiva Habitats 92/43/CEE) e internacional (Convenção de Washington [CITES], Convenção de Barcelona, Convenção de Berna, Convenção de Bona, Convenção do Rio).

Quelónios

A restante fauna de vertebrados é composta por espécies de Tartarugas marinhas. Aqui podem ocorrer espécies como a Tartaruga Comum *Caretta caretta* (Figura 6.10), com estatuto “Em Perigo”, segundo o Livro Vermelho dos Vertebrados do Portugal (Cabral *et al.* 2005). Relativamente a esta espécie, a Madeira fica na confluência de 3 populações, a Norte-Americana, a Cabo-Verdiana e a Mediterrânea, mas não há reprodução registada no arquipélago (SRA, 2014). Outras espécies de Tartarugas podem

ser ocasionalmente observadas como por exemplo *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys kempii*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas* e, igualmente, nenhuma destas espécies se reproduz no arquipélago (IFCN, 2017). Na Madeira a pesca da tartaruga terminou em 1985 com a publicação do Decreto Legislativo Regional n.º 18/85/M.

Figura 6.10_Tartaruga Comum (*Caretta caretta*)



Fonte: © IFCN

Invertebrados

Neste grupo incluem-se Crustáceos e Moluscos, mais abundantes na área em análise, mas também outros grupos como Sipunculídeos, Anelídeos, Cnidários, Equinodermes, Ofiurídeos, Esponjiários e Ascideas.

De acordo com SRA (2014), os habitats marinhos do arquipélago apresentam grande homogeneidade nas várias ilhas. Na ausência de estudos detalhados sobre os Crustáceos de Porto Santo, indicam-se abaixo aquelas espécies que estão referenciadas de modo generalista nesse relatório para o arquipélago. Assim sendo, as principais espécies de Crustáceos de maior dimensão presentes nas águas de Porto Santo são Decápodes, como as referenciadas na Tabela 6.6. De entre estas espécies deve destacar-se o Cavaco *Scyllarides latus*, com interesse económico, e igualmente com legislação que limita a sua captura (Decreto-Lei n.º 140/99).

Tabela 6.6_Principais Crustáceos em Porto Santo

Crustáceos	
Camarão das Poças, <i>Palaemon elegans</i>	Camarão comestível, <i>Plesionika narval</i>
Caranguejo Crista de galo, <i>Calappa granulata</i>	Cavaco anão, <i>Scyllarus arctus</i>
Caranguejo judeu, <i>Grapsus grapsus adscensionis</i>	<i>Stenopus spinosus</i>
Caranguejo-da-areia, <i>Cryptosoma cristatum</i>	Lagostim das grutas, <i>Enoplometopus antillensis</i>
Cavaco, <i>Scyllarides latus</i>	<i>Galathea squamifera</i>
Craca, <i>Chthamalus stellatus</i>	<i>Dromia personata</i>

Crustáceos	
Aranha, <i>Percnon gibbesi</i>	Rebeca, <i>Eriphia verrucosa</i>
Caranguejo, <i>Percnon planissimum</i>	<i>Megabalanus azoricus</i>
Rebeca, <i>Eriphia verrucosa</i>	<i>Alpheus dentipes</i>
Lagosta, <i>Palinurus elephas</i>	<i>Athanas nitescens</i>
Eremita, <i>Dardanus calidus</i>	<i>Calcinus tubulares</i>
Eremita, <i>Pagurus anachoretus</i>	<i>Paractea monodi</i>
Camarão, <i>Philocheas trispinosus</i>	<i>Xantho pilipes</i>
Caranguejo, <i>Portunus hastatus</i>	Eremita, <i>Calcinus tubularis</i>
Jaca, <i>Pachygrapsus maurus</i>	<i>Philocheas trispinosus</i>
Jaca, <i>Pachygrapsus marmoratus</i>	Santola, <i>Maja squinado</i>
Jaca, <i>Pachygrapsus transversus</i>	Eremita, <i>Clibanarius aequabilis</i>
Caranguejo, <i>Liocarcinus corrugatus</i>	<i>Ligia oceânica</i>
Eremita, <i>Pagurus forbesii</i>	Caranguejo, <i>Lophozozymus incisus</i>
Eremita, <i>Pagurus prideaux</i>	<i>Xantho poressa</i>
<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>	Caranguejo moiro, <i>Plagusia depressa</i>
Caranguejo aranha, <i>Stenorhynchus lanceolatus</i>	<i>Brachycarpus biunguiculatus</i>
<i>Thor amboinensis</i>	<i>Platypodiela picta</i>
Camarão pontilhado, <i>Gnathophyllum elegans</i>	Jaca mansa, <i>Xantho incisus</i>
<i>Gnathophyllum americanum</i>	---
Camarão pintado, <i>Cinetorhynchus rigens</i>	---
Camarão listado, <i>Lysmata grabhami</i>	---

Fonte: Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009; SRA, 2014

De acordo com IUCN (2017), *Palinurus elephas* apresenta estatuto “Vulnerável”. A Portaria n.º 484/2016 abrange mais alguns crustáceos, limitando a sua captura (Secretaria Regional de Agricultura e Pescas, 2016).

De acordo com SRA (2014), os habitats marinhos do arquipélago apresentam grande homogeneidade nas várias ilhas. Na ausência de estudos detalhados sobre os Moluscos de Porto Santo, indicam-se abaixo aquelas espécies que estão referenciadas de modo generalista nesse relatório para o arquipélago. Assim sendo, as principais espécies de Moluscos de maior dimensão presentes nas águas de Porto Santo estão listadas na Tabela 6.7 e distribuem-se por diferentes habitats. Também neste grupo incluem-se algumas espécies de interesse comercial e é relevante referir a exploração tradicional de Lapas, a Lapa-preta (*Patella candei*) e a Lapa-branca (*Patella aspera*), a qual parece ter atingido um nível de exploração não sustentável e que motivou legislação para limitar a sua captura, Decreto Legislativo Regional n.º 11/2006/M (SRA, 2014). A Portaria n.º 484/2016 abrange mais alguns moluscos, limitando a sua captura (Secretaria Regional de Agricultura e Pescas, 2016).

Figura 6.11_Lapa (*Patella sp.*)



Fonte: © SRA, 2014

Tabela 6.7_Principais moluscos marinhos de Porto Santo

Moluscos Marinhos	
<i>Bittium reticulatum</i>	Lapa-concha, <i>Haliotis tuberculata</i>
<i>Bolma rugosa</i>	Leque, <i>Pinna rudis</i>
Burgado hembra	<i>Lima lima</i>
Burra, <i>Stramonita haemastoma</i>	<i>Limaria hians</i>
Búzio de tocar, <i>Charonia lampas</i>	Litorina, <i>Littorina striata</i>
Búzio, <i>Hexaplex trunculus</i>	<i>Littorina saxatilis</i>
<i>Callista chione</i>	<i>Luria lúrida</i>
Caramujo, <i>Osilinus atratus</i>	<i>Melarhaphe neritoides</i>
<i>Cardita calyculata</i>	<i>Mitra córnea</i>
Choco, <i>Sepia officinalis</i>	<i>Nassarius incrassatus</i>
<i>Clanculus berthelotii</i>	Orelha do mar, <i>Haliotis tuberculata</i>
<i>Columbella adansoni</i>	<i>Phalium granulatum undulatum</i>
<i>Columbella rustica</i>	<i>Phorcus atratus</i>
<i>Emarginula fissura</i>	<i>Platydoris argo</i>
<i>Erosaria spurca</i>	Polvo, <i>Octopus vulgaris</i>
<i>Felimare picta</i>	Porcelana, <i>Erosaria spurca</i>
<i>Flexopecten flexuosus</i>	<i>Rudicardium tuberculatum</i>
<i>Gibbula candei</i>	<i>Siphonaria pectinata</i>
<i>Gouldia mínima</i>	<i>Spondylus gaederopus</i>
<i>Hexaplex trunculus</i>	<i>Spondylus senegalensis</i>
<i>Hypselodoris picta</i>	<i>Tectarius striatus</i>
<i>Jujubinus striatus</i>	<i>Tonna galea</i>
Lapa branca, <i>Patella aspera</i>	<i>Tricolia pullus</i>
Lapa, <i>Patella piperata</i>	<i>Turritella turbona</i>
Lapa preta, <i>Patella candei</i>	<i>Umbraculum umbraculum</i>
Lapa, <i>Patella tenuis tenuis</i>	Vinagreira negra, <i>Aplysia fasciata</i>

Moluscos Marinhos

Lapa, *Patella ulyssiponensis*

Vinagreira, *Aplysia dactylomela*

Fonte: Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009; SRA, 2014

Outros invertebrados marinhos (Figura 6.12) das águas costeiras de Porto Santo são descritos por Serviço do Parque Natural da Madeira (2009) e por SRA (2014), e aí ocorrem em habitats distintos. Entre eles estão referidos Anémonas, como *Anemonia viridis* e *Aiptasia mutabilis*, Nudibrânquios, como a Vaca do mar *Aplysia dactylomela*, de Equinodermes, como Ouriços do mar *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*, *Diadema antillarum* ou *Sphaerechinus granularis*, e Ouriços de espinhos moles, como *Brissus* sp.. Também Equinodermes são as Estrelas-do-mar *Marthasterias glacialis*, *Coscinasterias tenuispina*, *Ophidiaster ophidianus* e *Astropecten aranciacus* e os Crinóides como *Antedon bifida*. Estão ainda presentes Ofiurídeos como *Ophioderma longicaudum*, Esponjas como *Verongia aerophoba*, *Chondrosia reniformis* e *Batzela inops*, Poliquetas como o Verme de fogo *Hermodice carunculata*, Corais como *Phyllangia mouchezii* e *Caryophyllia inornata*, e Ascídeos como *Ciona intestinalis*. Não está disponível informação sobre algum estatuto de ameaça pendente sobre estas espécies.

Figura 6.12_Fundo rochoso com várias espécies de vertebrados e invertebrados



Fonte: ©Rheadive

6.2.4 Estrutura das comunidades litorais

O meio marinho do Porto Santo é caracterizado por águas límpidas com fundos de areia e uma fauna diversificada. A estrutura das comunidades litorais segue um padrão comum a outras regiões e está apresentada no documento do Serviço do Parque Natural da Madeira (2009) da forma que abaixo se resume.

Assim, a zona supralitoral e a zona médiolitoral, com suporte físico de areia e de calhau rolado apresentam, de uma forma geral, pouca diversidade de organismos, sendo as espécies mais abundantes nas zonas de areia os Anfípodes e nas zonas de calhau rolado os moluscos Litorínídeos e o

Isópode *Ligia oceanica*. Nas zonas de calhau rolado do andar médiolitoral ocorrem povoamentos de Algas Cianófitas e Clorófitas e algumas espécies de animais como por exemplo os Gastrópodes *Burgado hembra*, *Osilinus atratus* e *Monodonta* sp. e o Peixe Chupa-sangue *Lepadogaster zebrina*.

Nas zonas rochosas, o andar superior é caracterizado pelo gastrópode Litorina *Littorina striata*. Na zona inferior do supralitoral rochoso encontram-se também líquenes como *Verrucaria maura*, aparecendo um pouco mais abaixo Algas Cianófitas. Esta zona é ocupada também pelo Crustáceo Isópode *Ligia oceanica*. Nas zonas mais escarpadas, ocorre o Caranguejo judeu *Grapsus grapsus adscensionis*.

No Porto Santo o médiolitoral rochoso começa com uma faixa amarelada que corresponde ao povoamento da Craca *Chthamalus stellatus*. Neste nível ocorrem ainda algumas outras espécies, tais como a Lapa *Patella piperata*, a Litorina *Littorina* sp., e Algas Cianófitas. Abaixo da faixa de *Chthamalus* pode existir uma outra que corresponde à presença da Alga *Enteromorpha* sp.. À medida que se desce para o mar, o número de organismos aumenta nomeadamente no tocante a algas, onde predominam geralmente os géneros *Jania* sp., *Corallina* sp., *Ulva* sp., *Padina pavonica* e Alga verde *Dasycladus vermicularis*. Associada a este aumento de espécies de Algas aparece uma fauna diversificada que inclui Crustáceos, Anfípodes, Isópodes e Decápodes, Sipunculídeos, Anelídeos Poliquetas e Moluscos Gastrópodes. Abaixo deste nível aparece uma faixa de cor amarelada correspondente à alga *Cystoseira* sp.. As reentrâncias rochosas, que se mantêm mais húmidas e escuras, são o habitat preferencial de algumas espécies de Crustáceos como *Pachygrapsus* sp. e *Rebeca Eriphia verrucosa*, Gastrópodes como *Monodonta* sp. e *Gibbula candei*, Anémonas e Esponjas. Nas poças do intertidal há Cianófitas, podendo também existir Algas Verdes do género *Enteromorpha*. Nas poças com menos exposição, esta Alga é substituída por Algas Castanhas, *Cystoseira* sp. e *Padina pavonica*. A fauna é caracterizada pelos Peixes (Figura 6.13) como o Caboz-das-poças *Mauligobius maderensis* e pelo Camarão das Poças *Palaemon elegans*. Ocorrem ainda espécies como a Anémoma *Anemonia viridis*, algumas espécies de Nudibrânquios, Vaca do mar *Aplysia dactyomela*, de Equinodermes como o Oriço-do-mar *Paracentrotus lividus* e entre os Peixes aparecem mais algumas espécies como o Chupa-sangue *Lepadogaster zebrina*, *Coryphoblennius galerita*, o Peixe-verde *Thalassoma pavo*, Peixes da família Mugilidae e ainda, nas poças de maiores dimensões, cardumes de Dobrada, *Oblada melanura*.

Figura 6.13_Castanheta-preta, *Abudefduf luridus*



Fonte: ©Rheadive

Na zona sub-litoral, a baixa profundidade, os substratos móveis são geralmente arenosos, com baixos teores de matéria orgânica. A epifauna é diversa, destacando-se nesta os Peixes como a Solha *Bothus podas*, o Peixe papagaio *Xyrichthys novacula*, o Salmonete *Mullus surmuletus* e o Peixe-aranha *Trachinus draco*, bem como a Estrela-do-mar *Astropecten aranciatus* e os Caranguejos Crista de galo *Calappa granulata* e Caranguejo-da-areia *Cryptosoma cristatum* e ainda os Ouriços de espinhos moles *Brissus* sp. Alguns Bivalves estão também presentes, a partir dos 5 metros de profundidade, como *Callista chione* e *Rudicardium tuberculatum*, embora em quantidades muito pequenas. A partir dos 14 metros de profundidade, em áreas abertas, podem ocorrer colónias de Enguia-do-jardim *Heteroconger longissimus*. Também são frequentes neste tipo de habitat, o Ratão-comum *Dasiatis pastinaca*, a Raia *Taeniura grabata* e o Gastrópode *Tonna galea*.

Na zona infralitoral de substrato rochoso existe geralmente um denso povoamento de Algas onde predominam *Cystoseira* sp., *Ceramium* sp., *Jania* sp., Alga verde *Dasycladus vermicularis* e *Padina pavonica*. Esta zona é ainda o habitat característico de algumas espécies como os Caranguejos *Percnon gibbesi* e *Pachygrapsus* sp., os Ouriços-do-mar *Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula*, as Estrelas-do-mar *Marthasterias glacialis*, *Coscinasterias tenuispina* e *Ophidiaster ophidianus*, o Ofiurídeo *Ophioderma longicaudum* e várias espécies de Peixes, como Peixe verde *Thalassoma pavo*, Castanheta-preta *Abudefduf luridus*, Castanheta-amarela *Chromis limbata*, Bodião *Sparisoma cretense*, Truta verde *Centrolabrus trutta*, Velha *Ophioblennius atlanticus*, e outros.

Abaixo dos 15m de profundidade, os fundos rochosos aparecem com povoamentos de Ouriço do mar *Diadema antillarum*. Outros Ouriços-do-mar encontrados nesta zona são *Arbacia lixula* e *Sphaerechinus granularis*. Nas superfícies menos povoadas por algas existe uma fauna sésil muito variada que inclui Esponjas *Verongia aerophoba*, *Chondrosia reniformis* e *Batzela inops*, Anémonas *Anemonia viridis* e *Aiptasia mutabilis*,

Estrela do mar *Marthasterias glacialis* e muitas espécies de Peixes como Peixe verde *Thalassoma pavo*, Castanheta-preta *Abudefduf luridus*, Castanheta-amarela *Chromis limbata*, Bodião *Sparisoma cretense*, Truta Verde *Centrolabrus trutta*, Badejo *Mycteroperca fusca*, Garoupa *Serranus atricauda*, etc. Dentro dos Moluscos há a assinalar as espécies *Lima lima*, *Flexopecten flexuosus*, o Búzio *Hexaplex trunculus* e o bivalve *Spondylus gaederopus*. O Poliqueta Verme de fogo *Hermodice carunculata* é também muito abundante. Nestes fundos encontram-se diferentes habitats como as paredes, grutas, concavidades ou mesmo a parte inferior das rochas, onde pode ocorrer uma abundante fauna sésil de zonas da sombra, assim como muitas espécies móveis. Desse conjunto são exemplos as Esponjas *Verongia aerophoba* e *Chondrosia reniformis*, Nudibrânquios, algumas espécies de Corais como *Phyllangia mouchezii* e *Caryophyllia inornata*, Ascidea *Ciona intestinalis*, Crustáceos como o Cavaco *Scyllarides latus* e Cefalópodes como o Polvo-comum *Octopus vulgaris*, Peixes como a Moreia-pintada *Muraena helena*, Moreia-preta *Muraena augusti*, Moreia-serpente *Enchelycore anatina* e o Moreão *Gymnothorax unicolor* e outros como o Rocaz *Scorpaena maderensis*, Alfonsito *Apogon imberbis*, e Catafula *Heteropriacanthus cruentatus* são também características destes habitats.

Debaixo das pedras é frequente encontrar-se também uma fauna muito rica que inclui Ofiurídeos como *Ophioderma longicaudum*, Crinóides *Antedon bifida*, Gastrópodes como a Lapa-concha *Haliotis tuberculata*, a Porcelana *Erosaria spurca* e o Quiton *Chiton* spp., Crustáceos como *Percnon planissimum*, e ainda Bivalves.

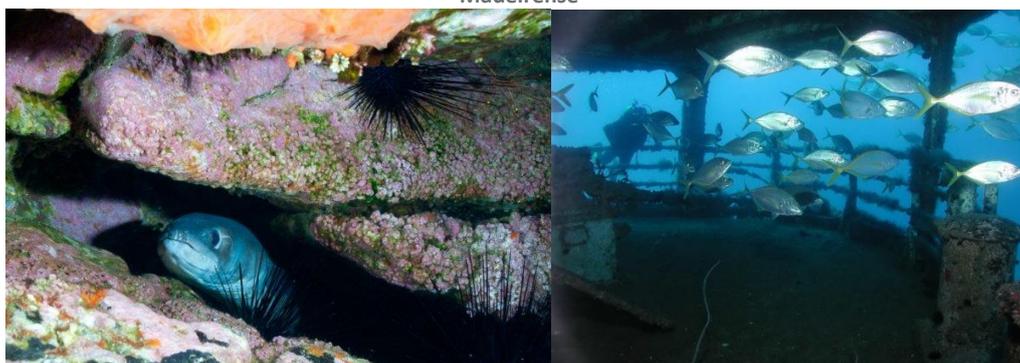
Os fundos de areia são de uma forma geral mais pobres do que os fundos rochosos, devido à sua instabilidade.

Finalmente a categoria de habitat de recifes artificiais. Neles, a existência de um substrato fixo num fundo de areia, proporciona a possibilidade dos organismos que necessitam de um substrato estável se fixem e constitui um elemento de particular relevo pelo efeito agregador de fauna que produz, alterando as características do habitat onde se encontram. Assim aconteceu com o navio “Madeirense”

(Figura 6.14), afundado em 2000 aos 34 metros de profundidade. Neste recife artificial podem ser observadas várias espécies de organismos sésseis já descritos para as zonas rochosas, bem como peixes como o Mero *Epinephelus marginatus*, muito interessante em atividades subaquáticas, o Charuteiro *Seriola rivoliana*, o Badejo *Mycteroperca fusca*, o Encharéu *Pseudocaranx dentex*, bem como elasmobrânquios rajiforme como o Ratão *Dasyatis pastinaca*.

Para além deste recife artificial, outro navio foi igualmente afundado aos 30 metros de profundidade em 2016, a Corveta General Pereira d'Eça, que está a ser colonizada por organismos marinhos da mesma forma que o primeiro. Ambos são aqui referidos, apesar de estarem situados fora da área de intervenção do POC por constituírem polos de agregação de biodiversidade marinha com possibilidade de influência positiva na zona litoral circundante, incluída no POC. No âmbito da 1.ª campanha de monitorização após o afundamento da Corveta (ocorrida em outubro e novembro de 2016), foram inventariadas mais de 20 espécies, entre peixes, invertebrados e algas. Nesta fase inicial de colonização do recife, alguns espécimes adultos foram atraídos para o novo habitat, entre os quais um mero e alguns charuteiros. Foram também observados juvenis e espécimes de pequeno tamanho de algumas espécies de peixes costeiros, nomeadamente castanhetas (preta e baia), peixe-verde e garoupa. Estes recifes artificiais apresentam igualmente importância económica derivada da sua exploração por empresas de atividades subaquáticas.

