OEMA

Ordenamento do Espaço Marítimo – Açores

VOLUME IV-A

RELATÓRIO DE CARACTERIZAÇÃO SUBDIVISÃO AÇORES

• Versão para Discussão Pública •

Governo dos Açores

DEZEMBRO 2023

PLANO DE SITUAÇÃO

ORDENAMENTO DO ESPAÇO MARÍTIMO NACIONAL

SUBDIVISÃO AÇORES

Ordenamento do Espaço Marítimo – Açores

VOLUMES DO PSOEM - SUBDIVISÃO DOS AÇORES

VOLUME I Enquadramento, Estrutura e Dinâmica
Adenda

VOLUME II Metodologia Geral: Servidões, Usos e Atividades
Adenda

VOLUME III-A Espacialização de Servidões, Usos e Atividades da Subdivisão dos Açores

VOLUMES QUE ACOMPANHAM O PSOEM - SUBDIVISÃO DOS AÇORES

VOLUME IV-A Relatório de Caracterização da Subdivisão dos Açores

VOLUME V Relatório Ambiental: Avaliação Ambiental Estratégica
Adenda

VOLUME VI Resumo Não Técnico do Relatório Ambiental
Adenda

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS IX

ÍNDICE DE TABELAS XVIII

LISTA DE ACRÓNIMOS XXII

PARTE I. ENQUADRAMENTO 26

A.1. ANTECEDENTES E FONTES GENÉRICAS UTILIZADAS 26

A.2. ENQUADRAMENTO GERAL GEOGRÁFICO, GEOPOLÍTICO E ADMINISTRATIVO 27

PARTE II. CONDIÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS 31

A.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS 31

A.4. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS 50

A.5. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS 56

A.6. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS, FÍSICAS E QUÍMICAS 62

PARTE III. INTERFACE TERRA-MAR 92

A.7. CARACTERIZAÇÃO GERAL 92

A.8. GEOMORFOLOGIA COSTEIRA 94

A.9. LITORALIZAÇÃO 96

PARTE IV. BIODIVERSIDADE MARINHA 100

A.10. HABITATS E BIÓTOPOS 100

A.10.1. Biótopos pelágicos 100

A.10.1.1. Zona Fótica - Epipelágica 100

A.10.1.2. Zona Disfótica e Afótica (meso-, abisso- e batipelágica) 101

A.10.2. Biótopos bentónicos 102

A.10.2.1. Biótopos bentónicos costeiros 106

A.10.2.1.1. Zona Intertidal 109

A.10.2.1.1.1. Ambientes do Intertidal Rochoso 110

A.10.2.1.1.2. Habitat/Biótopo Poças de Maré 113

A.10.2.1.1.3. Habitat/Biótopo Intertidal Sedimentar - Praias 114

A.10.2.1.2. Zona Infralitoral 115

A.10.2.1.2.1 Habitat/Biótopo Intertidal Rochoso 115

A.10.2.1.2.2. Habitats / Biótopos bentónicos oceânicos 120

A.10.2.1.3. Andar Circalitoral 120

A.10.2.2. Biótopos bentónicos oceânicos 126

A.10.2.2. 1. Zona Batial Superior (200-1000 m) 126

A.10.2.2.2. Zona Batial Média (1000-2000 m) 132
A.10.2.2.2.1. Ambientes do Batial Médio Rochoso 132
A.10.2.2.2.2. Ambientes do Batial Médio Sedimentar 133
A.10.2.2.3. Zona Batial Inferior (2 000-3 000m) e Abissal (<3 000 m) 139
A.10.2.2.3.1. Habitat/Biótopo Batial Inferior e Abissal Rochoso 139
A.10.2.2.3.2. Habitat/Biótopo Batial Inferior e Abissal Sedimentar 139
A.10.2.2.4. Montes Submarinos (circalitorais a abissais) 140
A.10.2.2.5. Habitats hidrotermais 141
A.10.2.2.5.1. Habitat/Biótopo de FHBP 141
A.10.2.2.5.2. Habitat/Biótopo de FHP 143
A.11. GRUPOS FUNCIONAIS 146
A.11.1. Grupos Autotróficos 146
A.11.1.1. Fitoplâncton & Fitobentos 146
A.11.1.2. Macroalgas e plantas marinhas 147
A.11.2. Grupos heterotróficos - Invertebrados marinhos 147
A.11.2.1. Zooplâncton & Micronécton 147
A.11.2.2. Macroplâncton e Macronécton– diversos grupos 148
A.11.2.3. Macronêcton - cefalópodes 149
A.11.3. Grupos heterotróficos - Vertebrados marinhos 150
A.11.3.1. Ictiofauna marinha 150
A.11.3.2. Répteis marinhos 160
A.11.3.3. Aves marinhas 162
A.11.3.4. Mamíferos marinhos 172
A.12. BIODIVERSIDADE ESPECÍFICA 192
PARTE V. ÁREAS DE RELEVO PARA A CONSERVAÇÃO 194
A.13. ENQUADRAMENTO LEGAL DAS ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS NOS AÇORES 194
A.14. ESTATUTOS DE PROTEÇÃO AO ABRIGO DA POLÍTICA COMUNITÁRIA E INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO MARINHA 197
A.14.1. Rede Natura 2000 197
A.14.2. Convenção OSPAR 201
A.14.3. Convenção RAMSAR 202
A.14.4. Reservas da Biosfera 203
A.15. REDE DE ÁREAS PROTEGIDAS DOS AÇORES 204
A.15.1. Parques Naturais de Ilha 204
A.15.1.1. Parque Natural de Ilha do Corvo 205
A.15.1.2. Parque Natural de Ilha das Flores 206

A.15.1.3. Parque Natural de Ilha do Faial 207
A.15.1.4. Parque Natural de Ilha do Pico 207
A.15.1.5. Parque Natural de Ilha de São Jorge 208
A.15.1.6. Parque Natural de Ilha da Graciosa 209
A.15.1.7. Parque Natural de Ilha da Terceira 209
A.15.1.8. Parque Natural de Ilha de São Miguel 210
A.15.1.9. Parque Natural de Ilha de Santa Maria 211
A.15.1.10. Áreas de interação terra-mar dos PNI 212
A.15.2. Parque Marinho dos Açores 214
A.16. OUTRAS ÁREAS E ESTATUTOS ESPACIAIS DE RELEVO PARA A CONSERVAÇÃO 217
A.16.1. Planos de Ordenamento da Orla Costeira 217
A.16.2. Reserva Voluntária do Caneiro dos Meros 218
A.16.3. Áreas de Restrição à Pesca 219
A.16.4. Áreas de Reserva do Regime da Apanha 222
A.16.5 Parques Arqueológicos Subaquáticos 224
A.16.6. Geoparque e Geossítios dos Açores 225
A.16.7. Cavidades Vulcânicas dos Açores 229
A.16.8. Paleoparque Santa Maria 229
A.16.9 Ecossistemas Marinhos Vulneráveis 230
A.16.10. Áreas Marinhas Ecológica ou Biologicamente Significativas 235
A.16.11. Áreas Importantes para as Aves Marinhas 237
PARTE VI. PRESSÕES, IMPACTES E ESTADO AMBIENTAL 239
A.17. ATIVIDADES, PRESSÕES E IMPACTES 240
A.17.1. Defesa do litoral e proteção contra inundações 240
A.17.2. Reestruturação da morfologia do fundo marinho 241
A.17.3. Extração de minerais 243
A.17.4. Transporte de eletricidade e comunicação por cabos 244
A.17.5. Apanha e pesca profissional e lúdica 245
A.17.6. Aquicultura marinha 247
A.17.7. Agricultura e pecuária 248
A.17.8. Infraestruturas de transportes e transporte marítimo 249
A.17.9. Utilizações urbanas e industriais 250
A.17.10. Turismo e lazer 253
A.17.11. Atividades de investigação, de pesquisa e de educação 254
A.18. ESTADO AMBIENTAL 255