Figura 6.14_ Organismos sésseis e móveis colonizam o “Madeirense” e Peixes de várias espécies abrigam-se no “Madeirense”



Fonte: ©Portosantosub Dive Center e ©IFCN

6.2.5 Áreas protegidas

A Rede de Áreas Marinhas Protegidas de Porto Santo (RAMPPS) foi criada em 2008 (Decreto Legislativo Regional n.º 32/2008/M) e é composta por seis ilhéus circundantes à ilha do Porto Santo e a área marinha envolvente ao Ilhéu da Cal ou de Baixo e ao Ilhéu de Cima (Figura 6.15).

Figura 6.15_Ilha de Porto Santo, ilhéus adjacentes e respetiva Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo



Contém um valioso património animal e botânico, vários habitats prioritários para a conservação da natureza e é ainda caracterizada pela presença de espécies endémicas raras e de locais de nidificação de diversas espécies de aves marinhas.

De um modo mais objetivo, faz parte da rede:

- a) Área do Ilhéu de Fora, do Ilhéu das Cenouras, do Ilhéu da Fonte d’Areia e do Ilhéu do Ferro: constituída pelas respetivas áreas terrestres;
- b) Área do Ilhéu da Cal ou de Baixo: constituída pela área terrestre do Ilhéu da Cal e pela área marinha limitada a oeste pela batimétrica dos 50 m e pelo azimute verdadeiro 315° a partir da extremidade oeste da Ponta do Focinho do Urso, a sul pela batimétrica dos 50 m, a norte pela linha de preia-mar máxima de marés-vivas equinociais da costa da ilha do Porto Santo e a este pela batimétrica dos 50 m e pelo azimute verdadeiro 135° a partir do enfiamento do Pico de Ana Ferreira;
- c) Área do Ilhéu de Cima: constituída pela área terrestre do Ilhéu de Cima e pela área marinha limitada a oeste pelo azimute verdadeiro 160° a partir da extremidade este do Porto de Abrigo, a sul e este pela batimétrica dos 50 m e a norte pela linha de preia-mar máxima de marés-vivas equinociais da costa da ilha do Porto Santo e pelo azimute verdadeiro 90° a partir da Ponta das Ferreiras.

Toda esta área possui um plano de ordenamento e gestão em vigor aprovado pela Resolução n.º 1295/2009 da Presidência do Governo Regional. A configuração atual da rede constituiu uma evolução jurídica de outras figuras de proteção legal atribuídas anteriormente a diferentes espaços territoriais da Madeira. Com efeito, desde cedo que foram identificadas áreas prioritárias para a conservação da Natureza, que resultaram nas propostas para inclusão na Rede Natura 2000 (Figura 6.16), e com a criação do sítio “Ilhéus de Porto Santo” em 2001, quer ainda pela designação das IBAs (Important Bird

Áreas “Ilhéus de Porto Santo” (código PT089) e “Porto Santo Oeste” (código PT090) em 2002 (Alves *et al.*, 2015; BirdLife International, 2017).

Figura 6.16_Rede Natura 2000 na ilha de Porto Santo e ilhéus adjacentes



Uma caracterização breve da rede de áreas marinhas protegidas de Porto Santo envolve a identificação dos principais habitats presentes, bem como de espécies emblemáticas ou carecendo de esforços acrescidos de conservação.

A rede de áreas marinhas protegidas de Porto Santo protege habitats de interesse comunitário, entre os quais “Falésias com flora endémica das costas macaronésias” (código 1250), com estado de conservação “Bom”. O plano identifica ainda outros habitats presentes na região de Porto Santo, todos com estado de conservação “Muito Bom”, que carecem de mais adequada figura de proteção legal, ao abrigo da Diretiva 92/43/CEE, nomeadamente “Enseadas e baías pouco profundas” (código 1160), “Grutas Marinhas submersas ou semisubmersas” (código 8330), “Bancos de areia permanentemente cobertos por água de mar pouco profunda” (código 1110) e “Lodoçais e areias a descoberto na maré baixa” (código 1140) (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009).

O relatório final do projeto LIFE Ilhéus do Porto Santo (LIFE09 NAT/PT/000041) efetua uma descrição sucinta das várias partes da rede de áreas marinhas protegidas e dele retiramos a informação que se encontra nos parágrafos seguintes.

O Ilhéu da Cal é parte constituinte de uma IBA, sendo conhecida a nidificação de, pelo menos, seis espécies de aves marinhas e três terrestres. Está identificada a presença de uma espécie de tarântula (*Hogna biscoitoi*) e de um escaravelho (*Eurygnathus latreillei latreillei*), endémicos do Porto Santo. Ocorre ainda o caracol-do-ilhéu-da-cal, molusco terrestre exclusivo deste ilhéu, com estatuto de conservação de “criticamente ameaçado”. O Ilhéu de Cima é parte constituinte de uma IBA, onde se regista a nidificação de várias espécies de aves marinhas, e regista-se a presença de uma espécie de molusco terrestre exclusiva deste ilhéu, o caracol-do-ilhéu-de-cima (*Hystricella turricula*). O Ilhéu do Ferro faz também parte de uma IBA, sendo também área de nidificação para as espécies presentes no Ilhéu da Cal. Apresenta uma fauna de invertebrados rica, com a presença de diversos endemismos do

Porto Santo, como a tarântula-caranguejeira (ou tarântula-do-porto-santo, *Hogna schmitzi*) (Figura 6.17), do escaravelho *Scarites abbreviatus cimensis*, e ainda de duas espécies de moluscos terrestres exclusivas deste ilhéu, *Discula calcigena maxima* e *Leptaxis nivosa craticulata*. No Ilhéu da Fonte da Areia, de muito pequenas dimensões, destaca-se a presença do caracol-do-ilhéu-da-fonte-da-areia (*Discula calcigena barbozae*), endémico deste ilhéu. O Ilhéu de Fora apresenta diversos endemismos, destacando-se duas espécies de moluscos terrestres exclusivas deste ilhéu, *Discula calcigena gomesiana* e *Leptaxis wollastoni forensis*.

Figura 6.17_Tarântula-caranguejeira (*Hogna schmitzi*)



Fonte: ©IFCN

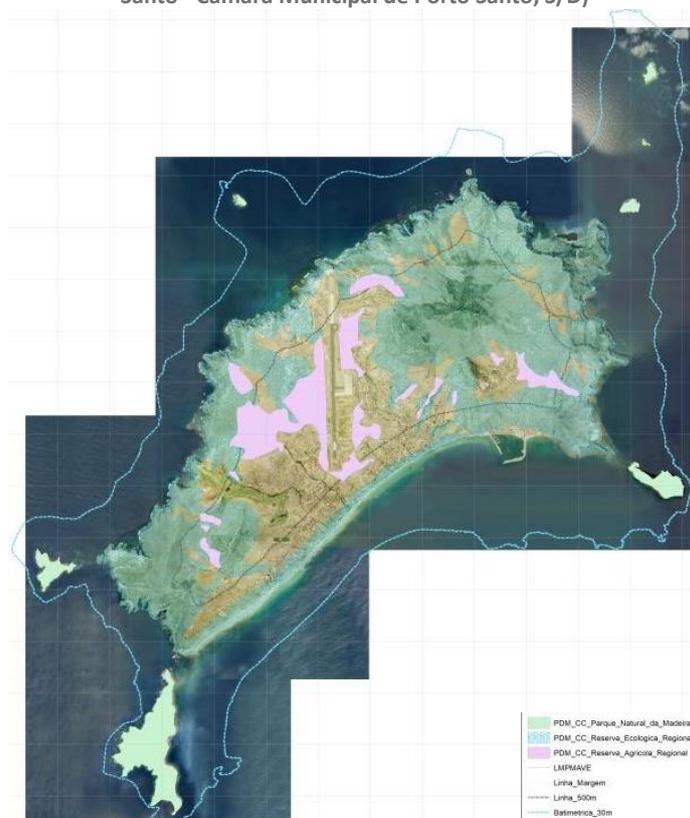
Os habitats marinhos da rede de áreas marinhas protegidas de Porto Santo apresentam águas cristalinas, onde podem ser observadas espécies emblemáticas, como o mero (*Epinephelus marginatus*), a tartaruga-boba (*Caretta caretta*), o golfinho-comum (*Delphinus delphis*) ou a baleia-de-bryde (*Balaenoptera brydei*). Em alguns locais do litoral este, norte e da zona da Calheta, as plataformas rochosas planas ficam emersas na baixa-mar, dando origem ao aparecimento de poças de maré.

A Zona Especial de Conservação (ZEC) Pico Branco (PTPOR0002), designada ao abrigo da Diretiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, e do Decreto Legislativo Regional n.º 5/2006, é uma zona costeira caracterizada por elevadas arribas, situada na parte Noroeste da ilha. Para além da sua importância para a conservação de espécies florísticas incluídas na Diretiva e de outros endemismos da ilha, é importante para a fauna, nomeadamente para aves de ecossistemas terrestres como a Manta (*Buteo buteo hartetti*) e o Francelho (*Falco tinnunculus canariensis*), para aves marinhas como a cagarra (*Calonectris diomedea boreallis*) e para caracóis como *Caseolus calculus* (Direção Regional de Florestas, S/D).

O plano diretor municipal de Porto Santo (PDM) define diversas tipologias de áreas com estatuto de proteção e que se destinam a assegurar o funcionamento ecológico do território (Câmara Municipal de Porto Santo, S/D). São espaços naturais divididos em zonas naturais de uso interdito, zonas naturais de uso fortemente condicionado, zonas naturais de uso condicionado e zonas naturais de uso recreativo. Não está disponível a descrição detalhada do património ou da biodiversidade que se encontra em cada uma destas zonas. De uma forma sucinta, estes espaços naturais compreendem os vários ilhéus que rodeiam a ilha de Porto Santo, bem como toda a faixa costeira da ilha, incluindo praias, arribas e sistema dunar. Não cabe aqui reproduzir na íntegra as definições de cada uma delas, mas sim incorporá-las na caracterização efetuada no presente relatório e garantir a transposição destas disposições relativas ao ordenamento do território na nova documentação que decorre do programa de ordenamento da orla costeira.

Assim, o PDM inclui, no património natural a proteger, a reserva ecológica regional. A importância desta zona para a biodiversidade foi há muito estabelecida e decorre do facto de integrar áreas naturais que compreendem os leitos e margens das linhas de água, as levadas, as áreas de matos mediterrânicos em zonas fortemente declivosas, as arribas e área marítima até à batimétrica dos -50 metros. O PDM define igualmente áreas incluídas na reserva agrícola regional que são áreas irrigadas com atividade agrícola e que constituem, por essa razão, habitat preferencial para um conjunto importante de fauna. Finalmente, o PDM de Porto Santo inclui ainda o que designou de Património Científico, que compreende áreas com interesse científico para investigação ou para observação e que compreendem arribas, ilhéus e chaminés vulcânicas, com importância para a biodiversidade (Figura 6.18 e 6.19). Por esta razão, deve garantir-se a transposição destas disposições relativas ao ordenamento do território na nova documentação que decorre do programa de ordenamento da orla costeira.

Figura 6.18_Ilha de Porto Santo - Áreas de Reserva Ecológica, Reserva Agrícola e Parque Natural da Madeira² (PDM Porto Santo - Câmara Municipal de Porto Santo, S/D)



² Embora no PDM as áreas sejam designadas de Parque Natural da Madeira, esta designação não tem esse enquadramento legal, pois o Parque Natural da Madeira está apenas constituído para a ilha da Madeira.

Figura 6.19_ Ilha de Porto Santo - Outras zonas naturais e de uso condicionado delimitadas no PDM (PDM Porto Santo - Câmara Municipal de Porto Santo, S/D)



6.2.6 Habitats naturais de interesse comunitário

Na Região Autónoma da Madeira existem 11 Sítios de Interesse Comunitário, que visam a conservação de habitats, fauna e flora constantes na Diretiva Habitats (Diretiva n.º 92/43/CEE, do Conselho, de 21 de maio) e na Diretiva Aves (Diretiva n.º 79/409/CEE, do Conselho, de 2 de abril), transposta para Portugal através do Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, alterado pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro.

Finalmente, merece referência a recente criação, pelo Governo Regional, do Sítio “Cetáceos da Madeira na Lista de Sítios da Região Autónoma da Madeira”, aprovado pela Resolução n.º 699/2016. Apesar de ser constituída por uma área totalmente exterior à zona abrangida por este Programa, a sua relevância é grande, pelas externalidades positivas na ilha e ilhéus de Porto Santo. A sua inclusão definitiva na Rede Natura 2000 carece ainda de aprovação ao nível comunitário, mas os efeitos positivos na conservação das espécies serão certamente imediatos.

Na RAMPPS, existem os habitats de interesse comunitário apresentados na Tabela 6.8.

Tabela 6.8_Habitats de interesse comunitário presentes na Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo

Código	Designação do Habitat	Grau de Conservação
1250	Falésias com flora endémica das costas macaronésias	Boa

Fonte: Resolução n.º 1408/2000, de 22 de setembro, e candidatura à Rede Natura 2000

A RAMPPS apresenta habitats marinhos pertencentes ao Anexo I da Diretiva 92/43/CEE em “Muito Bom Estado de Conservação” que se considera que deveriam estar protegidos ao abrigo da referida Diretiva, designadamente os apresentados na Tabela 6.9.

Tabela 6.9_ Outros habitats de interesse comunitário presentes na Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo

Código	Designação do Habitat	Grau de Conservação
1160	Enseadas e baías pouco profundas	Muito Boa
8330	Grutas Marinhas submersas ou semisubmersas	Muito Boa
1110	Bancos de areia permanentemente cobertos por água de mar pouco profunda	Muito Boa
1140	Lodoçais e areias a descoberto na maré baixa	Muito Boa

7. USOS DO SOLO E PAISAGEM

O conhecimento do uso do solo revela-se de capital importância para um correto ordenamento do território, permitindo, através da dupla perspetiva em que é apresentado, perceber as atuais ocupações do território ao mesmo tempo que se apresentam as tendências de evolução juntamente com as propostas vertidas em sede de outros instrumentos de gestão territorial. Destacam-se também as condicionantes e restrições à utilização do solo legalmente instituídas, que representam a tendência atual de transformação e de utilização do território.

Relativamente ao uso atual do solo, este capítulo corresponde a uma síntese dos usos dominantes existentes, dado que ao longo deste relatório foram descritos e caracterizados usos específicos associadas às diversas componentes sectoriais. Por outro lado, no Volume 3 apresenta-se uma caracterização pormenorizada da ocupação urbana, das praias e outras infraestruturas existentes. Neste contexto, este ponto deverá ser entendido como uma leitura integrada das componentes anteriormente descritas.

Os instrumentos de gestão territorial, com âmbitos e objetivos distintos, são analisados na perspetiva de relevar sinteticamente as suas principais propostas e condicionantes existentes na área do POC Porto Santo, de forma a enquadrar as estratégias preconizadas para este espaço territorial. Assim, dar-se-á particular atenção às medidas e disposições regulamentares com incidência na área restrita de intervenção do programa.

A paisagem é uma análise mais complexa do território, uma vez que procura ser uma síntese de um conjunto de dimensões, nomeadamente ecológica, cultural, sensorial e económica. Será assim feita uma síntese das macrounidades que compõe a paisagem do Porto Santo, destacando-se a diversidade geológica e a ocupação humana como os principais fatores que permitem diferenciar estas unidades. Far-se-á a sua correlação com as caracterizações agora efetuadas de forma pormenorizada, tentando-se contextualizar a sua importância e relevância, nomeadamente com os troços geomorfológicos do litoral do Porto Santo. Esta síntese constitui mais um importante elemento na avaliação das dinâmicas preconizadas nos diferentes instrumentos de gestão territorial, permitindo assinalar situações que possam constituir fatores de degradação ambiental, assim como sinalizar áreas de maior sensibilidade biofísica e paisagística.

7.1. Uso actual o solo

O uso atual do solo resulta da conjugação de diversas fontes de informação, tendo como base a Carta de Ocupação do Uso do Solo da Região Autónoma da Madeira (COSRAM) de 2007 a qual foi alvo de diversas análises e agregações. Esta base foi complementada por diversos levantamentos de campo efetuados por grupos de especialistas nas diferentes vertentes, juntamente com a fotointerpretação do ortofotomapas, de 2007. Este trabalho foi complementado por análise e interpretação de diversa cartografia produzida para a área de intervenção. Outras fontes de informação de fotografia aérea mais recente foram também consultadas.

O método utilizado foi o seguinte:

- Análise de cartografia produzida para a área de intervenção tendo como base a Carta de Ocupação do Solo para a Região Autónoma da Madeira, de 2007, a qual foi alvo de processos de agregação de classes para uma leitura mais coerente com a escala de representação;
- Análise e identificação de usos dominantes a partir do ortofotomapa e cartografia produzida para a área de intervenção, nomeadamente a Carta Militar;
- Verificação e aferição das unidades identificadas através do levantamento de campo;
- Confirmação das aferições produzidas através de fotografias de levantamento e outras fontes de fotografia aérea mais recente.

Na definição dos usos dominantes do solo a unidade mínima considerada foi de 0,5 ha. As áreas com dimensões inferiores foram incluídas no sistema adjacente mais semelhante.

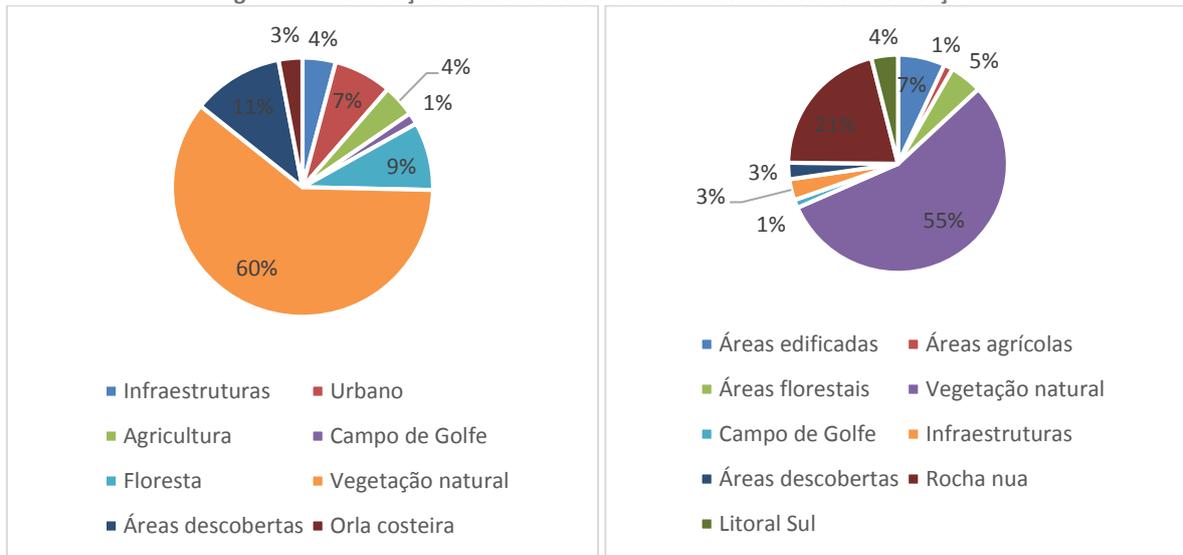
Assim, partindo da Carta de Ocupação do Solo da Região Autónoma da Madeira (COSRAM) de 2007, procedeu-se à agregação de diversas classes resultando as seguintes categorias que se descrevem seguidamente:

- Áreas edificadas – engloba os tecidos urbanos nas suas diferentes densidades, incluindo parques e jardins e outros equipamentos públicos;
- Infraestruturas – identificando o aeroporto, porto marítimo e um conjunto de outras infraestruturas tais como infraestruturas associadas ao tratamento de resíduos, entre outras;
- Campo de Golfe – optou-se por manter esta classe individualizada pela expressão territorial que possui;
- Áreas agrícolas – estão aqui representados todos os tipos de agricultura, desde as culturas temporárias às culturas permanentes como as vinhas, entre outras;
- Áreas florestais – incluem todas as classes florestais do COSRAM presentes no Porto Santo;
- Vegetação natural – engloba as áreas de matos e de vegetação herbácea;
- Áreas descobertas – representam as áreas sem qualquer tipo de vegetação, englobando 5 subclasses:
 - i. áreas de praia, que consistem nos areais existentes na costa sul,
 - ii. sistema dunar, com representação ao longo da costa sul e que se localizam a montante das áreas de praia, possuindo uma topografia e uma ocupação totalmente diferenciadas,
 - iii. areais interiores, que correspondem ao conjunto de áreas de substrato arenoso e sem vegetação localizadas principalmente na costa norte da ilha do Porto Santo,
 - iv. áreas de rocha nua, representadas fundamentalmente pelas áreas de arribas existentes ao longo da ilha e ilhéus,
 - v. pedreiras.

No Desenho 01 do volume Anexo, é possível constatar a representatividade e localização de todas estas classes na área de intervenção do programa.

A análise da ocupação atual do solo será feita tendo como base a realidade da ilha do Porto Santo e comparando-a com a realidade específica do litoral da mesma. Nesta análise não foi tida em conta o uso do solo dos ilhéus que, pela sua expressão territorial e tipo de usos do solo presentes, poderiam induzir em erros de análise. A sua ocupação em termos de usos do solo é referida no final deste subcapítulo.

Figura 7.1 Distribuição do uso do solo atual na ilha e na área de intervenção



No Porto Santo a representatividade das categorias de uso do solo é claramente dominada pela classe da vegetação natural, sendo fundamentalmente composta por vegetação herbácea e matos. As restantes categorias possuem uma representatividade relativamente equitativa.

Na área de intervenção a representatividade das áreas de vegetação natural mantém-se face ao panorama da ilha, destacando-se em segundo plano a elevada representatividade das áreas descobertas como um todo, destacando-se dentro destas as áreas de rocha nua devido à elevada percentagem de litoral em arriba existente neste território insular.

As áreas agrícolas possuem uma expressão intermédia (cerca de 5%) no panorama da ilha, localizando-se fundamentalmente na zona central nos terrenos mais planos não ocupados pela infraestrutura aeroportuária. Devido à sua localização preferencial na parte central da ilha é natural que a sua expressividade no litoral seja menor, caracterizando-se fundamentalmente por pequenas manchas de vinha junto ao sistema dunar e outras áreas de culturas temporárias e hortas.

As áreas florestais localizam-se nos principais relevos do Porto Santo, com maior expressão nas encostas expostas norte e oeste. A representatividade destas áreas é superior no litoral da ilha devido à mancha de dimensão considerável que existe na ponta oeste da ilha, o que juntamente com outras áreas existentes na costa leste lhe atribui uma ocupação de cerca de 10% do território litoral do Porto Santo. Estas áreas são fundamentalmente ocupadas por pinhais, fortemente marcados pela ação do vento, apresentando uma configuração mais baixa e inclinada que outras áreas revestidas com o mesmo tipo de espécie.

Na área de intervenção, a ocupação urbana cinge-se unicamente à costa sul da ilha onde se localizam as áreas urbanas mais consolidadas do Porto Santo. A representatividade desta classe é praticamente igual tanto no contexto ilha como no contexto litoral, correspondendo a cerca de 7% do território analisado. As infraestruturas são dominadas por duas estruturas típicas dos contextos insulares: um aeroporto e a área portuária.

O litoral do concelho representa duas realidades totalmente opostas: a costa sul é dominada pelas áreas de praias e dunas, enquanto na costa norte dominam as áreas de rocha nua que correspondem às elevadas arribas que constituem esta frente litoral. Para uma maior facilidade de análise dos dados no gráfico as subclasses áreas de praia e sistemas dunares foram agregadas. As áreas de praia possuem uma área superior (cerca de 43ha) face aos sistemas dunares (cerca de 33ha).

Os ilhéus que envolvem a ilha do Porto Santo são fundamentalmente ocupados por vegetação natural e áreas descobertas, sendo estas últimas maioritariamente áreas de rocha nua, sendo estas primordiais nos ilhéus de menor dimensão. Tal como no caso da ilha do Porto Santo as áreas de rocha nua correspondem em grande medida às arribas dos 6 ilhéus existentes no Porto Santo. Apenas para os ilhéus de Baixo ou da Cal e de Cima existem áreas de vegetação natural delimitadas. Este facto está intimamente ligado à maior dimensão destes ilhéus face aos restantes.

7.2. Usos do solo previstos

Os instrumentos de gestão territorial com incidência na área de intervenção correspondem a um conjunto de planos sectoriais com os quais o presente se deve conciliar, a um plano especial de ordenamento do território e, aos planos municipais de ordenamento territorial (PMOT), nomeadamente o Plano Diretor Municipal (PDM) e dois Planos de Urbanização. As propostas destes últimos devem ser analisadas porque traduzem modelos de ordenamento e desenvolvimento assentes em vontades e expectativas municipais com as quais o POC Porto Santo se deverá tentar articular.

No que se refere aos planos sectoriais, as orientações estratégicas que resultam destes instrumentos de gestão territorial foram abordadas nas caracterizações de enquadramento apresentadas no Volume 1.

A existência de um Plano Especial de Ordenamento do Território com incidência na área de intervenção - o Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo [PORAMPPS] assume, assim, uma particular importância uma vez que, em princípio, deverão ser observados os critérios técnicos similares para a restante orla costeira, sempre que possível e justificável, de forma a garantir um equilíbrio sustentável do território e a sua equidade, bem como deverá ser aproveitada a oportunidade para completar ou pormenorizar alguma disposição regulamentar vigente e cuja aplicação não facilite a gestão eficaz da orla costeira.

A análise complementar dos planos municipais de ordenamento do território, em especial do PDM em vigor, emerge como peça fundamental já que, estes 3 PMOT traduzem os respetivos modelos de ordenamento e desenvolvimento municipal.

Em síntese, a análise dos instrumentos de planeamento existentes, respetiva sistematização da informação e avaliação dos dados disponíveis nos planos, circunscritos necessariamente àqueles que se relacionam direta e indiretamente com os objetivos do POC Porto Santo, é uma tarefa fundamental para o desenvolvimento deste plano, uma vez que estes instrumentos traduzem as políticas de desenvolvimento propostas pelas diferentes entidades que acam no território.

O contributo de cada plano dependerá do seu próprio âmbito e abrangência, pelo que o tipo de dados a recolher e as propostas a considerar dependerão do seu carácter.

Assim, far-se-á uma síntese de caracterização dos modelos de desenvolvimento propostos nestes planos que permitirá identificar as estratégias preconizadas, nomeadamente as relacionadas com a transformação dos usos e a organização funcional do território e que contribuirão para a gestão e proteção da orla costeira.

7.2.1 Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo

A Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo foi criada em 2008, através do Decreto Legislativo Regional nº32/2008/M, de 13 de agosto com o objetivo de proteger os recursos marinhos locais e respetivos refúgios associados, a biodiversidade, promover a utilização sustentada do espaço compatibilizando os usos e a defesa dos recursos naturais, aprofundar, promover e divulgar os seus valores naturais, científicos e estéticos e criar e promover uma economia sustentável.

O POGRAMPPS, publicado pelo através da Resolução n.º 1295/2009, de 2 de outubro, é um plano especial de ordenamento do território tendo definido um conjunto de objetivos, veja-se tabela seguinte, que aparentemente são compatíveis com os do POC Porto Santo, garantindo a prossecução de princípios e metas subjacentes à elaboração do POC Porto Santo.

Figura 7.2_ Área de intervenção do plano

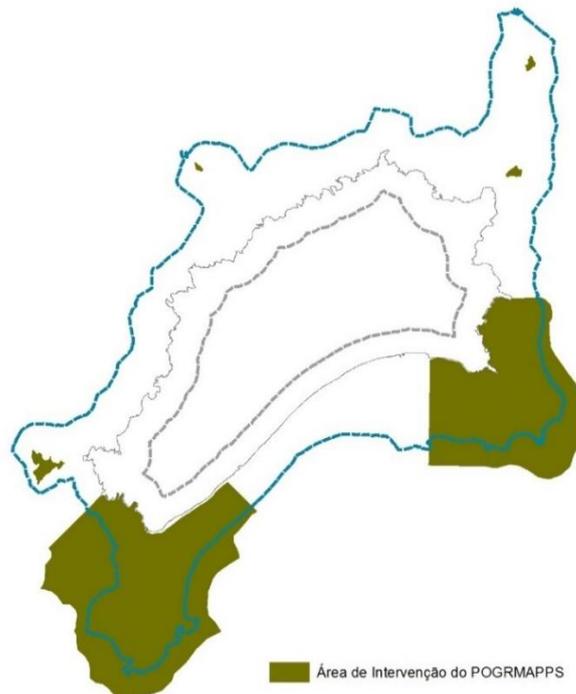


Tabela 7.1_ Objectivos definidos no regulamento do POGRAMPPS

Objetivos gerais	<ul style="list-style-type: none"> a) Assegurar a preservação do equilíbrio ambiental, numa perspetiva de uma correta estratégia de conservação e gestão que permita a concretização dos objetivos que presidiram à classificação desta área como Área Protegida e da área terrestre como SIC; b) Garantir a defesa e valorização do património natural e cultural; c) Fixar o regime de gestão compatível com a proteção e valorização dos recursos naturais e o desenvolvimento das atividades humanas em presença, contribuindo para uma melhoria da qualidade de vida, tendo em consideração os instrumentos de gestão territorial aplicáveis à área
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> a) Proteger os habitats e espécies terrestres e marinhos; b) Manter a sustentabilidade dos recursos naturais; c) Proteger e monitorizar de forma específica as espécies de fauna e flora com valor de conservação mais elevado; d) Salvaguardar os elementos do património Geológico em bom estado de Conservação; e) Promover a investigação científica e o conhecimento dos habitats e espécies presentes; f) Assegurar a divulgação, conhecimento e apreciação da área por parte do público em geral; g) Garantir os mecanismos e condições de controlo dos visitantes e suas atividades para que não colidam com os valores de conservação da área; h) Aumentar o apoio por parte do público em geral e institucional para a conservação da Área Protegida; i) Melhorar as condições de receção e informação dos visitantes; j) Acompanhar e avaliar a implementação e monitorização do Plano.

Fonte: Resolução n.º 1295/2009, de 2 de outubro

O POGRAMPPS estabelece regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais e as ações e atividades a promover na sua área de intervenção, com vista a garantir a conservação da natureza e da biodiversidade, bem como a manutenção e valorização das características das paisagens naturais.

Em termos de uso, ocupação e transformação, a área de intervenção do **POGRAMPPS** é constituída por uma área terrestre de solo rural e por uma área marinha.

O **POGRAMPPS** considera diferentes áreas com proteção distinta:

- a) Área de Proteção Total;
- b) Área de Proteção Parcial Tipo I e II.

Em termos regulamentares, importa evidenciar o conjunto de disposições aplicáveis à área de intervenção do **POGRAMPPS** e cuja articulação com o POC Porto Santo deverá ser evidenciada. Nas tabelas seguintes sistematizam-se as disposições regulamentares mais relevantes, nomeadamente os atos e as atividades a realizar, interditas ou condicionadas e as disposições associadas às áreas naturais.

Tabela 7.2_Disposições regulamentares gerais do POGRAMPPS

<p>Capítulo II</p> <p>Disposições comuns</p>	<p>Artigo 9º_ Atividades a realizar</p> <p>1 - As atividades a realizar na área de intervenção do POGRAMPPS devem estar em consonância com a conservação da natureza, valorização dos valores naturais e culturais existentes e a divulgação e sensibilização ambiental. 2 - Na área de Proteção Total, as atividades a realizar são trabalhos de conservação da natureza e da biodiversidade e valorização dos valores integrados na área, ações de divulgação e sensibilização ambiental, investigação e trabalhos científicos que contribuam para a manutenção do património da área. 3 - Na área de Proteção Parcial Tipo I o uso é condicionado, privilegiando-se as atividades no âmbito da conservação e valorização, ações de divulgação e sensibilização ambiental, estudos e trabalhos científicos e atividades lúdicas e de lazer, assegurando-se sempre a salvaguarda do equilíbrio ambiental. 4 - Na área de Proteção Parcial Tipo II privilegia-se o uso sustentável dos recursos, garantido o desenvolvimento socioeconómico local, assegurando-se sempre a salvaguarda do equilíbrio ambiental. 5 - Na área de intervenção deve ser implementado um sistema de monitorização deste Plano.</p> <p>Artigo 10º_ Atividades interditas</p> <p>Na área de intervenção do Plano, são interditas as seguintes atividades: a) A colheita, corte, captura, abate ou detenção de exemplares de espécies vegetais ou animais, incluindo a destruição de ninhos e a apanha de ovos, bem como a destruição dos seus habitats naturais; b) O despejo de quaisquer detritos sólidos ou líquidos; c) A instalação de condutas de efluentes provenientes de instalações industriais e domésticas; d) A introdução de espécies exóticas ou estranhas ao ambiente; e) A instalação de explorações de inertes e respetiva extração; f) Atividades que potenciem o risco de erosão natural; g) A realização de queimadas ou fogo controlado; h) A destruição ou delapidação de bens culturais; i) Atos que contribuam para a degradação ou destruição do património geológico;</p> <p>Artigo 11º_ Atividades condicionadas</p> <p>Na área de intervenção do Plano, são condicionadas as seguintes atividades: a) A investigação e as atividades científicas que impliquem trabalhos de campo, nomeadamente a recolha de espécies zoológicas, botânicas e amostras geológicas; b) Alterações à morfologia do solo ou do coberto vegetal; c) A realização de quaisquer obras de ampliação ou remodelação para fins de preservação ambiental ou para salvaguarda e divulgação do património com utilidade pública; d) A instalação de quaisquer estruturas, infraestruturas e edificações; e) A prática de atividades desportivas de competição, de atividades recreativas organizadas e de atividades de animação ambiental; f) Prospecção e pesquisa de recursos geológicos e a remoção de substrato; g) A circulação fora dos trilhos e caminhos;</p> <p>Artigo 13.º Tipologias e caracterização</p> <p>O território abrangido pelo POGRAMPPS integra áreas de elevado valor natural, e áreas onde decorrem algumas atividades socioeconómicas. Esta diversidade implica diferentes níveis de proteção e, consequentemente, diferentes atividades e restrições de usos do solo. a) Área de Proteção Total: É uma área de elevado valor ecológico e biofísico, muito sensível às atividades humanas e/ou com fraca capacidade de regeneração, sujeita a proteção absoluta de todos os seus valores naturais. Nesta área pretende-se a salvaguarda e conservação de valores de flora e de fauna e respetivos habitats. Este nível de proteção corresponde aos Ilhéus de Ferro, da Fonte da Areia, de Fora e o das Cenouras, na intenção de se salvaguardar um património natural que se estende desde os aspetos geológicos às espécies de vegetação xerófila, indígenas e endémicas, e considerando também a fauna, nomeadamente as aves marinhas. b) Áreas de proteção parcial: São todas as áreas com valor ecológico, onde as atividades humanas são conciliáveis com os valores patrimoniais, naturais e culturais. Incluem as seguintes classificações: b.1) Área de Proteção Parcial do Tipo I: A Área de Proteção Parcial do Tipo I integra uma área onde a proteção incide sobre alguns dos seus elementos naturais e onde as atividades humanas são condicionadas, de forma a não comprometerem os valores naturais existentes. A área de Proteção Parcial do Tipo I inclui o Ilhéu de Cima e o Ilhéu de Baixo ou da Cal. b.2) Área de Proteção Parcial do Tipo II: A Área de Proteção Parcial do Tipo II corresponde a uma área de habitats naturais marinhos importantes no seu conjunto para a conservação da natureza e da biodiversidade, que devem ser mantidos ou valorizados, a par da promoção do desenvolvimento sustentável. Corresponde à parte marinha da RAMPPS.</p>
<p>Secção II</p> <p>Zonamento</p>	<p>Subsecção I – Área de proteção Total</p> <p>Artigo 15º_ Disposições específicas</p> <p>1 - A proteção total implica a proibição de qualquer atividade humana, à exceção de trabalhos científicos, ações de conservação, atividades de sensibilização e educação ambiental. Nesta área a presença humana só é permitida nas seguintes situações: a) Investigação e divulgação</p>

científica; b) Para monitorização ambiental; c) Ações de conservação da natureza e de salvaguarda dos interesses que levaram à classificação da área; d) Vigilância e fiscalização; e) Situações de risco ou calamidade.

2 - Nas situações referentes às alíneas a, b, c, e d do número anterior do presente artigo, a presença humana só é permitida mediante autorização prévia da entidade gestora

Subsecção II – Área de proteção Parcial

Artigo 16º e 17º_ Disposições específicas

A Área de Proteção Parcial do Tipo I impõe um controle das atividades a desenvolver, privilegiando-se a realização trabalhos científicos, ações de conservação, atividades de sensibilização e educação ambiental e outras atividades, lúdicas e de lazer, devidamente autorizadas pela entidade gestora, que não prejudiquem os valores locais e o equilíbrio do ecossistema.

Nas Áreas de Proteção Parcial do Tipo II - Na parte marinha, para além daqueles cuja interdição decorre da legislação específica e sem prejuízo das disposições específicas previstas para as áreas sujeitas a regimes de proteção, são interditos os seguintes atos e atividades: a) O exercício da pesca para fins comerciais, exceto a captura de isco vivo destinado à pesca de tunídeos, bem como outras condições fixadas nos termos do disposto no n.º2 do artigo 7.º do Decreto Legislativo Regional n.º 32/2008/M, de 13 de Agosto; b) A apanha de lapa e caramujo de mergulho; c) O despejo de quaisquer detritos sólidos ou líquidos; d) A instalação de condutas de efluentes provenientes de instalações industriais e domésticas; e) Toda e qualquer atividade de pesca na área circundante ao Ilhéu de Cima.

Sem prejuízo dos pareceres, das autorizações ou das aprovações legalmente exigíveis, em toda a área marinha da Área Protegida ficam sujeitos a autorização da entidade gestora, os seguintes atos e atividades: a) A pesca marítima sem fins comerciais ou lúdica; b) A apanha da lapa e caramujo no calhau; c) O mergulho de escafandro; d) A caça submarina; e) As atividades marítimo-turísticas, desde que estas não ponham em risco a proteção da Área Protegida; f) As atividades náuticas.

Fonte: Fonte: Resolução n.º 1295/2009, de 2 de outubro

7.2.2 Planos Municipais de Ordenamento do Território

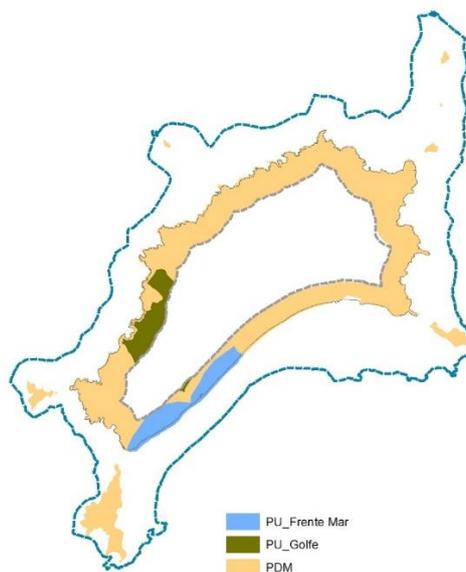
O quadro seguinte constitui uma síntese dos instrumentos municipais de gestão territorial aplicáveis à área de intervenção do Plano.

Tabela 7.3_PMOT em vigor na área do POCPS

Instrumento	Publicação
PDM	Resolução nº 856/99, de 16 de junho
PU Golfe Resort do Porto Santo	Resolução nº 1438/2009, de 4 de dezembro
PU Frente Mar Campo de Baixo / Ponta da Calheta	Resolução nº 228/2012

A seguinte figura representa a incidência espacial dos PMOT na área de intervenção.

Figura 7.3_Incidência espacial dos planos municipais de ordenamento do território na área de intervenção



O PDM do Porto Santo aprovado pela Resolução da Presidência do Governo n. 856/99, de 16 de junho, e alterado em 2010 e 2012, por adaptação aos dois Planos de Urbanização define o modelo de ordenamento de todo o território municipal, exceto nas áreas objeto de Plano de Urbanização.

O PU do Golfe Resort do Porto Santo (PUGRPS), ratificado pela Resolução n.º 1438/2009, de 4 de dezembro, abrange uma área de cerca de 400ha localizada na parte ocidental do concelho, abrangendo quase exclusivamente solo rural do PDM.

O PU da Frente de Mar Campo de Baixo/Calheta (PUFMCBC), ratificado pela Resolução 228/2012, de 5 de abril, abrange uma área de 189ha localizada na parte sudoeste do concelho, incluindo solo urbano (áreas urbanas de expansão e colmatagem e áreas urbanas a reabilitar) e espaços naturais (uso recreativo – praia), para além da faixa objeto de POC.

A sistematização que se apresenta no Desenho 02 do Volume Anexo constitui uma forma simplificada de representar as propostas dos PMOT, pois agrega algumas classes ou categorias, visando caracterizar o território segundo o estatuto básico do solo.

Assim, no Desenho 02 são sistematizados os seguintes usos dominantes definidos na tabela seguinte, de acordo com o PDM e PU em vigor para a área de intervenção do POC Porto Santo.