A.18.1. Biodiversidade 259
A.18.2. Espécies não indígenas 261
A.18.3. Populações de peixes e moluscos explorados para fins comerciais 269
A.18.4. Teias tróficas 271
A.18.5. Eutrofização antropogénica 273
A.18.6. Integridade dos fundos marinhos 282
A.18.7. Alteração das condições hidrográficas 289
A.18.8. Contaminantes no meio marinho 293
A.18.9. Contaminantes em organismos marinhos 296
A.18.10. Lixo marinho 301
A.18.11. Ruído 311
PARTE VII. INFORMAÇÃO SOCIOECONÓMICA 314
A.19. ECONOMIA DO MAR NOS AÇORES 316
A.19.1. Recursos Marinhos Vivos 320
A.19.1.1. PESCA COMERCIAL, APANHA DE ALGAS E OUTROS PRODUTOS DO MAR 320
A.19.1.2. AQUICULTURA 324
A.19.1.3. PROCESSAMENTO E TRANSFORMAÇÃO DO PESCADO 324
A.19.1.3. COMERCIALIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA PESCA E DA AQUICULTURA 326
A.19.2. Recursos marinhos não vivos 328
A.19.2.1. EXTRAÇÃO DE RECURSOS MINERAIS NÃO METÁLICOS 328
A.19.2.2. IMERSÃO DE DRAGADOS 329
A.19.3. Portos, transportes e logística, construção, manutenção e reparação navais 330
A.19.3.1. PORTOS, MARINAS, NÚCLEOS DE PESCA E NÚCLEOS DE RECREIO NÁUTICO 330
A.19.3.2. TRANSPORTES MARÍTIMOS DE PASSAGEIROS E DE MERCADORIAS 333
A.19.3.3. CONSTRUÇÃO, MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO NAVAIS 337
A.19.4. Recreio, desporto, turismo e cultura 338
A.19.4.1. USOS BALNEARES E RECREATIVOS 338
A.19.4.2. ATIVIDADES DESPORTIVAS 339
A.19.4.3. NÁUTICA DE RECREIO 340
A.19.4.4. PESCA LÚDICA 341
A.19.4.5. TURISMO MARÍTIMO E COSTEIRO 342
A.19.4.6. ATIVIDADES CULTURAIS E PATRIMÓNIO CULTURAL SUBAQUÁTICO 343
A.19.5. Educação, ciência e tecnologia 344
A.19.5.1. INVESTIGAÇÃO, DESENVOLVIMENTO, INOVAÇÃO E CAPACITAÇÃO 344
A.19.5.2. MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL, RESTAURO E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA 346

A.19.5.3. EDUCAÇÃO E SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL E ECOLÓGICA 346
A.19.6. Vigilância, inspeção, defesa e segurança 346
A.19.7. Infraestruturas e equipamentos marítimos 350
A.19.7.1. CABOS SUBMARINOS 350
A.19.7.2. EMISSÁRIOS SUBMARINOS 351
A.19.7.3. ESTRUTURAS DE DEFESA COSTEIRA 351
A.19.8. Novos usos e recursos do mar 352
A.19.8.1. ENERGIAS RENOVÁVEIS MARINHAS 352
A.19.8.2. BIOTECNOLOGIA MARINHA 353
A.19.8.3. AFUNDAMENTO DE NAVIOS OU DE OUTRAS ESTRUTURAS (RECIFES ARTIFICIAIS) 354
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 355

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. ZONAS MARÍTIMAS SOB SOBERANIA E/ OU JURISDIÇÃO NACIONAL ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019). 28

FIGURA 2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS DO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (HARRIS ET AL., 2014). 31

FIGURA 3. BATIMETRIA DAS ZONAS MARÍTIMAS ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (IH, 2019, 2018, 2010; PROJETO CORALFISH, 2013; PROJETOS MARINOVA & MAROVA, 2003; EMODNET, 2018). 33

FIGURA 4. MONTES SUBMARINOS NAS ZONAS MARÍTIMAS ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (MORATO ET AL., 2008). 34

FIGURA 5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DO FUNDO MARINHO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (HARRIS ET AL., 2014). 35

FIGURA 6. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO ÀS ILHAS DO CORVO E DAS FLORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PROJETO MARSP, 2019; IH, 2019). 36

FIGURA 7. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DO FAIAL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PROJETO MARSP, 2019; IH, 2019). 37

FIGURA 8. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DO PICO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019). 37

FIGURA 9. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA TERCEIRA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019). 38

FIGURA 10. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA TERCEIRA. FONTE: ADAPTADO DE QUARTAU ET AL., 2014. 38

FIGURA 11. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DE SÃO JORGE. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE MARSP, 2019; IH, 2019). 39

FIGURA 12. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA GRACIOSA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE MARSP, 2019; IH, 2019). 39

FIGURA 13. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DE SANTA MARIA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PLATMAR, 2016; IH, 2019). 40

FIGURA 14. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DE SÃO MIGUEL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019). 41

FIGURA 15. TIPO DE SEDIMENTO DO FUNDOS MARINHO NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE PERÁN ET AL., 2016. 41

FIGURA 16. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DAS FLORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2005). 44

FIGURA 17. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DO FAIAL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2002). 45

FIGURA 18. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTOS NA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DO PICO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2002). 46

FIGURA 19. INTERPRETAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA PORÇÃO IMERSA DA ILHA TERCEIRA. FONTE: ADAPTADO DE CHIOCCI ET AL., 2013 46

FIGURA 20. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES NA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DE SANTA MARIA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PLATMAR, 2017). 48

FIGURA 21. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES NA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DE SÃO MIGUEL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2005). 48

FIGURA 22. PADRÕES GERAIS DE CIRCULAÇÃO OCEÂNICA NO ATLÂNTICO NORTE, REPRESENTADOS A PARTIR DE MÉDIAS DERIVADAS DO PRODUTO OSCAR (OCEAN SURFACE CURRENT ANALYSIS - REAL TIME) DA NOAA, ENTRE 2004 E 2014. FONTE: CALDEIRA & REIS, 2017 57

FIGURA 23. PADRÕES GERAIS DE CIRCULAÇÃO OCEÂNICA NO ATLÂNTICO CENTRAL/ NORDESTE (ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES REPRESENTADO DENTRO DE CÍRCULO) A CERCA DE 100 M DE PROFUNDIDADE E PARA DUAS ESTAÇÕES DO ANO DIFERENTES: A – VERÃO, B - INVERNO. ESTES PADRÕES MÉDIOS DE CIRCULAÇÃO FORAM DERIVADOS DE DADOS ENTRE 1947 E 1988. FONTE: ALVES (1993) IN SRMCT (2014). 58

FIGURA 24. ORIENTAÇÃO E INTENSIDADE TEMPORAL DA CORRENTE AO LONGO DE UM ANO MÉDIO E NUM PONTO A ESTE DOS AÇORES (22º W, 38º N). FONTE: FONTE: ALVES (1993) IN SRMCT (2014). 58

FIGURA 25. INTENSIDADE DAS CORRENTES NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 60

FIGURA 26. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%) DA DIREÇÃO MÉDIA E ALTURA SIGNIFICATIVA PARA O GRUPO ORIENTAL (A), OCIDENTAL (B) E CENTRAL (C). FONTE: ADAPTADO DE IH, 2010 62

FIGURA 27. MÉDIA (A) E AMPLITUDE (B) DA TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE (TSM) (ºC), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, ENTRE 2003 E 2013. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017 63

FIGURA 28. VALORES MENSAIS (A) E ANUAIS (B) DA MÉDIA, DESVIO PADRÃO E AMPLITUDE (BOXPLOT) DOS VALORES DA TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE, PARA O PERÍODO DE 2003 A 2013, CALCULADOS PELA MÉDIA DOS VALORES ANUAIS DE CADA MÊS E DOS VALORES MENSAIS DE CADA ANO, RESPETIVAMENTE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017 64

FIGURA 29. MÉDIA INTERANUAL DOS VALORES DA TEMPERATURA (ºC) DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, PARA O PERÍODO DE 2002 A 2013. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (PERÁN ET AL., 2014) 65

FIGURA 30. SÉRIE TEMPORAL DE VALORES DE TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE (TSM) PARA CADA GRUPO DE ILHAS DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE CALDEIRA & REIS, 2017. 65

FIGURA 31. PERFIS VERTICAIS DE TEMPERATURA (ºC) DA ÁGUA DO MAR NA REGIÃO DOS AÇORES, E DESVIO PADRÃO ASSOCIADO (A SOMBREADO) ATENDENDO À VARIABILIDADE ESPACIAL DOS VALORES OBSERVADOS A CADA PROFUNDIDADE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017. 66

FIGURA 32. VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA (ºC) ESTIMADA NO FUNDO DO MAR, NA REGIÃO DOS AÇORES, POR METODOLOGIA DE REFINAMENTO DA RESOLUÇÃO BASEADA EM BATIMETRIA, UTILIZANDO SEIS MÉDIAS DECADAIS (CALCULADAS DE 1955 A 2012). FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017. 67

FIGURA 33. PERFIS VERTICAIS DE SALINIDADE (TSU) DA ÁGUA DO MAR NA REGIÃO DOS AÇORES, E DESVIO PADRÃO ASSOCIADO (A SOMBREADO) ATENDENDO À VARIABILIDADE ESPACIAL DOS VALORES OBSERVADOS A CADA PROFUNDIDADE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017. 68