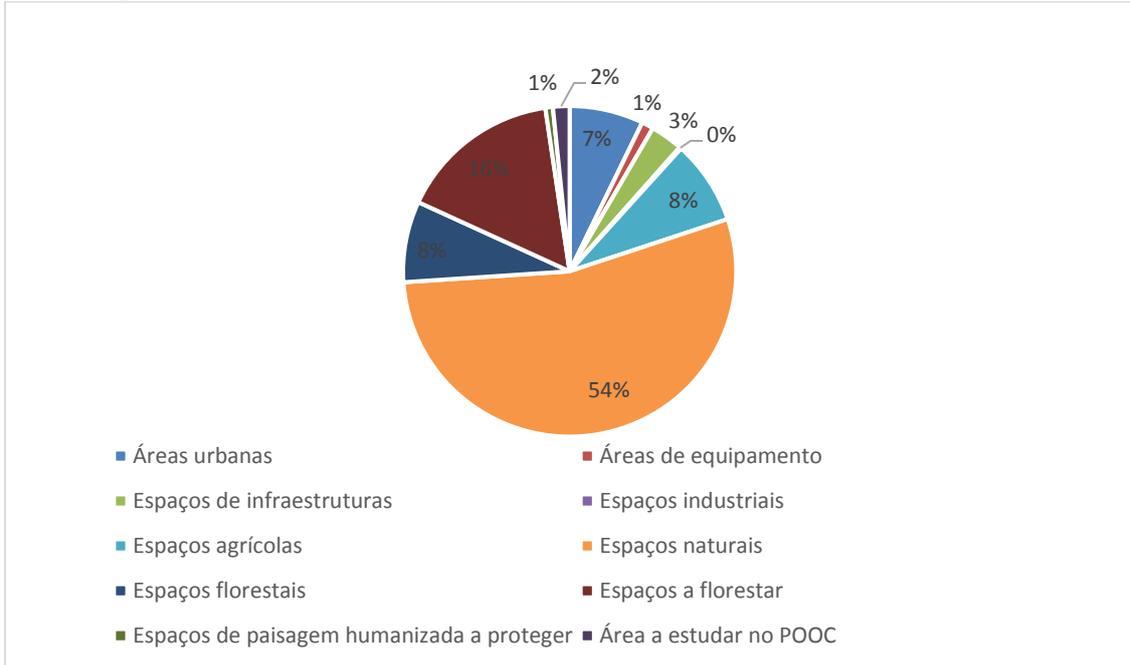
Tabela 7.4 _ Fontes de informação para a construção da planta de ordenamento

SOLO URBANO
Espaços Urbanos e Espaços urbanizáveis (existentes e propostos):
Informação do PDM em vigor, exceto nas áreas abrangidas pelos PU onde a informação foi retirada dos respetivos planos;
Espaços Turísticos
Informação do PDM em vigor, exceto nas áreas abrangidas pelos PU onde a informação foi retirada dos respetivos planos;
Espaços Industriais
Informação retirada dos PDM;
SOLO RURAL
Espaços Agrícolas
Informação retirada do PDM, exceto nas áreas abrangidas pelos PU onde a informação foi retirada dos respetivos planos;
Espaços Florestais
Informação retirada dos PDM em vigor;
Espaços a florestar
Informação retirada dos PDM em vigor;
Espaços Naturais
Informação retirada do PDM em vigor;
Espaços Culturais
Informação retirada do PU_Frente Mar;

O gráfico seguinte representa a distribuição dos usos previstos no PDM para a área de intervenção do POC Porto Santo, excluindo as áreas de incidência dos dois PU em vigor, de acordo com a sistematização efetuada. Verifica-se que cerca 55% do território está afeto ao uso natural, sendo a segunda classe mais representativa a classe Espaços a florestar que corresponde a cerca de cerca de 15%. Considerando esta classe em conjunto com os Espaços Florestais este conjunto representa cerca de 24% do território. A ocupação urbana corresponde a cerca de 11 % englobando as áreas urbanas juntamente com as de equipamentos, industriais e de infraestruturas. As Áreas urbanas só por si correspondem apenas a 7% da área.

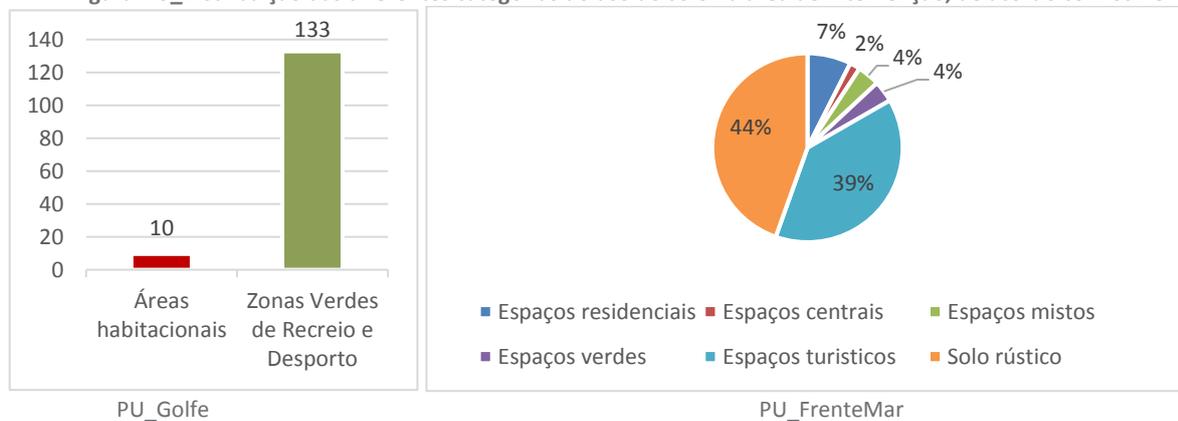
Salienta-se a existência de uma área de cerca de 100ha (dos quais cerca de 70ha estão inseridos na área do PU Frente de Mar) correspondente à faixa urbana litoral, que constitui um “vazio” regulamentar a nível do PDM uma vez que este remete para a elaboração de um POOC. Esta área está significativamente ocupada.

Figura 7.4_Distribuição das diferentes categorias do uso do solo na área de intervenção, de acordo com o PDM



Os seguintes gráficos representam a distribuição das diferentes classes de espaço nos dois PU que têm incidência na área de intervenção do POC Porto Santo.

Figura 7.5_Distribuição das diferentes categorias do uso do solo na área de intervenção, de acordo com os PU



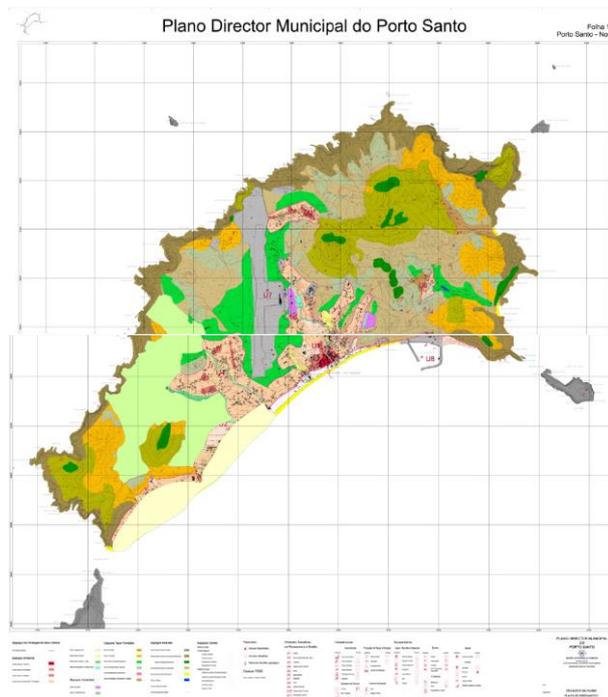
Apesar da área de intervenção destes dois planos ser na sua origem de grandezas muito diferentes, no que diz respeito à sua incidência na área de intervenção do POC elas são da mesma ordem de grandeza. O PU do Golfe possui uma área total muito superior, mas apenas uma pequena parte do PU se encontra em área de POC (cerca de 143 ha). No caso do PU Frente de Mar toda a área de intervenção encontra-se na área do POC Porto Santo.

No que se refere ao PU Frente de Mar, e com a agregação que foi produzida para esta análise, é possível perceber que cerca de 41% do território é considerado como solo rústico, dizendo respeito a uma faixa ao longo do litoral, que inclui os areais e uma classe de Espaço Cultural que corresponde à zona dunar e campos adjacentes. Os espaços turísticos correspondem a cerca de 35% da área de intervenção e correspondem a um conjunto de polígonos adjacentes ao solo rústico e que se estendem ao longo da Estrada regional.

O PU do Golfe Resort possui uma área de intervenção bastante extensa, mas na área de intervenção do POC a sua extensão é muito mais diminuta sendo inclusivamente inferior ao PU Frente de Mar. A área que coincide com o POC corresponde fundamentalmente à zona noroeste do PU e é claramente dominado pela classe Zonas Verdes de Recreio e Desporto, que representam cerca de 93% da área incluída no POC. As restantes áreas dizem respeito a áreas de colmatagem urbana (pequenas áreas) e de áreas habitacionais (de edificação programada).

Seguidamente, apresenta-se, por plano, uma síntese regulamentar associada às diferentes classes de espaço previstas nos PMOT e respetivas condicionantes (Desenho 03 do Volume 2_Anexo). Deste modo, apresentam-se tabelas com uma síntese do principal conteúdo normativo definido nos PMOT, circunscrito aos usos e condicionantes previstos para a área de intervenção do POC Porto Santo

Tabela 7.5_Síntese regulamentar do PDM do Porto Santo



ESPAÇOS URBANOS

Caracterizam-se pelo elevado nível de infraestruturização, existente ou previsto, pelos equipamentos e densidade populacional que possuem, ou a prever e onde o solo se destina predominantemente à edificação. Integram os seguintes espaços: áreas urbanas consolidadas, a preservar, a reabilitar, de expansão e colmatagem, espaços verdes urbanos, espaços industriais, as áreas de equipamentos e os espaços naturais em meio urbano.

Para todas as subclasses são de cumprimento obrigatório o RGEU e a Portaria Regional 9/95. No caso dos empreendimentos turísticos os novos empreendimentos a licenciar não devem ter classificação inferior a 4 estrelas e capacidade superior a 100 quartos. O PDM define afastamentos mínimos a cumprir por todas as subclasses.

Admite-se a ocupação de áreas livres em loteamentos, desde que inseridos na malha viária existente e novas construções na continuidade do tecido edificado ou por substituição de edificações sujeitas a demolição. A organização interna e o regime de edificabilidade nestes espaços serão estabelecidos por PMOT.

São definidas 6 unidades operativas de planeamento e gestão em meio urbano sendo definidos parâmetros específicos para cada uma delas: U1 -Cidade, U2 - Campo de Baixo/Espirito Santo, U3 - Camacha, U4 - Lapeira/Campo de Cima, U5 - Ponta e U6 - Serra de Fora. É definida a necessidade de realizar um Plano de Urbanização ou de Pormenor para cada uma destas áreas.

ESPAÇOS AGRO-FLORESTAIS

Correspondem às áreas com características adequadas à agricultura, pecuária e às áreas onde predomina a floresta, sendo estas áreas fundamentais para a defesa dos solos contra os riscos de erosão e para a preservação do regime hidrológico da ilha.

Subdividem-se em 7 tipos: Florestais, a florestar, zonas de boa capacidade agrícola, zonas complementares agrícolas, zonas residenciais em meio rural, zona de paisagem humanizada a proteger e zonas de habitação dispersa.

Define a necessidade de a fixação da população rural ser associada a incentivos ao aproveitamento agrícola ou florestal, que permita não deteriorar as condições de proteção dos solos, sendo proibidos usos que diminuam essa mesma potencialidade.

Nas zonas de boa capacidade agrícola os restantes usos são proibidos ou fortemente restringidos. Nas zonas florestais e a florestar a edificabilidade é interdita para além dos apoios às explorações.

Nas zonas de paisagem humanizada são permitidos diferentes usos desde a habitação ao turismo e recreio, só sendo permitidas obras de renovação, restauro e ampliação, mantendo-se as características construtivas e até a um máximo de 30% sobre a área previamente edificada, até um máximo de 150m² e não podendo ultrapassar os 20% de impermeabilização do prédio rústico.

ESPAÇOS NATURAIS

Abrangem a estrutura biofísica fundamental que assegura o funcionamento ecológico do território. Subdividem-se em zonas naturais de uso interdito, naturais de uso fortemente condicionando, de uso condicionado e zonas naturais de uso recreativo.

As atividades agrosilvopastoris e a instalação de equipamentos turístico-recreativo devem minimizar as alterações que ponham em risco o equilíbrio ecológico da zona. Define a necessidade de planos de salvaguarda para as áreas com reconhecidos valores científicos, com o intuito de compatibilizar os usos previstos com a proteção dos valores.

Nas zonas de uso interdito e fortemente condicionando apenas as atividades de conservação da natureza devem ser realizadas assim como usos de recreio e lazer em percursos claramente delimitados.

Nas zonas naturais de uso condicionado é incentivada a silvicultura e os usos agrícolas tradicionais ficando sujeitos a estudos de impacto ambiental as intervenções superiores a 5 ha.

Salienta-se a indicação que nas zonas naturais de uso recreativo a definição da utilização destes espaços está condicionada ao que vier a ser definido no POC.

ÁREAS DE EQUIPAMENTO ESTRUTURANTE

Áreas cuja ocupação, uso e transformação são condicionados não definindo espaços específicos e sobrepondo-se às classes existentes. Integram estas áreas: zona de indústria fora do perímetro urbano, aterro sanitário, centro de processamento de resíduos, aeroporto, uso turístico e de lazer, exploração e processamento de inertes, porto e áreas de indústria pecuária.

Destacam-se nestas áreas um conjunto de infraestruturas de grande dimensão que carecem de áreas próprias para o seu desenvolvimento, tais como as infraestruturas de transporte, processamento de resíduos, entre outras.

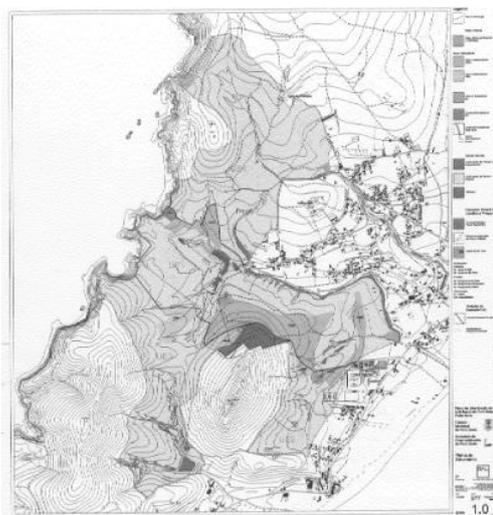
Salienta-se a definição de uma subclasse denominada uso turístico e de lazer, cujos equipamentos que estão dependentes da aprovação dos mesmos pelo POC e as edificações de turismo rural necessitam cumprir um conjunto de parâmetros de edificabilidade máxima definidos no regulamento do PDM.

No caso das áreas de extração de inertes, estas áreas estão definidas na planta de ordenamento e possuem zonas de defesa com afastamentos definidos no regulamento. São definidas normas para a exploração e recuperação destas áreas após o término da sua exploração vincando a necessidade de tratamento paisagístico das mesmas. No PDM havia um compromisso de realização de um estudo que definisse a capacidade de carga da ilha no que se refere a explorações de inertes e até à sua execução não são permitidos aumentos de áreas de explorações existentes nem criação de novas áreas.

CONDICIONANTES

- > Áreas protegidas:
- > Proposta de RAR
- > Proposta de RER
- > Rede Rodoviária Regional de 2º e 3º nível
- > Porto comercial
- > Picos e miradouros
- > Centro de tratamento de resíduos
- > Aterro sanitário
- > Instalações militares
- > Servidões aeronáuticas
- > Espaços de ocupação militar

Tabela 7.6_Síntese Regulamentar do PU Golfe Resort do Porto Santo



ÁREAS HABITACIONAIS

Destinam-se quer ao uso habitacional permanente ou temporário, em Alojamento Unifamiliar, Alojamento Coletivo ou Alojamento Hoteleiro.

As áreas habitacionais dividem-se em áreas de baixa densidade e de média densidade.

Nas áreas de Baixa densidade o índice de construção é 0,3. Nas áreas de média densidade o Ic é de 0,4.

Nas áreas habitacionais de baixa densidade as obras de construção em lote legalmente constituído, ficam sujeitas aos seguintes indicadores e parâmetros urbanístico: Ii líquido máximo - 0,4; Ic líquido máximo - 0,45; Impermeabilização máxima de logradouros. 25%; Tipologia de ocupação de lotes admitidas - Moradia isolada e geminada; Nº máximo de fogos por lote - 1; nº máximo e pisos - 2; As áreas habitacionais de sótão respeitam o RGEU e são contabilizadas para o Ic; Os afastamentos mínimos das construções isoladas ou geminadas, aos limites do lote são: frontal - 3m; lateral - 3m e de tardoz - 5m

Nas áreas habitacionais de média densidade as tipologias de ocupação do lote admitidas são: moradias isoladas, moradias agrupadas, edifícios de habitação coletiva e outras tipologias de ocupação turística com os seguintes parâmetros urbanísticos: Ii máximo - 0,4; Ic líquido máximo - edifícios de habitação coletiva - 0,5 - nas outras tipologias os parâmetros de Ic líquido máximo são iguais aos da Baixa densidade; Nº máximo de pisos acima da cota de soleira é de 3, ocupando o piso superior o máximo de 50% da área de implantação

Nas áreas de média densidade a serem ocupadas por empreendimentos turísticos são observados os mesmos parâmetros associados a edifícios coletivos de habitação complementados por: nos estabelecimentos hoteleiros, as caves para áreas técnicas, serviço e estacionamento não são contabilizadas para Ic; O estacionamento para unidades hoteleiras deve considerar 1 lugar por cada 5 quartos; Estacionamento privativo - 1 lugar por cada unidade de alojamento e 2 lugares por cada unidade de alojamento do tipo moradia

ZONAS VERDES DE RECREIO E DESPORTO

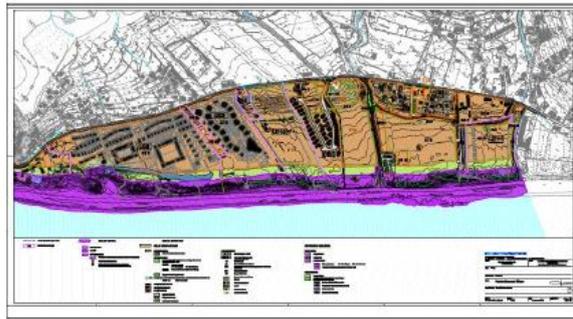
São zonas predominantemente destinadas a utilização pública ou privada pela população, integrando equipamentos e infraestruturas de apoio a esse fim. Dividem-se em Campos de Golfe, Áreas para convívio e recreio nas zonas habitacionais.

É permitida a construção de infraestruturas e de edifícios para equipamentos de apoio ao recreio e lazer desde que se mantenham as características dominantes de zona verde. Enquanto não afetas aos usos previstos estas zonas poderão ter uso florestal ou agrícola.

CONDICIONANTES

- > Domínio público hídrico;
- > Domínio público marítimo;
- > Rede viária;
- > Telecomunicações;
- > Património Natural e Cultural;

Tabela 7.7_ Síntese Regulamentar do PU Frente de Mar



SOLO URBANIZADO

O solo urbanizado é constituído pelas seguintes categorias funcionais: a) Espaço cultural; b) Espaços verdes; c) Espaços de património etnográfico e arquitetónico; d) Espaços residenciais; e) Espaços turísticos; f) Espaços mistos; g) Espaços de infraestruturas.

O espaço cultural urbanizado é constituído por uma faixa de salvaguarda do sistema dunar que é uma área “non aedificandi”. No espaço cultural urbanizado é admitida a instalação dos seguintes equipamentos de uso turístico em construções ligeiras, sobrelevadas e em madeira, desde que integradas em estabelecimentos hoteleiros ou conjuntos turísticos e de acordo com as seguintes regras: a) Índice de utilização do solo máximo - 0,03 do espaço cultural; b) A superfície total de pavimento resultante da aplicação do índice referido na alínea anterior deduz da superfície total de pavimento do empreendimento confinante em que está integrado; c) A superfície total de pavimento máxima do módulo de madeira admitida é de 150 m²; d) Os módulos de construção devem ser afastados entre si no mínimo de 4,5 metros; e) Os módulos podem articular-se entre si por passagens ligeiras cobertas, que contam para o índice de utilização referido na alínea a) exceto quando sejam abertas lateralmente; f) Os acessos e os decks de articulação dos módulos bem como os decks que sustentam as construções são sobrelevados com um mínimo de um metro de altura em relação ao espaço natural da duna, e construídos em madeira; g) Número máximo de pisos - 1; h) Altura máxima da fachada - 4,5 metros.

Os espaços verdes urbanizados são constituídos pelas seguintes subcategorias: a) Corredores de ativação ecológica, designados por CAE 5 e 6; b) Verdes de enquadramento. Os CAE integram as ribeiras existentes e estão sujeitos às seguintes regras de intervenção, mediante a prévia elaboração de projeto de drenagem e paisagismo: a) É interdita qualquer ocupação edificada ou a impermeabilização do solo; b) É permitido o estabelecimento de percurso pedonal ou ciclável em pavimento permeável, em cada espaço; c) É permitida a instalação de pontes ou passadiços em madeira que facilitem a acessibilidade; d) O projeto de drenagem e paisagismo deve ser efetuado de acordo com os critérios estabelecidos nos Anexos II e III ao presente regulamento. A execução do projeto de drenagem e paisagismo referido no número anterior e a realização da correspondente obra constituem encargo dos proprietários confinantes nos seguintes termos: a) CAE 5 - do promotor do ET5; b) CAE 6 - do promotor da UE 11. Os espaços verdes de enquadramento estão sujeitos às seguintes regras, mediante a elaboração de prévio projeto de paisagismo: a) É interdita qualquer ocupação edificada ou a impermeabilização do solo; b) É permitida a utilização de revestimento do solo em materiais inertes soltos, orgânicos ou inorgânicos, desde que inócuos para o solo e com características ornamentais; c) O projeto de paisagismo deve ser efetuado de acordo com os critérios estabelecidos no Anexo III ao presente regulamento.