FIGURA 34. VALORES MÉDIOS DE SALINIDADE (TSU) ESTIMADA NO FUNDO DO MAR, NA REGIÃO DOS AÇORES, POR METODOLOGIA DE REFINAMENTO DA RESOLUÇÃO BASEADA EM BATIMETRIA, UTILIZANDO SEIS MÉDIAS DECADAIS (CALCULADAS DE 1955 A 2012). FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017. 69

FIGURA 35. PH NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TEMPERA ET AL., 2009)..... 72

FIGURA 36. ALCALINIDADE NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TEMPERA ET AL., 2009). 72

FIGURA 37. SATURAÇÃO DE ARAGONITA NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TEMPERA ET AL., 2009)..... 73

FIGURA 38. SATURAÇÃO DE CALCITA NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TEMPERA ET AL., 2009)..... 73

FIGURA 39. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES A) FOSFATO, B) NITRATOS E C) SILICATO NO FUNDO DO MAR (µMOL/L), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TEMPERA ET AL., 2009). 75

FIGURA 40. VALORES MÉDIOS DE NUTRIENTES (µMOL/L) -SILICATOS, NITRATOS E FOSFATOS - ESTIMADA NO FUNDO DO MAR, NA REGIÃO DOS AÇORES, POR METODOLOGIA DE REFINAMENTO DA RESOLUÇÃO BASEADA EM BATIMETRIA. A MÉDIA CLIMATOLÓGICA FOI CALCULADA COM BASE NOS DADOS DISPONÍVEIS, INDEPENDENTEMENTE DO PERÍODO DE TEMPO (DESDE O INÍCIO DE 1900). FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017..... 76

FIGURA 41. PERFIS VERTICAIS DE NUTRIENTES (µMOL/L) -SILICATO, NITRATO E FOSFATO - DA ÁGUA DO MAR NA REGIÃO DOS AÇORES, E DESVIO PADRÃO ASSOCIADO (A SOMBREADO) ATENDENDO À VARIABILIDADE ESPACIAL DOS VALORES OBSERVADOS A CADA PROFUNDIDADE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017. 76

FIGURA 42. MÉDIA (A) E VARIABILIDADE (B) DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-A (MG/M3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, ENTRE 2003 E 2013. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017..... 78

FIGURA 43. VALORES MENSAIS (A) E ANUAIS (B) DA MÉDIA, DESVIO PADRÃO E AMPLITUDE (BOXPLOT) DOS VALORES DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-A (MG/M3), PARA O PERÍODO DE 2003 A 2013, CALCULADOS PELA MÉDIA DOS VALORES ANUAIS DE CADA MÊS E DOS VALORES MENSAIS DE CADA ANO, RESPETIVAMENTE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017..... 79

FIGURA 44. VALORES MENSAIS (A) E ANUAIS (B) DA MÉDIA, DESVIO PADRÃO E AMPLITUDE (BOXPLOT) DOS VALORES DA DA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA (NPP) (MGC/M2/DIA), CARBONO INORGÂNICO PARTICULADO (PIC) (MOL/M3) E CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (POC) (MG/M3), PARA O PERÍODO DE 2003 A 2013, CALCULADOS PELA MÉDIA DOS VALORES ANUAIS DE CADA MÊS E DOS VALORES MENSAIS DE CADA ANO, RESPETIVAMENTE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017. 81

FIGURA 45. MÉDIA (A) E VARIABILIDADE (B) DA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA (NPP) (MGC/M2/DIA), CARBONO INORGÂNICO PARTICULADO (PIC) (MOL/M3) E CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (POC) (MG/M3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, ENTRE 2003 E 2013. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM ET AL., 2017..... 82

FIGURA 46. MÉDIA INTERANUAL DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-A (MG/M3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA (NASA OCEAN COLOR), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, PARA O PERÍODO DE 2002 A 2013. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (PERÁN ET AL., 2014). 83

Figura 47. Média interanual da Radiação Fotossintética Disponível (RFD) (Einstein/m2/dia), obtida a partir de dados de deteção remota (NASA Ocean Color), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, para o período de 2002 a 2013. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Perán et al., 2014). 83

Figura 48. Média interanual de produtividade (mgC/m2/dia), obtida a partir de dados de deteção remota (NASA Ocean Color), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, para o período de 2002 a 2013. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Perán et al., 2014). 84

Figura 49. Média interanual de Carbono Orgânico Particulado (POC) (mg/m3), obtida a partir de dados de deteção remota (NASA Ocean Color), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, para o período de 2002 a 2013. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Perán et al., 2014). 84