Os espaços de património etnográfico e arquitetónico a conservar, são constituídos por eira (EPC11) e por forno de cal (EPC12) e estão sujeitos às seguintes regras: a) Devem integrar o Plano Estratégico de Salvaguarda Patrimonial (PESP) a elaborar pelo Município; b) Até à elaboração do PESP, não é possível a intervenção nestes espaços sem o acompanhamento de um arqueólogo; c) Estes espaços devem ser recuperados na perspetiva da sua valorização social e integrados nos projetos de desenho urbano/paisagístico dos locais onde se inserem.

Os espaços residenciais definem 11 áreas diferentes possuindo diferentes parâmetros para cada uma destas áreas, mas todas elas só permitindo o uso residencial.

Os espaços turísticos dividem-se em 7 espaços diferenciados com parâmetros próprios para cada um deles e são espaços com usos predominantemente turísticos, mas que em alguns casos poderão possuir também usos residenciais, de saúde, desportivos, entre outros.

Nos espaços mistos são permitidos diferentes usos devido à matriz diversificada das áreas em que se insere, nomeadamente uso residencial, turístico, cultural, de equipamentos, entre outros. São identificados 3 espaços diferentes para os quais são definidos um conjunto de parâmetros próprios.

São ainda definidos um conjunto de espaços de infraestruturas que se dividem em áreas de rede viária, parques de estacionamento públicos e redes de abastecimento de água, de saneamento, de eletricidade e de telecomunicações. No caso dos parques de estacionamento indicam a necessidade de reformulação e ampliação.

SOLO URBANIZÁVEL

O solo urbanizável é constituído pelas seguintes categorias funcionais: a) Espaço cultural; b) Espaços verdes; c) Espaços de património etnográfico e arquitetónico; d) Espaços residenciais; e) Espaços turísticos; f) Espaços mistos; g) Espaços centrais e h) Espaços de infraestruturas.

O espaço cultural urbanizável é constituído por uma faixa de salvaguarda do sistema dunar que é uma área “non aedificandi”. As disposições de regulamento que vigoram neste espaço são as mesmas que para os espaços culturais urbanizados.

Os espaços verdes urbanizáveis são constituídos pelas seguintes subcategorias: a) Corredores de ativação ecológica, designados por CAE 1, 2, 3 e 4; b) Verdes de enquadramento. Os CAE 1, 3 e 4 são áreas transversais entre a zona dunar e a Estrada Regional 120, que permitem o fluxo genético e a manutenção a longo prazo das comunidades vegetais e animais bem como a manutenção das características paisagísticas desta zona constituindo, ainda, importantes corredores de drenagem de águas pluviais. As regras para a sua utilização são semelhantes às dos CAE urbanizados.

Os espaços de património etnográfico e arquitetónico são de dois tipos: a reabilitar e a conservar,

O espaço de património etnográfico e arquitetónico a reabilitar (EPR) é constituído por um conjunto edificado tradicional, composto por casa, eira e tanque, devendo ser reabilitado do ponto de vista arquitetónico e paisagístico, de acordo com as regras definidas, permitindo-se a sua utilização para usos culturais e ou de restauração, a realização de obras de beneficiação, conservação, consolidação e de reabilitação e de ampliação sem descaracterização das construções existentes, definidas por um conjunto de parâmetros.

Os espaços de património etnográfico e arquitetónico a conservar (EPC) são constituídos por noras ou poços ou fornos ou moinhos ou por um edifício, designado por EPC 10 na planta de zonamento/síntese. Devem integrar o Plano Estratégico de Salvaguarda Patrimonial (PESP) a elaborar pelo Município e até à elaboração do PESP, não é possível a intervenção nestes espaços sem o acompanhamento de um arqueólogo, devendo posteriormente ser recuperados na perspetiva da sua valorização social e, com exceção do edifício existente, devem ser integrados nos projetos de desenho urbano/paisagístico dos locais onde se inserem.

Os espaços residenciais definem 4 áreas diferentes possuindo diferentes parâmetros para cada uma destas áreas, mas todas elas só permitindo o uso residencial.

Os espaços turísticos dividem-se em 8 espaços diferenciados com parâmetros próprios para cada um deles e são espaços com usos predominantemente turísticos em que apenas num deles é permitido também usos residenciais. Destaca-se a necessidade dos projetos paisagísticos têm que integrar um plano de valorização das dunas correspondente ao espaço cultural adjacente, aprovado pelas entidades da Administração Regional de tutela do Ambiente e do Litoral, em conformidade com o disposto no regulamento.

Nos espaços mistos são permitidos diferentes usos devido à matriz diversificada das áreas em que se insere, nomeadamente uso residencial, turístico, cultural, de equipamentos, entre outros. São identificados 2 espaços diferentes para os quais são definidos um conjunto de parâmetros próprios.

Os espaços centrais caracterizam-se por se destinarem predominantemente a comércio e serviços de apoio aos espaços turísticos e residenciais envolventes. São definidos 4 espaços diferentes e a componente comercial tem que representar no mínimo 65% da ocupação. São permitidos usos turísticos até 35% da área de cada espaço central.

São ainda definidos um conjunto de espaços de infraestruturas que se dividem em áreas de rede viária, parques de estacionamento públicos e redes de abastecimento de água, de saneamento, de eletricidade e de telecomunicações. No caso dos parques de estacionamento indicam a necessidade de reformulação de um parque e a construção de 2 novos parques de estacionamento, referindo a necessidade de estes novos espaços constituírem espaços permeáveis e arborizados.

No solo urbanizável, para todas as construções, independentemente do uso, é obrigatória a construção de cisternas, individuais ou coletivas, para o aproveitamento das águas pluviais.

SOLO RURAL

O solo rural é constituído pelos seguintes espaços: a) Espaços de areal; b) Espaços de lajedo; c) Espaço cultural; d) Espaço de miradouro.

O espaço de areal e o espaço de lajedo são áreas “non aedificandi” que devem ser mantidas. A manutenção e gestão destes espaços são da responsabilidade das entidades públicas que detêm a tutela sobre os mesmos. Nestes espaços é proibida qualquer ocupação edificada ou a impermeabilização do solo, sendo obrigatório: a) O cumprimento do quadro normativo e regras de gestão constantes do Decreto Legislativo Regional n.º 32/2008/M, de 13 de agosto, que criou a Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo (RAMPPS) e consagra o respetivo regime jurídico; b) A manutenção das formações geológicas preexistentes para salvaguarda do areal.

O espaço cultural rural é constituído por uma faixa de salvaguarda do sistema dunar que é uma área “non aedificandi” sem prejuízo do disposto nos números seguintes. Todas as intervenções urbanísticas a realizar no espaço cultural rural estão sujeitas a prévia licença da entidade responsável nos termos do disposto na legislação em vigor. A manutenção e gestão do espaço cultural rural deve realizar-se de acordo com um plano de valorização das dunas a elaborar conjuntamente pelas entidades da Administração Regional competentes e pelos proprietários e/ou promotores das áreas integradas neste espaço.

As construções preexistentes no espaço cultural do solo rural, assinaladas na planta de zonamento/síntese, podem ser objeto das obras seguidamente indicadas, em função dos usos a que estão afetas: a) Residência, estabelecimentos hoteleiros, estabelecimentos de restauração e bebidas e equipamentos - obras de beneficiação, de conservação, de consolidação, de demolição e de reabilitação; b) Órgãos de infraestruturas - obras de beneficiação, conservação, alteração, ampliação, estas últimas desde que se revele indispensável ao seu bom funcionamento, e de construção; c) Estacionamento público - obras de beneficiação, de conservação e obras de alteração.

São admitidas a instalação das seguintes construções ligeiras amovíveis, sobrelevadas e em madeira: a) Acessos pedonais públicos ao areal; b) Acessos pedonais privados ao areal, que sirvam de apoio a estabelecimentos hoteleiros, conjuntos e aldeamentos turísticos; c) Acessos de emergência de interesse público; d) Apoios para o ordenamento balnear das praias, associados aos pontos de acesso públicos e privados, cuja referência em planta de zonamento/síntese é indicativa no tocante à sua localização.

É interdita a colocação de qualquer tipo de vedação. É interdita a substituição de sebes vivas e/ou paliçadas tradicionais em canas por outros materiais. É interdito o arranque de exemplares da vinha existente e da comunidade de *Phagnalon lowei*. É interdita a plantação de espécies vegetais exóticas, sendo apenas permitida a plantação de espécies indígenas da vegetação do litoral e ruderal.

O espaço de miradouro é constituído pelo Miradouro da Ponta da Calheta, que deve ser objeto de um projeto de conjunto de requalificação urbanística, sujeito aos seguintes parâmetros: a) Mobilidade predominantemente pedonal; b) Atravessamento de veículos eventual e em espaço assinalado; c) É permitida a construção de um apoio destinada a instalações sanitárias públicas e cafetaria, com a área máxima de 100 m²; d) É permitido o acesso de veículo motorizado de socorro ao areal.

PATRIMÓNIO GEOLÓGICO

Em parcelas de área superior a 2 ha, qualquer intervenção deve ser acompanhada por um especialista na área da geociência ou da geo engenharia com o objetivo de selecionar exemplares de formação geológica de interesse científico e cultural para investigação ou musealização que pode ser implantada “in situ”.

O depósito de materiais, identificado na planta de zonamento/síntese, não pode ser removido, coberto, enterrado ou transportado para vazadouro, sem ser acompanhado por um especialista na área da geociência ou da geo engenharia, no sentido de assegurar a sua melhor aplicação, devendo ser musealizado “in situ” nos terrenos de onde foi extraído ou em terrenos envolventes de contexto geológico idêntico.

CONDICIONANTES

i) Domínio hídrico marítimo; ii) Domínio hídrico fluvial; b) Rede viária: i) Rede rodoviária regional; ii) Rede rodoviária municipal; c) Rede de águas; d) Rede de esgotos: i) Estações elevatórias; ii) Coletores; e) Servidão aeronáutica; f) Feixe hertziano; g) Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo.

7.3. Paisagem

A paisagem de Porto Santo distingue-se totalmente das restantes paisagens madeirenses, destacando-se a sua tonalidade mais amarela que levaram à designação desta ilha como a Ilha Dourada.

Com um relevo muito menos acentuado que a ilha da Madeira, e atingindo altitudes muito mais baixas, a paisagem do Porto Santo é marcada ainda assim pelos seus Picos, que correspondem a afloramentos rochosos que constituem núcleos de maior resistência à erosão.

Porto Santo possui uma diversidade de paisagens litorais dividida entre uma costa sul com extensos areais e dunas e uma costa norte com elevadas arribas recortadas com alguns areais encaixados na base das arribas.

Um dos aspetos que mais diferencia este território de outros territórios insulares é o seu importante património geológico, constituído por uma elevada variedade de formações geológicas. Esta diversidade, presente ao longo de toda a costa e ilhéus, permitem a composição de paisagens costeiras diversificadas quer ao nível do recorte da costa, textura, aspeto cromático ou altura das suas formações.

Porto Santo possui uma rede de percursos pedestres que permite uma fruição de todo o seu território desde as cotas mais altas até ao litoral. A existência de uma rede de miradouros principalmente localizados sobre o litoral a partir dos quais se consegue obter uma perspetiva detalhada sobre a riqueza e diversidade paisagística da ilha constitui um importante recurso turístico do concelho.

Não é do conhecimento da equipa do programa nenhum estudo ou publicação que desenvolva a temática das unidades de paisagem para o Porto Santo. Apesar desta contrariedade é possível identificar diferentes troços de paisagens com alguma homogeneidade que poderão ser consideradas unidades de paisagem, especialmente no que se refere ao litoral do Porto Santo.

Assim, tal como referido anteriormente, podem considerar-se três macrounidades de paisagem no litoral do Porto Santo: a costa sul arenosa, a restante zona costeira e os ilhéus.

Cada uma delas possuem diferentes formas de paisagem, associadas, no caso da costa sul, ao diferente grau de urbanização da mesma e, no caso da restante zona costeira, principalmente às diferentes formações geológicas que caracterizam este troço costeiro, assim como a algumas utilizações rurais do mesmo, florestações, entre outras, já que o grau de urbanização é praticamente nulo.

Para além das três unidades de paisagem referidas importa destacar um conjunto de elementos singulares que integram as unidades de paisagem, mas que, pela raridade e originalidade das suas paisagens merecem ser destacadas da envolvente.

Importa referir que estas unidades de paisagem, entendidas como paisagens identitárias e de diferenciação do Porto Santo, permitem enquadrar os troços morfológicos identificados nos capítulos anteriores, verificando-se uma sintonia entre as unidades de paisagem identificadas e os troços litorais.

Assim definiram-se três macrounidades de paisagem:

- Ilhéus – conjunto de 6 ilhéus, de dimensão variada, cada um com as suas particularidades e especificidades, mas o conjunto de ilhéus que circunda Porto Santo confere uma envolvente particular ao litoral do Porto Santo porque há praticamente sempre uma referência visual aos ilhéus de todos os pontos do litoral.
- Litoral Sul – marcado pelo extenso areal contínuo que por oposição ao litoral norte confere uma noção de área com relevos mais suaves e funcionando como uma baía abrigada. Os

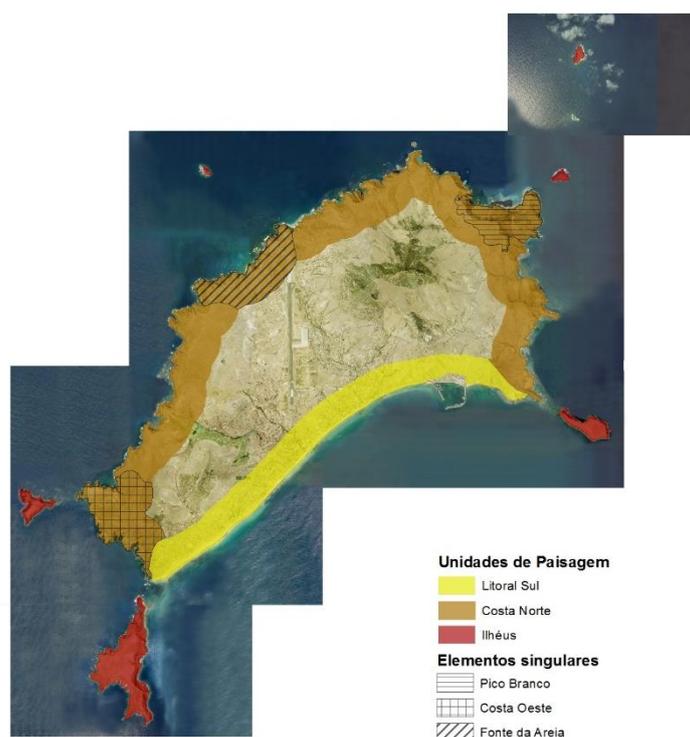
diferentes graus de urbanização da extensão do litoral permitem dividir troços mais ou menos artificializados, mas a leitura de conjunto sobressai face às particularidades de cada um dos troços.

- Costa Norte – um litoral de arriba com alturas variadas, com um relevo muito recortado e pouco vegetalizado conferindo uma sensação de ambiente agreste.

Os elementos singulares identificados no litoral do Porto Santo são os seguintes:

- Pico Branco – constitui um relevo particular na costa leste do Porto Santo atingindo altitudes de 450 m e possui um relevo fortemente erosionados. Possui algumas das manchas de vegetação autóctone mais importantes da ilha e constitui um importante refúgio para a nidificação das aves, nomeadamente de rapina e algumas espécies marinhas.
- Fonte da Areia – formação geológica completamente diferente de todo o contexto da ilha, com grandes áreas de arenitos fortemente erosionados pelo vento e associado a áreas de areais pouco vegetalizados.
- Costa Sudoeste – troço do litoral de arriba de particular beleza pela diversidade de formações geológicas que possui conferindo ao litoral uma diversidade de tonalidades e formas muito particular. A arborização existente no topo da arriba também ajuda a distinguir este troço de costa da restante costa norte.

Figura 7.6_Unidades de paisagem do litoral da ilha do Porto Santo



Com base nas caracterizações efetuadas, importa referir ao nível da paisagem as dimensões, que evidenciam especificidades deste espaço territorial litoral, nomeadamente:

- As áreas protegidas e outros aspetos associados à conservação da natureza;
- As degradações ambientais;
- As tendências de evolução da utilização e transformação do solo, resultantes da análise comparativa entre a ocupação atual, a prevista nos PMOT e as condicionantes e restrições existentes à utilização do solo.

7.3.1 Áreas protegidas e conservação da natureza

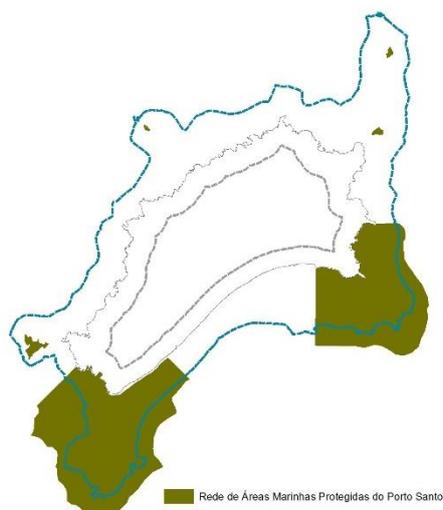
Porto Santo possui uma elevada riqueza em termos de património natural a que correspondem paisagens com elevado valor. Possui diversos estatutos de proteção com especial destaque para os seus ilhéus e áreas marinhas envolventes:

Áreas protegidas de escala regional e europeia (Rede Natura 2000):

- Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo
- Zona Especial de Conservação (ZEC) dos Ilhéus do Porto Santo
- ZEC Pico Branco – Porto Santo

A legislação em vigor permitiu a existência de vários tipos de áreas protegidas, das quais se podem distinguir as de iniciativa regional e as decorrentes de diretivas comunitárias. Entre as primeiras encontra-se a Rede de Áreas Marinhas do Porto Santo com origem em 2008 e cujos objetivos da sua criação contemplam, entre outros, a proteção da biodiversidade, o aprofundamento e a divulgação dos seus valores naturais, científicos e estéticos e a promoção da utilização sustentada do espaço compatibilizando os usos e a defesa dos recursos naturais e a criação e promoção de uma economia sustentável.

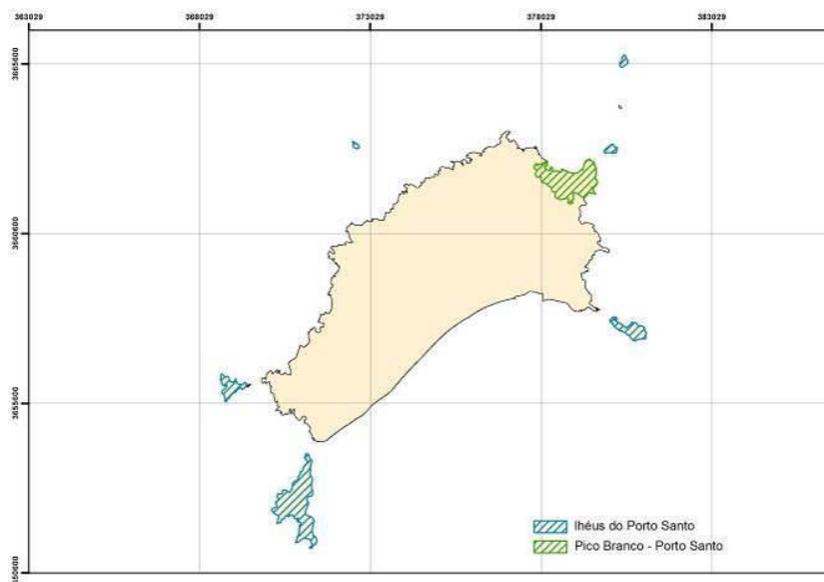
Figura 7.7 _Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo



No que respeita às áreas protegidas decorrentes de diretivas comunitárias, existem Sítios de Importância Comunitária (SIC) designadas ao abrigo da Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1992 e substituídas por Zonas Especiais de Conservação de acordo com a Resolução n.º 751/2009 para o caso do Pico Branco e a Resolução n.º 1341/2009 para o caso dos Ilhéus do Porto Santo.

No capítulo anterior foram amplamente caracterizadas todas as áreas com interesse para a conservação, nomeadamente os habitats prioritários, e definidos SIC ao abrigo da DIRECTIVA 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1992, relativa à Preservação dos Habitats Naturais e da Fauna e da Flora Selvagens, posteriormente classificados como ZEC. Assim, no Porto Santo estão legisladas duas zonas, Pico Branco (127ha) e Ilhéus do Porto Santo (209ha) totalmente integradas na área de intervenção ou influência do POC Porto Santo (Figura 7.10).

Figura 7.8_ ZEC na Ilha do Porto Santo



Considerando a elevada pressão humana sobre a flora e fauna e os habitats terrestres da Ilha do Porto Santo, os Ilhéus circundantes constituem áreas de salvaguarda de parte da biodiversidade desta Ilha.

A ZEC Pico Branco abriga uma flora adaptada a condições de salinidade do meio, encontrando-se exposto aos ventos marinhos predominantes de nordeste. É de extrema importância para a conservação de espécies florísticas incluídas na Diretiva e de outros endemismos porto-santenses.

Os Ilhéus do Porto Santo possuem condições de habitat propícias para a nidificação de aves marinhas migratórias.

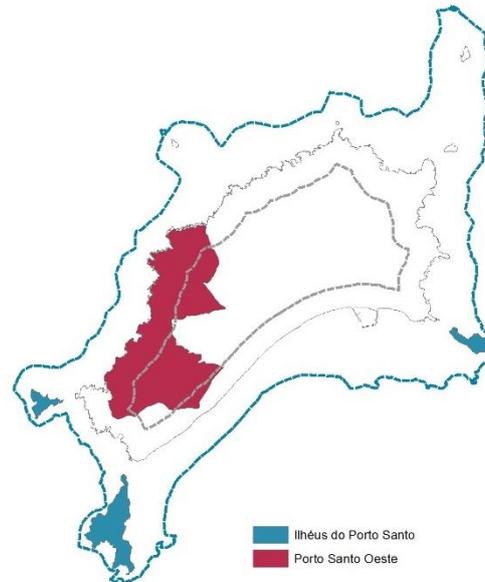
As espécies de aves de interesse comunitário que nidificam nos ilhéus do Porto Santo são as seguintes:

- *Calonectris diomedea*,
- *Sterna hirundo*,
- *Sterna dougalli*,
- *Oceanodroma castro*,
- *Bulweria bulwerii*,
- *Puffinus baroli*.

É igualmente importante para a nidificação das aves a delimitação e a gestão adequada das Zonas IBA (Important Bird Area) promovidas pela Birdlife International e levadas a cabo a nível nacional pela Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves (SPEA).

Assim, na área referente ao POC Porto Santo, são de referir as duas IBA caracterizadas no capítulo 6, Porto Santo Oeste e Ilhéus do Porto, e que apenas a segunda faz parte da Rede de Áreas Marinhas do Porto Santo. A IBA Ilhéus do Porto Santo considera apenas os ilhéus do Ferro, de Baixo e de Cima.

Figura 7.9_I BA na ilha do Porto Santo



É importante referir que, na Ilha do Porto Santo, as áreas mais importantes para a conservação de aves marinhas e costeiras, quer sejam nidificantes quer migradoras, estão já classificadas. Em termos de aves migradoras e ocasionais, as zonas mais importantes são os ilhéus de maior dimensão.

De uma forma geral pode-se afirmar que as áreas com maior interesse para a nidificação das aves, são de três tipos principais de habitats: falésias, planaltos e praia com dunas. O primeiro encontra-se em todos os ilhéus e é importante para os Procellariiformes, o segundo encontra-se nos ilhéus de Cima, de Baixo e, em muito menor extensão, no ilhéu de Ferro, onde nidificam sobretudo os larídeos, gaivotas e garajaus, e o terceiro tipo de habitat encontra-se na costa Sul da ilha de Porto Santo e nele nidifica a rolinha-da-praia (*Charadrius alexandrinus*) (Serviço do Parque Natural da Madeira, 2009).

Vária outra legislação refere-se à conservação da paisagem em geral e dos recursos vivos, em especial. Assim, o DL 140/99, de 24 de abril impõe a proibição da captura, abate, perturbação e comercialização de cetáceos, existindo também uma proibição legal da captura, abate, detenção e perturbação de todas as tartarugas marinhas no mesmo diploma. Na Madeira a pesca da tartaruga terminou em 1985 com a publicação do Decreto Legislativo Regional n.º 18/85/M.

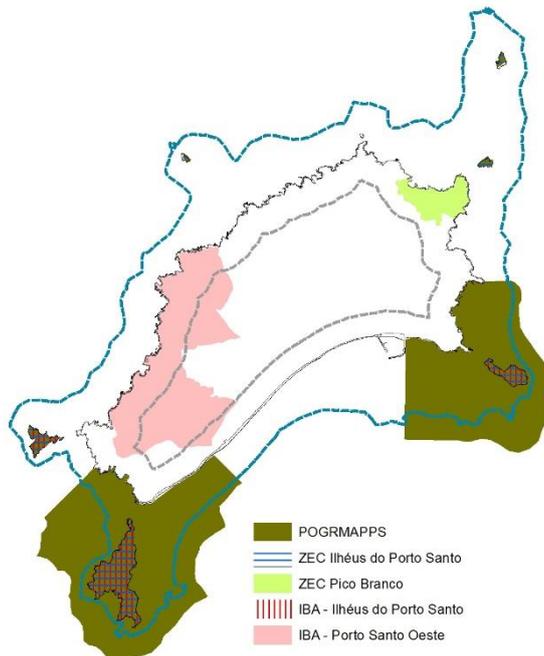
Segundo a IUCN (2017), pelo menos três das espécies de peixes presentes no Porto Santo apresentam estatuto de ameaça: Peixe-burro *Balistes capriscus* (Vulnerável), Peixe-cão *Bodianus scrofa* (Vulnerável) e Mero *Epinephelus marginatus* (Em Perigo). Esta última espécie possui proteção acrescida pela legislação regional, pelo Decreto Legislativo Regional n.º 11/95/M. A Portaria n.º 484/2016 abrange mais alguns peixes, limitando ou proibindo a sua captura (Secretaria Regional de Agricultura e Pescas, 2016).

Cabe igualmente referir a existência de regulamentação que confere proteção a outros organismos marinhos, nomeadamente aqueles que são explorados comercialmente. A Portaria n.º 484/2016 abrange para além dos peixes anteriormente referidos, mais alguns crustáceos e moluscos e limitando a sua captura (SECRETARIA REGIONAL DE AGRICULTURA E PESCAS, 2016). O caso da exploração tradicional de Lapas, a Lapa-preta e a Lapa-branca, a qual parece ter atingido um nível de exploração não sustentável motivou a criação de legislação própria para limitar a sua captura, Decreto Legislativo Regional n.º 11/2006/M (SRA, 2014).

A regulamentação da caça submarina, com evidente impacto positivo na conservação dos recursos e das espécies marinhas em geral, está regulamentada pelo Decreto Legislativo Regional 11/95/M de 21 de julho.

A portaria 27/2001, de 15 de janeiro, regulamenta ainda os tamanhos mínimos de captura e desembarque de várias espécies piscícolas alvo de pesca profissional.

Figura 7.10_Áreas com especial interesse para a conservação na ilha do Porto Santo



De uma forma geral, as áreas protegidas encontram-se bem identificadas e os aspetos mais relevantes das suas características encontram-se explicados em painéis informativos modernos e chamativos.

7.3.2 Degradações ambientais

Na generalidade não se podem considerar graves degradações ambientais na Ilha do Porto Santo, apesar de alguns fatores assinalados seguidamente possam contribuir para a redução da qualidade ambiental da ilha e para a diminuição da biodiversidade e da riqueza paisagística desta Ilha.

A aposta no turismo, carece de análise cuidada visto que, a crescente urbanização da costa sul, aparenta trazer alguns problemas que podem ser aqui consideradas degradações ambientais. A elevada volumetria de algumas construções, principalmente pela definição de extensas manchas edificadas ao longo da costa, assim como a dificuldade criada em aceder ao domínio hídrico, em especial às praias, pela definição de extensas áreas privadas sem corredores de passagem pública, constituem os problemas mais prementes a este nível. O aumento da carga poluente associada a maiores áreas turísticas assim como uma maior exigência a nível dos recursos naturais, nomeadamente de água, poderão no futuro constituir novos focos de degradação ambiental.

Um dos problemas sempre presentes em territórios insulares são as plantas invasoras. São uma grave ameaça a muitos ecossistemas naturais provocando um desequilíbrio que pode gerar efeitos nefastos na biodiversidade e na própria paisagem local. No caso do Porto Santo esta situação é mais notória na costa sul onde as zonas de dunas estão ocupadas fundamentalmente por espécies não nativas dominadas pelo chorão e a cana e, onde o cedro (*Tamarix gallica L.*) possui um comportamento infestante.

Para a recuperação da vegetação dunar nativa seria importante eliminar o domínio destas espécies não nativas, mas esta tarefa terá de ser efetuada com bastante precaução devido aos fenómenos de instabilidade no sistema dunar que a retirada destas espécies poderá provocar. Assim será necessário um plano de recuperação do sistema dunar que permita ir colonizando o sistema dunar com espécies autóctones sem provocar a instabilidade do sistema dunar com o conseqüente recuo do mesmo para os terrenos agrícolas e urbanizados.

São igualmente de assinalar as atividades subaquáticas desenvolvidas na zona costeira. A caça submarina e os circuitos de observação subaquática estão em desenvolvimento. Se bem que não existam dados concretos sobre a caça submarina, os contactos efetuados apontaram para a sua generalização, em pequena escala. No que respeita aos circuitos, várias empresas oferecem serviços desta natureza. De salientar que boa parte destes percursos atuam na área de influência de áreas protegidas, locais conhecidos pela sua maior diversidade, aproveitando assim as características naturais para dinamizar a economia local.

As áreas de extração de inertes devem ser aqui também assinaladas como situações de degradação ambiental, especialmente os casos de extrações já abandonadas e sem qualquer ação de recuperação paisagística. O levantamento de campo efetuado permitiu identificar alguns casos em que não é claro até que ponto determinadas áreas de extração estão ou não encerradas. Estas áreas de extração abandonadas devem ser alvo de ações de recuperação paisagística especialmente as localizadas em áreas mais sensíveis do ponto de vista ambiental. Para além de todos os problemas associados a estas áreas no que se refere a contaminações e pontos de instabilidade física, estas áreas constituem importantes feridas na paisagem, diminuindo a qualidade de um dos principais ativos da Ilha.

As fontes de poluição na zona costeira carecem de alguma vigilância tanto ao nível dos emissários associados ao sistema de tratamento de águas residuais, algumas ribeiras que conduzem efluentes de diversos tipos e dos pequenos focos de poluição pontuais.

A zona portuária, em especial na sua envolvente próxima onde a integração das infraestruturas e dos usos associados nem sempre é a mais adequada.

Ao longo da área de intervenção existem algumas situações pontuais de pequenos depósitos de resíduos que foram inventariadas nos trabalhos de levantamento de terreno.

7.3.3 Tendências de evolução

O quadro de bordo das tendências de evolução da transformação e ocupação do solo é sinteticamente apresentado na tabela seguinte na qual se comparam os usos atuais com os propostos nos respetivos planos municipais de ordenamento do território.

Salienta-se que no caso das áreas urbanas foram consideradas as propostas dos dois Planos de Urbanização com incidência na área de intervenção. Importa também realçar que, no caso do PU do Golfe do Porto Santo, a área associada ao campo de golfe, que corresponde a uma área urbana, mas da classe espaços verdes de recreio e desporto, não foi considerada para o cálculo das áreas urbanas dos PMOT.

Desta análise comparativa salientam-se os seguintes aspetos:

- Em primeiro lugar, a diferença entre o que são os usos naturais inventariados para área de intervenção e as propostas dos PDM. Esta diferença de valores justifica-se, por um lado, pela presença de uma grande área de urbanização programada que se localiza em áreas consideradas de vegetação natural no Uso Atual do Solo e por outro, pelo conjunto de áreas

ocupadas por vegetação natural no Uso Atual do Solo, que correspondem a áreas agrícolas no PDM.

- Em segundo lugar, o uso agrícola possui no PDM uma expressão mais elevada na área de intervenção, verificando-se que atualmente parte dessas áreas possuem um uso natural sendo ocupado por áreas de vegetação natural provavelmente por abandono agrícola, tal como referido no parágrafo anterior;
- Em terceiro lugar, a verificação de que as áreas florestais inventariadas são inferiores em termos de área às inventariadas no PDM, mas a diferença é ainda mais significativa se tivermos em conta o conjunto de áreas que o PDM define como a florestar. Importa destacar que identificação no PDM das áreas a florestar corresponde de grosso modo a áreas em que essa florestação não aconteceu tal como se pode comprovar no Uso Atual do Solo estando essas áreas ocupadas por vegetação natural;
- Em quarto, os valores entre as áreas urbanas programadas no PDM e as áreas edificadas existentes não possuem uma diferença muito acentuada. A diferença de áreas é explicada pela existência um conjunto de áreas programadas na frente litoral sul que ainda não se encontram urbanizadas e como tal no Uso Atual do Solo não correspondem a áreas edificadas.
- Por fim os últimos gráficos representam duas das principais condicionantes associadas à preservação dos recursos naturais, nomeadamente a Reserva Ecológica e a Reserva Agrícola. Salienta-se a elevada área classificada como Reserva Ecológica Regional que está em linha com os usos dominantes do uso atual do solo, em particular com as áreas de vegetação natural possuindo inclusivamente mais áreas classificadas como Reserva Ecológica o que é natural visto que áreas classificadas como florestais ou mesmo agrícolas poderão desempenhar as funções principais que se pretende com a definição da Reserva Ecológica Regional.

Tabela 7.8_ Análise das tendências de ocupação do solo

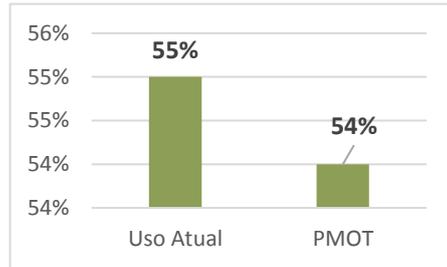
USO NATURAL

Análise quantitativa

Uso atual



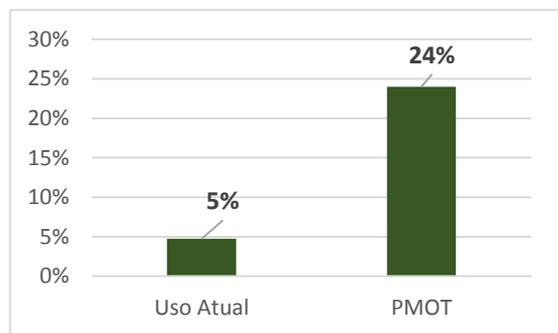
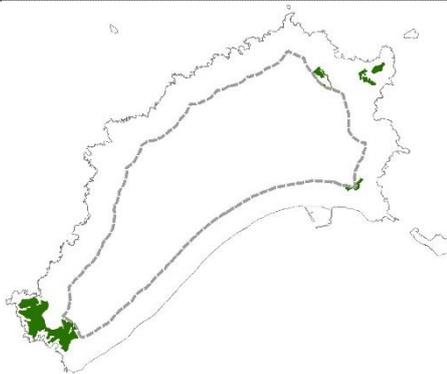
PMOT



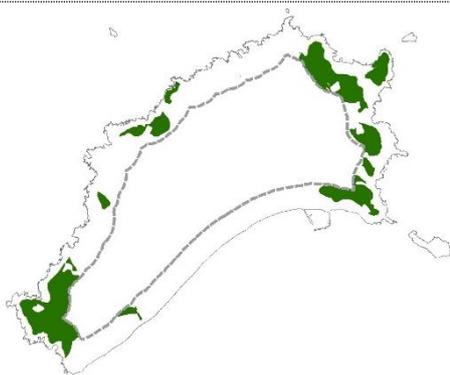
USO FLORESTAL

Análise quantitativa

Uso atual



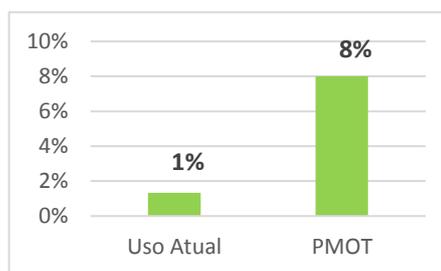
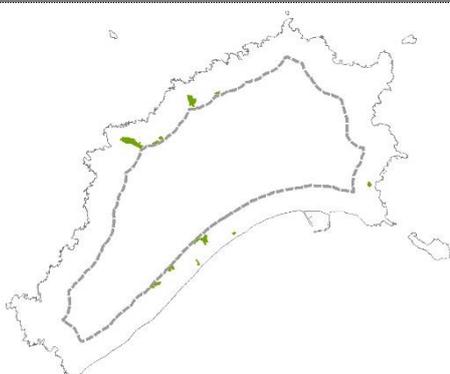
PMOT



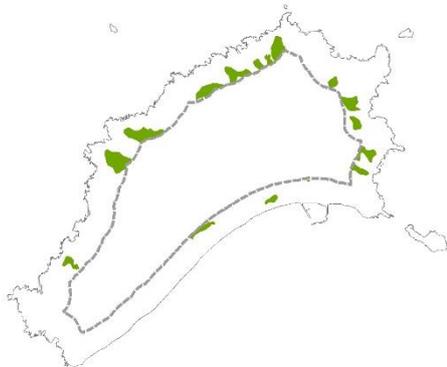
USO AGRÍCOLA

Análise quantitativa

Uso atual



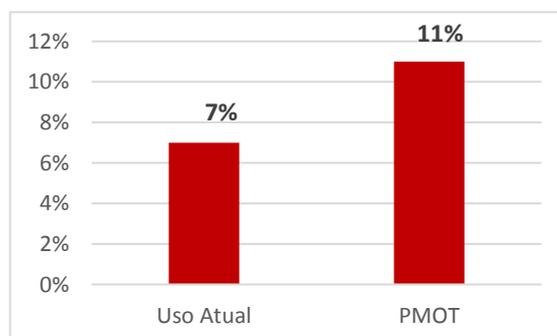
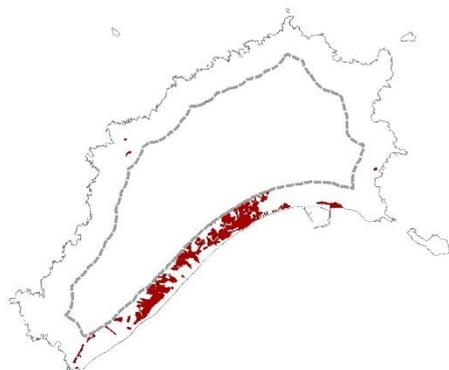
PMOT



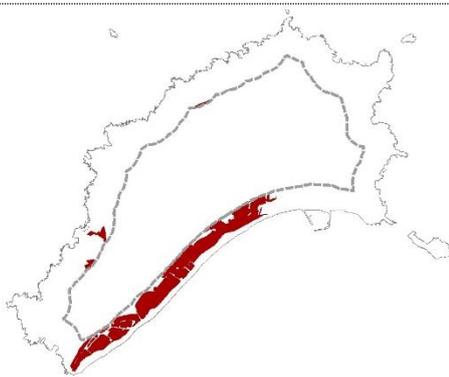
USO URBANO

Análise quantitativa

Uso atual



PMOT



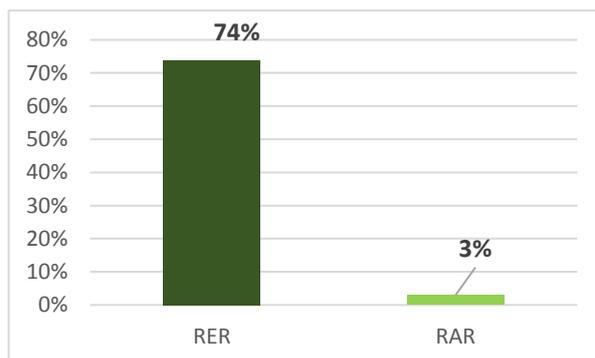
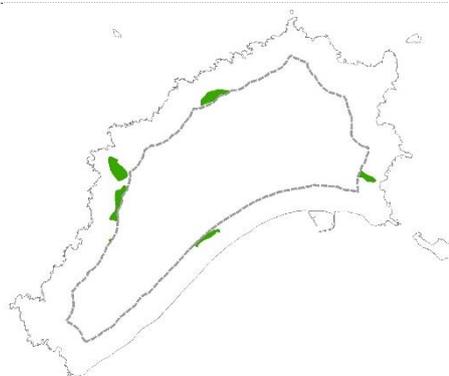
CONDICIONANTES / ÁREAS DE PROTEÇÃO A RECURSOS ESPECÍFICOS

Análise quantitativa

RER



RAR



Por fim, no caso da Reserva Agrícola Regional a área classificada como tal no âmbito dos PMOT é bastante reduzida na área de intervenção o que se justifica pela presença dos melhores solos agrícolas na parte interior da ilha. Mesmo com pouca expressão é possível observar que face aos usos atuais e projetados as áreas definidas como Reserva Agrícola Regional estão afetadas fundamentalmente ao uso agrícola.