Figura 50. Média interanual de Carbono Inorgânico Particulado (PIC) (mol/m3), obtida a partir de dados de deteção remota (NASA Ocean Color), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, para o período de 2002 a 2013. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Perán et al., 2014).. 85

Figura 51. Utilização aparente de oxigénio (ml/l) no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Tempera et al., 2009). 86

Figura 52. Oxigénio dissolvido no fundo do mar (ml/l) no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Tempera et al., 2009). 87

Figura 53. Representação da variação sazonal do oxigénio dissolvido na coluna de água consoante da profundidade no canal Pico-Faial (A) e no banco submarino Condor (B), durante os meses de verão 2009 ("V_09"), outono de 2009 ("O_09") e inverno/primavera de 2010 ("I/P_10"). Fonte: Santos (2011) in SRMCT (2014). 88

Figura 54. Previsão de mudanças de pH entre as condições presentes e futuras (2100), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Morato et al., 2020). 89

Figura 55. Previsão de mudanças da aragonite (Ω) entre as condições presentes e futuras (2100), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Morato et al., 2020). 89

Figura 56. Previsão de mudanças da calcite (Ω) entre as condições presentes e futuras (2100), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Morato et al., 2020). 90

Figura 57. Previsão de mudanças do oxigénio (ml/l) entre as condições presentes e futuras (2100), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Morato et al., 2020)..... 90

Figura 58. Previsão de mudanças de partículas orgânicas de carbono (mgC/m2/dia) entre as condições presentes e futuras (2100), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Morato et al., 2020). 91

Figura 59. Previsão de mudanças de temperatura (ºC) entre as condições presentes e futuras (2100), no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Fonte: Rodrigues et al., 2020 (Morato et al., 2020)..... 91

Figura 60. Densidade Populacional por concelho na RAA (2018). 97

FIGURA 61. NÍVEL DE ARTIFICIALIZAÇÃO DA COSTA EM ILHAS DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE SEAEXPERT, 2018; SRMCT, 2020. 98

FIGURA 62. MAPA EM LARGA ESCALA DE HABITATS CONSIDERADOS NA DQEM PARA A SUBDIVISÃO DOS AÇORES, DE ACORDO COM DADOS EMODNET. FONTE: SRMCT, 2020. 103

FIGURA 63. LOCALIZAÇÃO DAS GRUTAS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE SCHMIING ET AL., 2015; SRMCT, 2020..... 107

FIGURA 64. LOCAIS DE OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE CAMPOS LITORAIS DE MAËRL NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SCHMIING ET AL., 2015; SRMCT, 2020). 109

FIGURA 65. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA DO HABITAT ADEQUADO (PROBABILIDADE DE PRESENÇA) DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS DAS FAMÍLIAS/GÉNEROS/ESPÉCIES (A) ACANELLA ARBUSCULA, (B) ACANTHOGORGIIDAE, (C) CALLOGORGIA VERTICILLATA, (D) CORALLIIDAE, (E) DENTOMURICEA SP., (F) ERRINA DABNEYI, (G) LEIOPATHES SP., (H) LOPHELIA PERTUSA, (I) MADREPORA OCULATA, (J) NARELLA SP., (L) NARELLA VERSLUYSI, (M) PARACALYPTROPHORA JOSEPHINAE, (N) PARAGORGIA JOHNSONI, (O) SOLENOSMILIA VARIABILIS, E (P) VIMINELLA FLAGELLUM. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TARANTO ET AL., DADOS NÃO PUBLICADOS). 137

FIGURA 66. DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (TARANTO ET AL., DADOS NÃO PUBLICADOS). 138

FIGURA 67. OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE COLÓNIAS DE ESPÉCIES DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS ERRINA DABNEYI, LEIOPATHES SPP., LOPHELIA PERTUSA E MADREPORA OCULATA NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 138

FIGURA 68. LOCAIS DE OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE FONTES HIDROTERMAIS DE BAIXA PROFUNDIDADE NOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE COUTO ET AL., 2015; LOCAQUA, 2015; DRAM, 2020)... 142

FIGURA 69. LOCAIS DE OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE FONTES HIDROTERMAIS DE ELEVADA PROFUNDIDADE NOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (COLAÇO ET AL., 2011)..... 142