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

- Andrade, C., Pires, H., Silva, P., Taborda, R. and Freitas, M. C. (2006). Zonas Costeiras. In: SANTOS, F. D. and MIRANDA, P. (Eds). Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação. Lisboa, Portugal, Gradiva, pp. 169-208.
- Andrade, C., Freitas, M.C., Taborda, R., Padra, S. (2008). Plano de urbanização para a frente de mar Campo de Baixo/Ponta da Calheta, Porto Santo. Relatório técnico, Universidade de Lisboa e Universidade da Madeira, 58 p.
- Andrade, C., Taborda, R., Freitas, M.C., Dionísio, S. (2015). Estudo da dinâmica costeira na região da praia Formosa, Madeira. Relatório técnico, Instituto D. Luiz da Universidade de Lisboa, 68 p.
- Alves F., Rodrigues J., Montes R., Menezes D., Oliveira P., Silva V. (2015) Ilhéus do Porto Santo: um tesouro a preservar. Serviço do Parque Natural da Madeira, LIFE Ilhéus do Porto Santo (LIFE09 NAT/PT/000041), 98 pp.
- Andrade, C., Freitas, M.C., Taborda, R., Padra, S. (2008). Plano de urbanização para a frente de mar Campo de Baixo/Ponta da Calheta, Porto Santo. Relatório técnico, Universidade de Lisboa e Universidade da Madeira, 58 p.
- Antunes, C. (2007). Previsão de Marés dos Portos Principais de Portugal. FCUL Webpage, http://webpages.fc.ul.pt/~cmantunes/hidrografia/hidro_mares.html.
- Antunes, C., Taborda, R. (2009). Sea level at Cascais Tide Gauge: Data, Analysis and Results. Journal of Coastal Research, SI 56: 218-222.
- Bertin, X., E. Prouteau; Letetrel, C. (2013). A significant increase in wave height in the North Atlantic Ocean over the 20th century. Global and Planetary Change 106, 77-83.
- BirdLife International (2017) Important Bird Areas factsheet: Ilhéus do Porto Santo. URL: <http://www.birdlife.org>, consultado em Setembro de 2017.
- Blott, S.J. and Pye, K. (2001) GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. Earth Surf. Proc. Land., 26, 1237–1248.
- Borges P.A.V., Abreu C., Aguiar A.M.F., Carvalho P., Jardim R., Melo I., Oliveira P., Sérgio C., Serrano A.R.M., Vieira P. (Eds.) (2008) A list of the terrestrial fungi, flora and fauna of Madeira and Selvagens archipelagos. Direcção Regional do Ambiente da Madeira and Universidade dos Açores, Funchal and Angra do Heroísmo. 438 pp.
- Brito, G., L. Brito, Costa, M. Salgueiro, R. Pinto, F. Leão e C. Santos. 2007. Aplicação SIG na elaboração de cartografia temática do coberto vegetal da ilha de Porto Santo. Bol. Mus. Mun. Funchal. Sup nº 12: 61-83.
- Brum da Silbveira, A., Madeira, J., Ramalho, R., Fonseca, P., Prada, S. (2010). Notícia Explicativa da Carta Geológica da ilha da Madeira, Folhas A e B. Governo Regional da Madeira, Universidade da Madeira, Região Autónoma da Madeira.
- Cabral M.J. (coord.), Almeida J., Almeida P.R., Delliger T., Ferrand de Almeida N., Oliveira M.E., Palmeirim J.M., Queirós A.I., Rogado L., Santos-Reis M. (eds.) (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto da Conservação da Natureza. Lisboa. 659p.

- Caldeira R.M.A., S. Groom, P. Miller and N. Nezlin (2002). Sea - surface signatures of the island mass effect phenomena around Madeira Island, Northeast Atlantic. *Remote Sensing of the Environment* 80: 336 – 360.
- Caldeira, R.M. & Sangrà, P. (2012), Complex geophysical wake flows. Madeira Archipelago case study, *Ocean Dynamics* (2012) 62:683–700.
- Câmara Municipal de Porto Santo (S/D) PDM. URL: <http://cm-portosanto.pt/documentos-online/documentos-online-camara-municipal/pdm/>, consultado em Setembro de 2017.
- Campuzano F, Nunes S, Malhadas MS, Nunes, D., Neves R (2009) Modelação hidrodinâmica da orla sul da ilha da Madeira, 6as Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de outubro de 2009 .
- Campuzano F, Nunes S, Malhadas MS, Neves R (2010) Modelling hydrodynamics and water quality of Madeira Island. *GLOBEC Int Newsl* 16(1):40–42.
- Capelo, J.; Costa, José C.; Jardim, Roberto; Sequeira, Miguel; Aguiar, Carlos; Espírito-Santo, Dalila; Lousã, Mário. 2003. The vegetation of Madeira: IV - Coastal Vegetation of Porto Santo Island (Archipelago of Madeira). *Notas do Herbário da Estação Florestal Nacional*.
- Capitão, R., Fortes, C., Coli, A. (2003) - Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Relatório 1: Caracterização e Propagação da Agitação Marítima. Volume 1: Regimes de Agitação Marítima. Rel 237/03 – NPE, LNEC, agosto 2003, Lisboa.
- Carvalho, J. A., F. Fernandes & A. Santos-Guerra. 2013. The vascular flora of Porto Santo: a catalogue of its islets. *Bol. Hist. Nat. Funchal*. Vol. LXIII (2013), Art. 335: 5-20 (<http://boletim.cm-funchal.pt>).
- Clímaco, M. (2003). Estudo do Melhoramento da Praia do Porto Santo. Especificações para o Levantamento dos Perfis da Praia. Nota Técnica. LNEC, Lisboa.
- Clímaco, M. (2003). Estudo do Melhoramento da Praia do Porto Santo. Especificações para a Campanha de Caracterização das Areias. Nota Técnica, Lisboa.
- Clímaco, M.; Oliveira, F. B.; Vicente, C. (2005) - Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Comunicação apresentada ao III Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, outubro, Maputo, Moçambique.
- Clímaco, M., Oliveira, F., Freire, P. (2004). Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Relatório 2: Estudo da Dinâmica e Equilíbrio Sedimentar. Rel 170/04 – NEC, LNEC.
- Clímaco, M.; Oliveira, F. B.; Vicente, C. (2005) - Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Comunicação apresentada ao III Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa, outubro, Maputo, Moçambique.
- Decreto Legislativo Regional n.º 32/2088/M, de 13 de Agosto - Cria a Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo.
- Diário de Notícias (2016) Lobos-marinhos avistados no Porto Santo. URL: <http://www.dnoticias.pt/madeira/lobos-marinhos-avistados-no-porto-santo-CI192985>, consultado em Setembro de 2017.

- Direção Regional de Florestas (S/D) Pico Branco - Porto Santo, Sítio de Importância Comunitária – PTPO R0002, Rede Natura 2000, Medidas de Gestão e Conservação. URL: <https://ifcn.madeira.gov.pt/areas-protegidas/planos-de-ordenamento-e-gestao-pog.html>, consultado em Setembro de 2017.
- Ferreira, J.P.; Cunha, L.V. (1984). Prediction of Soil Erosion in the Island of Porto Santo. Memória 622, LNEC, Lisboa.
- Folk, R. L. & W. C. Ward 1957. 'Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters'. Journal of Sedimentary Petrology, 27, pp. 3-26.
- Fontinha, S. & C. Sérgio. 1998. First reference to the Bryoflora of Porto Santo's islets. Bocagiana. 192.
- Fortes, C. J.; Capitão, R.; Neves, M. G.; Coli, A. B. (2004). Caracterização e Propagação da Agitação Marítima na Praia do Porto Santo, Madeira. Revista Recursos Hídricos Vol. 25 (2), setembro, pp. 25 a 42. Associação Portuguesa de Recursos Hídricos (APRH), Lisboa.
- Fortes, C., Neves, M.G. (2003) - Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Relatório 1: Caracterização e Propagação da Agitação Marítima. Volume 2: Cálculos de Refração-Difração com o Modelo Numérico REFDIF. Rel 238/03 – NPE, LNEC, agosto 2003, Lisboa.
- Fundação FCUL, Instituto Dom Luiz, FCUL (2017) - Estudo da Dinâmica Sedimentar da Praia do Porto Santo.
- Geldmacher, J.; Van den Bogaard, P.; Hoernle, K. & Schmincke, H-U. (2000) Ar age dating of the Madeira Archipelago and hotspot track (eastern North Atlantic) Geochemistry, Geophysics, Geosystems 1, [Paper number 1999GC000018].
- HIDROPROJECTO; PLURAL; BIODESIGN (1999/2000). Plano de Ordenamento da Orla Costeira da Ilha do Porto Santo. Administração dos Portos da Região Autónoma da Madeira. Funchal. Em processo de aprovação.
- IFCN (2017) Parque Natural da Madeira. URL: <https://ifcn.madeira.gov.pt/areas-protegidas/parque-natural-da-madeira.html>, consultado em Setembro de 2017.
- Instituto Hidrográfico (2008). Caracterização dos depósitos sedimentares da plataforma insular sul da ilha do Porto Santo. Relatório Técnico, REL.TF.GM 01/08, Versão provisória (CD-ROM), Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- Instituto Hidrográfico (2001). Roteiro da Costa Portuguesa – Arquipélago da Madeira. 3ª Edição. Instituto Hidrográfico, Lisboa.
- IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- IUCN (2017) The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-1. URL: www.iucnredlist.org, consultado em Setembro 2017.
- Jardim, R., Fontinha, S. & Fernandes, F. (1998). Pico Branco: A peculiar floristic site on Porto Santo Island. Bol. Mus. Mun. Funchal, 50(285): 43-57.

- Kersting, D.K. (2016) Cambio climático en el medio marino español: impactos, vulnerabilidad y adaptación. Oficina Española de Cambio Climático, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, 166 pág.
- Kopp, R.E., R.M. Horton, C.M. Little, J.X. Mitrovica, M. Oppenheimer, D.J. Rasmussen, B.H. Strauss, and C. Tebaldi (2014). Probabilistic 21st and 22nd century sea-level projections at a global network of tide-gauge sites. *Earth's Future*, 2, no. 8, 383-406.
- Jesus J., Teixeira S., Teixeira D., Freitas T., Russo D. (2009) Vertebrados terrestres autóctones dos Arquipélagos da Madeira e Selvagens - Répteis e Mamíferos. *Biodiversidade Madeirense: Avaliação e conservação*, Direcção Regional do Ambiente da Madeira: 119 pp.
- Jesus, J. (2013). First record of *Ramphotyphlops braminus* (Daudin, 1803) on Madeira island (Portugal). *Herpetozoa*, 26(1/2), 106-109.
- Jesus, J., Lemos, A., Gonçalves, R., & Brehm, A. (2008). First record of *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758) on Porto Santo Island. *Herpetozoa*, 20(3/4), 175-177.
- Laboratório Nacional de Engenharia Civil LNEC (2004). Reabilitação da Praia da Ilha de Porto Santo. Governo Regional da Madeira.
- Lobo, C. 2008. Contribution to the study of the bryoflora of Pico Branco – Porto Santo Island. *Bol. Mus. Mun. Funchal*, 58 (318): 5-18
- Lopes, C.L., Silva, P.A., Dias, J.M., Rocha, A., Picado, A., Plecha, S., Fortunato, A.B. (2011). Local sea level change scenarios for the end of the 21st century and potential physical impacts in the lower Ria de Aveiro (Portugal), *Cont. Shelf Res.*, 31 (14) (2011), pp. 1515-1526.
- Loureiro, A. Ferrand de Almeida, N. Carretero, M. A. e Paulo, O. S. (eds.) (2008) Atlas dos Anfíbios e Répteis de Portugal. 1ª edição, Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Lisboa, 257 pp.
- Luís, A. & Leão, F. (2007) Estudo da riqueza avifaunística da ilha do Porto Santo. *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, Supl. 12: 53-60.
- Ferreira, Ó, João A. Dias, J.A., Taborda, R. (2008) Implications of Sea-Level Rise for Continental Portugal. *Journal of Coastal Research: Volume 24, Issue 2: pp. 317 – 324.*
- PortugalAves eBird (2017) Porto Santo. Audubon e Cornell Lab of Ornithology. URL: <http://ebird.org/ebird/portugal/subnational2/PT-30-PS?yr=all&m=&rank=lrec>, consultado em Setembro de 2017.
- Presidência do Governo Regional (2009) Resolução n.º 1291/2009. *Jornal Oficial da Região Autónoma da Madeira, Série I, Número 100 de 2 de Outubro de 2009.*
- Rainho, A., J. T. Marques, and J. M. Palmeirim. (2002) Os morcegos dos arquipélagos dos Açores e da Madeira: um contributo para a sua conservação. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa: 49 pp.
- Região Autónoma da Madeira (2009) Atlas das Aves do Arquipélago da Madeira. URL: <http://www.atlasdasaves.netmadeira.com/>, consultado em Setembro de 2017.

- Romano, H., Correia-Fagundes, C., Zino, F., & Biscoito, M. (2010) Birds of the Archipelagos of Madeira and the Selvagens: II New Records and Checklist Update. *Boletim do Museu Municipal do Funchal* 60 (326): 5-44.
- Santos, F.D., Lopes, A.M., Moniz, G., Ramos, L. e Taborda, R. (2014). *Gestão da Zona Costeira – O Desafio da Mudança*, Grupo de Trabalho do Litoral, 242 p.
- SECRETARIA REGIONAL DE AGRICULTURA E PESCAS (2016) Portaria n.º 484/2016 de 14 de novembro. Define as artes permitidas, os condicionalismos e os termos do licenciamento do exercício da pesca lúdica, nas águas marinhas da Região Autónoma da Madeira. *JORNAL OFICIAL REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA, Série I, Número 199*.
- Serviço do Parque Natural da Madeira (2009) Plano de Ordenamento e Gestão da Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo. 145 pp. URL: https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjSq_Ki75zWAhXILhoKHfxDD8QQFgg5MAQ&url=https%3A%2F%2Fifcn.madeira.gov.pt%2Fimages%2FDoc_Artigos%2FPortoSanto%2FPOGRAMPPS.pdf&usg=AFQjCNGK1e9qRFP1xGUTUIWBPlz_raJMtg. Consultado em setembro 2017.
- Serviço do Parque Natural da Madeira (2016) LIFE09 NAT/PT/000041 FINAL Report, Covering the project activities from 01/09/2010 to 31/12/2015, 62 pp.
- Silva, J.B.P. (2002). *Areia de Praia da Ilha do Porto Santo: Geologia, Génese, Dinâmica e Propriedades Mediciniais*. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para obtenção do grau de Doutor em Geociências, Aveiro.
- Silva, R., Coelho, C., Veloso Gomes, F., Taveira Pinto, F. (2009). Potential effects of climate change on northwest Portuguese coastal zones. *ICES Journal of Marine Science*, Vol. 66, 1497-1507, ISSN: 1054-3139.
- SPEA (2010a) Ilhéus do Porto Santo. URL: <http://ibas-terrestres.spea.pt/fotos/editor2/pt089.pdf>, consultado em Setembro de 2017.
- SPEA (2010b) Porto Santo Oeste. URL: <http://ibas-terrestres.spea.pt/fotos/editor2/pt090.pdf>, consultado em Setembro de 2017.
- SRA (2014) *Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira. Diretiva Quadro Estratégia Marinha*. Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais.
- Stramma, L., Siedler, G. (1988). Seasonal changes in the North Atlantic subtropical gyre, *J. Geophys. Res.*, 93(C7), 8111–8118, doi:10.1029/JC093iC07p08111. Vicente, C., Clímaco, M., Oliveira, F., Freire, P. (2004) – *Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Relatório 2: Estudo da Dinâmica e Equilíbrio Sedimentar*. Rel 170/04 – NEC, LNEC, junho 2004, Lisboa.
- Teixeira D. (2015) *Relatório final do Projecto LIFE “Ilhéus do Porto Santo”, componente malacofauna terrestre*, 52 pp.
- Vicente, C., Clímaco, M. Oliveira, F.S.B.F. (2004) - *Manutenção e Melhoramento da Praia do Porto Santo. Relatório 3: Alternativas de Intervenção*. Relatório 320/04 - NEC, LNEC, Lisboa.
- Wirtz, P., Fricke, R., Biscoito, M. J. (2008) The coastal fishes of Madeira Island-new records and an annotated check-list. *Zootaxa*, 1715:1-26.

LISTA DE TAXA DO MONTE BRANCO (modificada – Jardim et al. 1998 e Brito et al. 2007)

Acacia melanoxylon R. Br. - Mimosaceae
Albizia distachya (Vent.) Macbr. - Mimosaceae
Anagallis arvensis L. - Primulaceae
Asparagus scoparius Lowe - Liliaceae - M C CV
Asphodelus fistulosus L. - Liliaceae
Atriplex halimus L. - Chenopodiaceae
Avena barbata Link. - Poaceae
Briza maxima L. - Poaceae
Briza minor L. - Poaceae
Calendula arvensis L. - Asteraceae
Carpobrotus edulis (L.) Bolus - Aizoaceae
Convolvulus althaeoides L. - Convolvulaceae
Crepis noronhaea Bab. - Asteraceae - PS
Cupressus macrocarpa Hartw - Cupressaceae
Cynosurus echinatus L. - Gramineae
Cynosurus echinatus L. - Poaceae
Echium nervosum Dryand. - Boraginaceae - M
Echium plantagineum L. - Boraginaceae
Erica scoparia L. ssp. *madericola* McClintock - Ericaceae - M
Erysimum arbuscula (Lowe) Snogerup - Brassicaceae - PS
Ficus carica L. - Moraceae
Fumaria muralis Koch. Ssp. *muralis* var. *laeta* Lowe - Fumariaceae - PS
Galactites tomentosa Moench - Asteraceae
Galium aparine L. - Rubiaceae
Hyparrhenia hirta (L.) Stapf. - Poaceae
Hypericum glandulosum Aiton - Hypericaceae - M C
Lagurus ovatus L. - Poaceae
Lavatera cretica L. - Malvaceae
Mathiola maderensis Lowe - Brassicaceae - M
Melilotus indicus (L.) All. - Fabaceae
Mercurialis annua L. - Euphorbiaceae
Myoporum tenuifolium G. Forst. - Myoporaceae
Orobanche minor J. E. Sm. - Orobanchaceae
Oxalis pes-caprae L. - Oxalidaceae
Papaver rhoeas L. - Papaveraceae
Papaver somniferum L. - Papaveraceae
Phoenix canariensis Chab. - Arecaceae
Pinus halepensis Mill. - Pinaceae
Pinus pinaster Aiton - Pinaceae
Pinus radiata D. Don - Pinaceae
Plantago coronopus L. - Plantaginaceae
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn - Hypolepidaceae
Rapistrum rugosum (L.) All. s.l. - Brassicaceae
Reseda luteola L. - Resedaceae
Rumex bucephaloporus L. ssp. *canariensis* (Stein.) Rech. Fil. var. *canariensis* - Polygonaceae - M C A
Sedum nudum Aiton ssp. *nudum* - Crassulaceae - M
Selaginella denticulata (L.) Spring - Selaginellaceae
Siderites candicans Aiton var. *multiflora* Bornm. - Lamiaceae - PS
Silene gallica L. - Caryophyllaceae
Silene vulgaris (Moench.) Garcke ssp. *vulgaris* - Caryophyllaceae
Silybum marianum (L.) Gaertn. - Asteraceae
Solanum nigrum L. - Solanaceae

Spergularia marina (L.) Griseb. - Caryophyllaceae
Trifolium campestre Schreb. - Fabaceae
Umbilicus rupestris (Salisb.) Dandy - Crassulaceae
Vicia sativa L. ssp. *cordata* (Hoppe) Batt. - Fabaceae

Endemismos:

PS - Porto Santo
M - Arquipélago da Madeira
A - Açores
C - Ilhas Canárias
CV - Cabo Verde

Briófitas do Pico Branco (modificado - Lobo 2008)

Brachythecium rutabulum var. *atlanticum* Hedenäs - Musci
Bryum caespiticum Hedw. - Musci - R M
Bryum capillare Hedw. - Musci
Bryum dichotomum Hedw. - Musci
Campylopus pilifer Brid. - Musci
Cephalozia bicuspidata (L.) Dumort. - Hepaticae
Cololejeunea minutissima (Sm.) Schiffn. - Hepaticae
Corsinia coriandrina (Spreng.) Lindb. - Hepaticae
Didymodon luridus Hornsch. - Musci - E M
Epipterigium tozeri (Grev.) Lindb. - Musci
Exormotheca pustulosa Mitt - Hepaticae - R Eu
Fissidens bryoides Hedw. - Musci
Fissidens coacervatus Brugg.-Nann. - Musci - E Mac - V M - R Eu
Fissidens cuvatus Hornsch. - Musci - E Eu
Fissidens viridulus (anon.) Wahlenb. var. *incurvus* (Röhl.) Waldh. - Musci
Fossombronia caespitifformis Rabenh. - Hepaticae
Fossombronia houstonii Corb. - Hepaticae
Frullania azorica Sim Sim, Sérgio, Mues & Kraut - Hepaticae
Frullania dilatata (L.) Dumort. - Hepaticae
Frullania ericoides (Nees) Mont. - Hepaticae - E Eu
Frullania microphylla (Gottsche) Pearson - Hepaticae
Frullania polysticta Lindenb - Hepaticae - E Mac - R Eu
Frullania sergiae Sim Sim, Fontinha, Mues & Lion - Hepaticae - End M - E M
Frullania tamarisci (L.) Dumort. - Hepaticae
Frullania teneriffae (F. Webber) Nees - Hepaticae
Gongylanthus ericetorum (raddi) Nees - Hepaticae
Grimmia trichophylla Grev. - Musci
Hipnum cupressiforme Hedwi. Var. *resupinatum* (Taylor) Schimp. - Musci
Homalothecium sericeum (Hedw.) Schimp. - Musci
Kindbergia praelonga (Hedw.) Ochyra - Musci
Lejeunea eckloniana Lindenb. - Hepaticae
Lejeunea lamacerina (Steph.) Schiffn. - Hepaticae
Leucodon treleasei (Cardot) Paris - Musci - E Mac - E Eu
Lophocolea heterophylla (Schrad.) Dumort. - Hepaticae
Lophocolea minor Nees - Hepaticae - R M
Lophocolea bidentata (L.) Dumort. - Hepaticae
Lunularia cruciata (L.) Lindb. - Hepaticae
Mannia androgyna (L.) A. Evans - Hepaticae
Marchesinia mackaii (Hook.) Gray - Hepaticae
Microbryum starckeanum (Hedw.) R. H. Zander - Musci - V M
Orthotrichum diaphanum Brid. - Musci
Phaeoceros laevis (L.) Prosk. - Antocerota - R M
Plagiochila punctata (Taylor) Taylor - Hepaticae
Pleuridium subulatum (Hedw.) Rabenh. - Musci
Porella canariensis (F. Weber) Underw. - Hepaticae - T Eu
Radula lindenberiana C. Hartm. - Hepaticae
Radula wichurae Stephani - Hepaticae - E Mac - V M - V Eu
Rhynchostegiella litorea (De Not.) Limpr. - Musci
Rhynchostegium confertum (Dicks.) Schimp. - Musci
Riccia crozalsii Levier - Hepaticae - R M
Riccia nigrella DC. - Hepaticae - R M
Riccia sorocarpa Bisch. - Hepaticae
Scleropodium touretii (Brid.) L. F. Koch - Musci
Targionia hypophylla L. - Hepaticae