FIGURA 70. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA DO HABITAT ADEQUADO (PROBABILIDADE DE PRESENÇA) DAS ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS DE PROFUNDIDADE (A) CENTROPHORUS SQUAMOSUS, (B) CENTROSCYMNUS COELOLEPIS, (C) CENTROSCYMNUS OWSTONII, (D) CENTROSELACHUS CREPIDATER, (E) DALATIAS LICHA, (F) DEANIA CALCEA, (G) DEANIA PROFUNDORUM, (H) DIPTURUS BATIS, (I) ETMOPTERUS PRINCEPS, (J) ETMOPTERUS PUSILUS, (L) ETMOPTERUS SPINAX, (M) ETMOPTERUS GALEUS, (N) LEUCORAJA FULLONICA, (O) RAJA CLAVATA, E (P) SQUALIOLUS LATICAUDUS. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (DAS ET AL., 2022). 154

FIGURA 71. DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE TUBARÕES E RAIAS DE PROFUNDIDADE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (DAS ET AL., 2022). 155

FIGURA 72. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES (A) PHYCIS PHYCIS, (B) BERYX SPLENDENS, (C) PONTINUS KUHLII, (D) HELICOLENUS DACTYLOPTERUS, (E) PAGELLUS BOGARAVEO, E (F) BERYX DECADACTYLUS. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (PARRA ET AL., 2017). 158

FIGURA 73. DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA COMERCIAL DAS ESPÉCIES DE PEIXE DE PROFUNDIDADE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 (PARRA ET AL., 2017). 159

FIGURA 74. DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE TAMANHOS (EM PERCENTAGEM) DA FASE OCEÂNICA DAS TARTARUGAS CAPTURADAS NAS ÁGUAS DOS AÇORES (CARETTA CARETTA). FONTE: ADAPTADO DE BOLTEN ET AL. (2003) E SANTOS ET AL. (2007) IN SRMCT (2014). 161

FIGURA 75. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE CALONECTRIS DIOMEDEA BOREALIS, DE MAIO A OUTUBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 168

FIGURA 76. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE STERNA HIRUNDO, DE MAIO A OUTUBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 169

FIGURA 77. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE STERNA DOUGALLII, DE MAIO A AGOSTO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 170

FIGURA 78. ÍNDICE DA LISTA VERMELHA DA IUCN E DA BIRD LIFE INTERNATIONAL PARA O NÍVEL DE AMEAÇA DE VÁRIOS GRUPOS DE AVES. FONTE: SRMCT, 2014. 171

FIGURA 79. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE BALAENOPTERA ACUTOROSTRATA, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 175

FIGURA 80. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE BALAENOPTERA BOREALIS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 176

FIGURA 81. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE BALAENOPTERA PHYSALUS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 177

FIGURA 82. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE BALAENOPTERA MUSCULUS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 178

FIGURA 83. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE PHYSETER MACROCEPHALUS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 179

FIGURA 84. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE ZIPHIUS CAVIROSTRIS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 180

FIGURA 85. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE HYPEROODON AMPULLATUS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 181

FIGURA 86. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA MESOPLODON SPP., DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020 182

FIGURA 87. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE TURSIOPS TRUNCATES, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 183

FIGURA 88. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE STENELLA FRONTALIS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 184

FIGURA 89. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE STENELLA COERULEOALBA, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 185

FIGURA 90. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE DELPHINUS DELPHIS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 186

FIGURA 91. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE ORCINUS ORCA, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 187

FIGURA 92. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE GRAMPUS GRISEUS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 188

FIGURA 93. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE PSEUDORCA CRASSIDENS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 189

FIGURA 94. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE GLOBICEPHALA MACRORHYNCHUS, DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 190

FIGURA 95. COMPONENTE MARINHA DAS ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS DA REDE NATURA 2000 NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES, INSERIDA NO PARQUE MARINHO DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; DRAM, 2016). 199

FIGURA 96. COMPONENTE MARINHA DAS ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS DA REDE NATURA 2000 NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES, INSERIDA NOS PARQUES NATURAIS DE ILHA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020). 200

FIGURA 97. ÁREAS CLASSIFICADAS AO ABRIGO DA CONVENÇÃO OSPAR (REGIÃO V) INCLUÍDAS NA REDE DE ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE OSPAR, 2018). 201

FIGURA 98. ÁREAS CLASSIFICADAS COMO RESERVAS DA BIOSFERA DA UNESCO NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES (ILHAS DAS FLORES, CORVO, GRACIOSA E SÃO JORGE). FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020). 203

FIGURA 99. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DO CORVO, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).. 206

FIGURA 100. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DAS FLORES, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020). 206

FIGURA 101. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DO FAIAL, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).. 207