Tortella flavovirens (Bruch) Broth. - Musci
Tortella limbata (Schiffn.) Geh. & Herzog - Musci - E Mac - T Eu
Tortella nitida (Lindb.) Broth. - Musci
Tortula muralis Hedw. - Musci
Trichostomum brachydontium Bruch - Musci
Trichostomum contortum (Kunze) Sérgio - Musci - End M
Weissia controversa Hedw. var. *controversa* - Musci
Zygodon rupestris Lorentz - Musci

Endemismos e estatuto de proteção:

End M - endémica da Madeira

End Mac - endémica da Macaronésia

E Eu - em perigo a nível europeu

R Eu - rara a nível europeu

T Eu - ameaçada a nível europeu

V Eu - vulnerável a nível europeu

E M - em perigo no arquipélago da Madeira

R M - rara no arquipélago da Madeira

V M - vulnerável no arquipélago da Madeira

LISTA DE TAXA DOS ILHÉUS DE PORTO SANTO (modificada - Carvalho et al. 2013)

Espécies	Origem	I. de Cima	I. da Cal	I. de Ferro	I. de Fora	I. das Cenouras	I. da Fonte da Areia
<i>Aeonium</i> cf. <i>glutinatum</i> (Aiton) Webb & Berthel. - Crassulaceae	M	x	x				
<i>Aeonium glandulosum</i> (Aiton) Webb & Berthel. - Crassulaceae	M		x				
<i>Agave americana</i> L. - Agavaceae	i	x	x				
<i>Aichryson villosum</i> (Aiton) Webb & Berthel. - Crassulaceae	Mac	x		x			
<i>Ajuga reptans</i> (L.) Schreb. ssp. <i>pseudoiva</i> (DC.) Briq. - Lamiaceae	n	x	x				
<i>Ammi majus</i> L. - Apiaceae	n	x	x	x			
<i>Anagallis arvensis</i> L. - Primulaceae	n		x	x			
<i>Andryala glandulosa</i> Lam. ssp. <i>glandulosa</i> - Asteraceae	n	x	x	x			
<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss. - Caryophyllaceae	n	x	x				
<i>Artemisia argentea</i> L'Hér. - Asteraceae	M	x	x	r		x	
<i>Asphodelus fistulosus</i> L. - Liliaceae	n	x	x	x	x	x	
<i>Asplenium marinum</i> L. - Aspleniaceae	n	x	x				
<i>Astragalus boeoticus</i> L. - Fabaceae	n	x	x	x			
<i>Astragalus pelecinus</i> (L.) Barneby - Fabaceae	n	x	x	x			
<i>Astragalus solandri</i> Lowe - Fabaceae	n	x		x			
<i>Atriplex halimus</i> L. - Chenopodiaceae	i	x	x			x	
<i>Avena barbata</i> Link - Poaceae	n	x	x	x			
<i>Bartsia trixago</i> L. - Scrophulariaceae	n		x				
<i>Bassia tomentosa</i> (Lowe) Maire & Weiller - Chenopodiaceae	n	x			x		
<i>Beta</i> aff. <i>patula</i> - Chenopodiaceae	M				x		
<i>Beta maritima</i> L. - Chenopodiaceae	n	x	x	x	x		
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P. Beauv. - Poaceae	n	x	x	x		x	
<i>Briza maxima</i> L. - Poaceae	n	x					
<i>Bromus diandrus</i> Roth - Poaceae	n	x		x		x	
<i>Bromus madritensis</i> L. - Poaceae	n	x	x				
<i>Calendula arvensis</i> L. - Asteraceae	n	x		x			
<i>Campanula erinus</i> L. - Campanulaceae	n		x	x			
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curt. - Asteraceae	n	x					
<i>Carlina salicifolia</i> (L. f.) Cav. - Asteraceae	Mac	x	x				
<i>Carthamus lanatus</i> L. - Asteraceae	n	x				x	
<i>Cenchrus ciliaris</i> L. - Poaceae	n	x					
<i>Centaurea melitensis</i> L. - Asteraceae	n	x	x	x			
<i>Chamaesyce prostrata</i> (Aiton) Small - Euphorbiaceae	i	x		x			
<i>Chenopodium murale</i> L. - Chenopodiaceae	n	x	x	x		x	
<i>Cichorium endivia</i> L. ssp. <i>divaricatum</i> (Schousb.) P. D. Sell - Asteraceae	n	x					
<i>Convolvulus althaeoides</i> L. - Convolvulaceae	n			x			
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist - Asteraceae	i		x				
<i>Coronopus didymus</i> (L.) Sm. - Brassicaceae	i	x					
<i>Crambe fruticosa</i> L. f. var. <i>brevifolia</i> Lowe - Brassicaceae	M	x	x				
<i>Crepis divaricata</i> (Lowe) F. W. Schultz - Asteraceae	M	x					
<i>Crithmum maritimum</i> L. - Apiaceae	n	x	x	x	x		x

Espécies	Origem	I. de Cima	I. da Cal	I. de Ferro	I. de Fora	I. das Cenouras	I. da Fonte da Areia
<i>Cuscuta planiflora</i> Ten. - Convolvulaceae	n			x			
<i>Cynara cardunculus</i> L. - Asteraceae	n	x	x	x			
<i>Dracaena draco</i> (L.) L. ssp. draco - Dracaenaceae	Ex	x					
<i>Echium plantagineum</i> L. - Boraginaceae	n	x					
<i>Echium portosanctense</i> J. A. Carvalho, Pontes, Batista-Marques & R. Jardim - Boraginaceae	PS	x					
<i>Emex spinosa</i> (L.) Campd. - Polygonaceae	n	x	x	x		x	
<i>Erodium botrys</i> (Cav.) Bertol. - Geraniaceae	n			x			
<i>Erodium chium</i> (L.) Willd. ssp. chium - Geraniaceae	n	x	x				
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér. - Geraniaceae	n	x		x			
<i>Eruca vesicaria</i> (L.) Cav. ssp. sativa (Mill.) Thell. - Brassicaceae	n	x	x	x			
<i>Euphorbia paralias</i> L. - Euphorbiaceae	n		x				
<i>Euphorbia peplus</i> L. - Euphorbiaceae	n	x	x			x	
<i>Euphorbia piscatoria</i> Aiton - Euphorbiaceae	M	x	x				
<i>Euphorbia terracina</i> L. - Euphorbiaceae	n	x	x	x			
<i>Frankenia laevis</i> L. - Frankeniaceae	n	x	x	x			
<i>Fumaria bastardii</i> Boreau - Papaveraceae	n	x					
<i>Galactites tomentosa</i> Moench - Asteraceae	n	x	x				
<i>Galium aparine</i> L. - Rubiaceae	n	x					
<i>Galium geminiflorum</i> Lowe - Rubiaceae	Mac		x	x			
<i>Galium murale</i> (L.) All. - Rubiaceae	n		x				
<i>Geranium dissectum</i> L. - Geraniaceae	n			x			
<i>Geranium rotundifolium</i> L. - Geraniaceae	n	x		x			
<i>Glebionis coronaria</i> (L.) Tzelev - Asteraceae	i	x		x			
<i>Globularia salicina</i> Lam. - Globulariaceae	Mac	x	x	x			
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Dum.-Cours. - Asteraceae	n	x	x	x			
<i>Heliotropium europaeum</i> L. - Boraginaceae	n	x					
<i>Heliotropium ramosissimum</i> (Lehm.) DC. - Boraginaceae	n			x			
<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub - Asteraceae	n	x	x	x			
<i>Herniaria cinerea</i> DC. - Caryophyllaceae	n	x	x				
<i>Hippocrepis multisiliquosa</i> L. - Fabaceae	n	x		x			
<i>Hordeum marinum</i> Huds. ssp. gussoneanum (Parl.) Thell. - Poaceae	n			x			
<i>Hordeum murinum</i> L. - Poaceae	n	x		x		x	
<i>Hyoscyamus albus</i> L. - Solanaceae	n		x				
<i>Hyparrhenia sinaica</i> (Delile) G. López - Poaceae	n	x	x	x			
<i>Hypochoeris glabra</i> L. - Asteraceae	n			x			
<i>Juniperus turbinata</i> Guss. ssp. canariensis (Guyot) Rivas Mart., Wildpret & P. Pérez - Cupressaceae	Ex		x				
<i>Lactuca serriola</i> L. - Asteraceae	n	x					
<i>Lagurus ovatus</i> L. - Poaceae	n	x	x				
<i>Lamarckia aurea</i> (L.) Moench - Poaceae	n		x				
<i>Lavatera cretica</i> L. - Malvaceae	n			x		x	
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat ssp. longirostris Finch & P. D. Sell - Asteraceae	n	x	x	x			

Espécies	Origem	I. de Cima	I. da Cal	I. de Ferro	I. de Fora	I. das Cenouras	I. da Fonte da Areia
<i>Linum strictum</i> L. - Linaceae	n	x	x				
<i>Lobularia libyca</i> (Viv.) Meisn. - Brassicaceae	n	x					
<i>Lolium canariense</i> Steud. - Poaceae	Mac			x			
<i>Lolium multiflorum</i> Lam. - Poaceae	i			x			
<i>Lolium rigidum</i> Gaudin - Poaceae	i	x		x			
<i>Lotus argyroides</i> R. P. Murray - Fabaceae	M	x		x			
<i>Lotus glaucus</i> Aiton - Fabaceae	Mac	x	x	x	x	x	x
<i>Lotus loweanus</i> Webb & Berthel. - Fabaceae	PS	x	x	x		x	
<i>Lotus macranthus</i> Lowe - Fabaceae	M	x					
<i>Lotus</i> sp. - Fabaceae	M	x					
<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. - Solanaceae	i	x				x	
<i>Malva parviflora</i> L. - Malvaceae	n	x		x		x	
<i>Mathiola maderensis</i> Lowe - Brassicaceae	M	x	x	x	x	x	x
<i>Medicago italica</i> (Mill.) Fiori - Fabaceae	n	x					
<i>Medicago littoralis</i> Loisel. - Fabaceae	n	x					
<i>Medicago minima</i> (L.) L. var. minima - Fabaceae	n	x		x			
<i>Medicago polymorpha</i> L. - Fabaceae	n	x		x			
<i>Melilotus indicus</i> (L.) All. - Fabaceae	n	x	x				
<i>Mercurialis annua</i> L. - Euphorbiaceae	n	x	x	x			
<i>Mesembryanthemum crystallinum</i> L. - Aizoaceae	i	x	x	x	x	x	x
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> L. - Aizoaceae	n	x	x	x	x	x	x
<i>Micromeria thymoides</i> (Lowe) Webb & Berthel. ssp. <i>thymoides</i> - Lamiaceae	M	x	x	x			
<i>Misopates orotium</i> (L.) Raf. ssp. <i>orontium</i> - Scrophulariaceae	n	x	x				
<i>Monizia edulis</i> Lowe - Apiaceae	M	x		x			
<i>Myoporum tenuifolium</i> G. Forst. - Myoporaceae	i	x					
<i>Nauplius aquaticus</i> (L.) Cass. - Asteraceae	n	x					
<i>Olea maderensis</i> (Lowe) Rivas Mart. & del Arco - Oleaceae	M	x					
<i>Ononis dentata</i> Lowe - Fabaceae	n	x		x			
<i>Ononis diffusa</i> Ten. - Fabaceae	n	x	x	x			
<i>Ononis mitissima</i> L. - Fabaceae	n	x					
<i>Ononis serrata</i> Forssk. - Fabaceae	n	x	x				
<i>Orobanche minor</i> Sm. - Orobanchaceae	n	x	x				
<i>Orobanche ramosa</i> L. ssp. <i>nana</i> (Reut.) Cout. - Orobanchaceae	n		x				
<i>Oryzopsis miliaceae</i> (L.) Asch. & Schweinf. - Poaceae	n	x					
<i>Papaver somniferum</i> L. ssp. <i>setigerum</i> (DC.) Arcang. - Papaveraceae	n	x	x	x			
<i>Parietaria debilis</i> G. Forst. - Urticaceae	n	x					
<i>Patellifolia patellaris</i> (Moq.) A. J. Scott, Ford-Lloyd & J. T. Williams - Chenopodiaceae	n	x	x	x			
<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss - Apiaceae	i	x					
<i>Phagnalon lowei</i> DC. - Asteraceae	M	x	x	x		x	
<i>Phalaris coerulea</i> Desf. - Poaceae	n	x					
<i>Phalaris paradoxa</i> L. - Poaceae	n	x					
<i>Phyllis nobla</i> L. - Rubiaceae	Mac	x	x	x	x	x	
<i>Plantago coronopus</i> L. - Plantaginaceae	n	x	x	x	x	x	
<i>Plantago leiopetala</i> Lowe - Plantaginaceae	M			x			

Espécies	Origem	I. de Cima	I. da Cal	I. de Ferro	I. de Fora	I. das Cenouras	I. da Fonte da Areia
<i>Plantago maderensis</i> Decne. - Plantaginaceae	M		x	x			
<i>Plantago ovata</i> Forssk. - Plantaginaceae	n	x		x			
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L. - Caryophyllaceae	n	x	x	x			
<i>Polypogon maritimus</i> Willd. - Poaceae	n	x	x				
<i>Polypogon monspeliensis</i> (L.) Desf. - Poaceae	n		x				
<i>Prasium majus</i> L. - Lamiaceae	n		x				
<i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All. ssp. rugosum - Brassicaceae	n	x	x				
<i>Rostraria cristata</i> (L.) Tzvelev - Poaceae	n	x	x				
<i>Rubia fruticosa</i> Aiton - Rubiaceae	Mac	x					
<i>Rumex bucephalophorus</i> L. ssp. <i>canariensis</i> (Steinh.) Rech. f. var. <i>canariensis</i> - Polygonaceae	Mac	x	x	x			
<i>Ruta chalepensis</i> L. - Rutaceae	n	x				x	
<i>Schismus barbatus</i> (L.) Thell. - Poaceae	n	x					
<i>Scolymus maculatus</i> L. - Asteraceae	n	x					
<i>Scorpiurus sulcatus</i> L. - Fabaceae	n	x	x	x			
<i>Scrophularia lowei</i> Dalgaard - Scrophulariaceae	M	x	x				
<i>Sedum nudum</i> Aiton - Crassulaceae	M		x				
<i>Senecio incrassatus</i> Lowe - Asteraceae	Mac	x	x	x	x	x	
<i>Sideroxylon mirmulans</i> R. Br. - Sapotaceae	M	x	x				
<i>Silene uniflora</i> Roth - Caryophyllaceae	n	x	x	x			
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke - Caryophyllaceae	n	x	x				
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertn. - Asteraceae	n		x				
<i>Solanum nigrum</i> L. ssp. <i>nigrum</i> - Solanaceae	n	x				x	
<i>Soliva stolonifera</i> (Brot.) G. Don - Asteraceae	i	x					
<i>Sonchus oleraceus</i> L. - Asteraceae	n	x	x	x		x	
<i>Sonchus parathalassius</i> R. Jardim & M. Seq. - Asteraceae	PS	x	x		x	x	x
<i>Sonchus ustulatus</i> Lowe - Asteraceae	M			x	x		x
<i>Spergularia marina</i> (L.) Besser - Caryophyllaceae	n	x		x			
<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq. - Lamiaceae	n			x			
<i>Stipa capensis</i> Thunb. - Poaceae	n	x	x	x		x	
<i>Suaeda vera</i> J. F. Gmel - Chenopodiaceae	n		x	x			
<i>Teesdalia coronopifolia</i> (J. P. Bergeret) Thell. - Brassicaceae	n	x		x			
<i>Tetragonia tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze - Aizoaceae	i	x		x			
<i>Tolpis succulenta</i> (Dryand.) Lowe - Asteraceae	M	x	x	x			
<i>Trifolium angustifolium</i> L. - Fabaceae	n			x			
<i>Trifolium dubium</i> Sibth. - Fabaceae	n			x			
<i>Trifolium scabrum</i> L. - Fabaceae	n			x			
<i>Triplachne nitens</i> (Guss.) Link - Poaceae	n	x	x	x			
<i>Urospermum picroides</i> (L.) F. W.- Schmidt - Asteraceae	n	x	x	x			
<i>Urtica portosanctana</i> Press - Urticaceae	M	x	x				
<i>Vicia costae</i> A. Hansen - Fabaceae	PS	x		x			
<i>Vicia parviflora</i> Cav. - Fabaceae	n	x		x			
<i>Whalenbergia lobelioides</i> (L. f.) Link ssp. <i>lobelioides</i> - Campanulaceae	Mac	x	x				

M – endémica do arquipélago da Madeira
Mac – endémica da Macaronésia
PS - endémica do Porto Santo
n – nativa
i – introduzida
ex - extinta

LISTA DE ESPÉCIES DUNARES

(Capelo, J.; Costa, José C.; Jardim, Roberto; Sequeira, Miguel; Aguiar, Carlos; Espírito-Santo, Dalila; Lousã, Mário. 2003. The vegetation of Madeira: IV - Coastal Vegetation of Porto Santo Island (Archipelag of Madeira). Notas do Herbário da Estação Florestal Nacional

Anagallis arvenses L. - Primulaceae - n
Asphodelus fistulosus L. - Liliaceae - n
Beta procumbens Lange - Chenopodiaceae -
Brachypodium distachyum (L.) P. Beauv. - Poaceae - n
Bromus rigidus Roth - Poaceae - n
Cakile maritima Scop. - Brassicaceae - n
Calendula maderensis DC. - Asteraceae - M
Calystegia soldanella (L.) Roem. & Sschult. - Convolvulaceae - n
Carpobrotus edulis (L.) L. Bolus - Aizoaceae - i
Chenopodium murale L. - Chenopodiaceae - n
Crepis divaricata F. Schultz. - Asteraceae - M
Crithmum maritimum L. - Apiaceae - n
Cynodon dactylon (L.) Pers. - Gramineae - n
Cyperus rotundus L. - Cyperaceae - i
Emex spinosa Campd. - Polygonaceae - n
Euphorbia paralias L. - Euphorbiaceae - n
Euphorbia terracina L. - Euphorbiaceae - n
Frankenia laevis L. - Frankeniaceae - n
Gastridium ventricosum (Gouan) Shinz & Thell. - Poaceae - n
Hedypnois cretica (L.) Dum. Cours. - Asteraceae - n
Herniaria cinerea DC. - Illecebraceae - n
Lavatera cretica L. - Malvaceae - n
Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat. - Asteraceae - n
Limonium pyramidatum Brullo & Erben - Plumbaginaceae - M
Lolium rigidum Gaudin - Poaceae - i
Lotus glaucus Aiton - Fabaceae - Mac
Lotus loweanus Webb. & Berthel. - Fabaceae - PS
Matthiola maderensis Lowe - Cruciferae - M
Medicago polymorpha L. - Fabaceae - n
Melilotus indicus L. - Fabaceae - n
Mesembrianthemum crystallinum L. - Aizoaceae - i
Mesembryanthemum nodiflorum L. - Aizoaceae - n
Phagnalon hansenii Qaiser & Lack - Asteraceae - M
Phyllis nobla L. - Rubiaceae - Mac
Plantago coronopus L. - Plantaginaceae - n
Plantago maderensis Decne. - Plantaginaceae - M
Polygonum maritimum L. - Polygonaceae - n
Salsola kali L. - Chenopodiaceae - n
Satureja thymoides Briq. - Lamiaceae - M
Scorpiurus muricatus L. - Leguminosae - n
Senecio incrassatus Lowe - Asteraceae - Mac
Sonchus oleraceus L. - Asteraceae - n
Sonchus tenerrimus L. - Asteraceae - i

Spergularia marina (L.) Griseb. - Caryophyllaceae - n

Tolpis succulenta (Dryand.) Lowe - Asteraceae – M

M – endémica do arquipélago da Madeira

Mac – endémica da Macaronésia

PS – endémica do Porto Santo

n – nativa

i – introduzida



—
Matosinhos

R. Tomás Ribeiro, nº412 – 2º
4450-295 Matosinhos Portugal

Tel (+351) 229 399 150
Fax (+351) 229 399 159

Lisboa

Av. 5 de Outubro
nº77 – 6º Esq
1050-012 Lisboa Portugal

Tel (+351) 213 513 200
Fax (+351) 213 513 201

geral@quaternaire.pt
www.quaternaire.pt

—