FIGURA 102. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DO PICO, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).. 208

FIGURA 103. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DE SÃO JORGE, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E DA CONVENÇÃO RAMSAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020). 208

FIGURA 104. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA GRACIOSA, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020)..... 209

FIGURA 105. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA TERCEIRA, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020). 210

FIGURA 106. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DE SÃO MIGUEL, INCLUINDO ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020). 210

FIGURA 107. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DE SANTA MARIA (A), COM DETALHE DOS ILHÉUS DAS FORMIGAS (B), INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000, E DAS CONVENÇÕES OSPAR E RAMSAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018). 211

FIGURA 108. ÁREAS PROTEGIDAS DO PARQUE MARINHO DOS AÇORES (A), COM DETALHE AO BANCO D. JOÃO DE CASTRO (B), INCLUINDO ÁREAS PROTEGIDAS DA RN2000 E DA CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018; DRAM, 2016)..... 216

FIGURA 109. RESERVA VOLUNTÁRIA DO CANEIRO DOS MEROS, NA ILHA DO CORVO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DRAM, 2020)..... 219

FIGURA 110. ÁREAS REGULAMENTADAS AO EXERCÍCIO DA PESCA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DRAM, 2020; DRP, 2020)..... 222

FIGURA 111. ÁREAS DE RESERVA DO REGIME DE APANHA NOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DRAM, 2020; DRP, 2020). 224

FIGURA 112. PARQUES ARQUEOLÓGICOS SUBAQUÁTICOS CLASSIFICADOS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DRC, 2020; DRAM, 2020). 225

FIGURA 113. GEOSSÍTIOS MARINHOS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (GEOPARQUE AÇORES, 2019 - DADOS CEDIDOS POR EVA LIMA & SARA MEDEIROS, SOB COORDENAÇÃO DE JOÃO CARLOS NUNES). 226

FIGURA 114. GEOSSÍTIOS COSTEIROS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: GEOPARQUE AÇORES, 2019 (DADOS CEDIDOS POR EVA LIMA & SARA MEDEIROS, SOB COORDENAÇÃO DE JOÃO CARLOS NUNES).. 229

FIGURA 115. ÁREAS DE SALVAGUARDA AO PALEOPARQUE DE SANTA MARIA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DECRETO LEGISLATIVO REGIONAL N.º 11/2018/A, DE 28 DE AGOSTO; DRAM, 2020)..... 230

FIGURA 116. ÁREAS DE EXCLUSÃO À PESCA PARA PROTEÇÃO DE VME NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES E NA PLATAFORMA CONTINENTAL ESTENDIDA PROPOSTA POR PORTUGAL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE REGULAMENTO (UE) 2019/1241, DE 20 DE JUNHO DE 2019; PORTARIA N.º 114/2014, DE 28 DE MAIO; DRAM, 2020). 232

FIGURA 117. ÍNDICE DE VME (A) E GRAU DE CONFIANÇA DE VME (B), OBTIDOS COM BASE NO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS MÚLTIPLOS, PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE UMA DETERMINADA ÁREA DO FUNDO DO MAR REPRESENTAR UM VME. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020. 234

FIGURA 118. INDICADORES DE VME CONHECIDOS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, OBTIDOS ATRAVÉS DE CRUZEIROS DE PESCA DEMERSAL. FONTE: RODRIGUES ET AL., 2020..... 235

FIGURA 119. PROPOSTAS DE EBSA PARA O ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES E PROPOSTA DE EXTENSÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL, APRESENTADAS NO WORKSHOP REGIONAL DA CONVENÇÃO PARA A DIVERSIDADE BIOLÓGICA, DE SETEMBRO DE 2019, EM ESTOCOLMO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE CBD, 2019). 237

FIGURA 120. ÁREAS IMPORTANTES PARA AS AVES MARINHAS NOS AÇORES. FONTE: RAMIREZ ET AL., 2008. 238

FIGURA 121. DESCRITORES DA DIRETIVA QUADRO ESTRATÉGIA MARINHA. ADAPTADO DE DGRM, 2022.. 255

FIGURA 122. CAPTURA ACIDENTAL DE TODOS OS ORGANISMOS EPIBENTÓNICOS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE PHAM ET AL. (2014) IN SRMCT (2020). 287

FIGURA 123. CAPTURA ACIDENTAL DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE PHAM ET AL. (2014) IN SRMCT (2020)..... 287

FIGURA 124. MÉDIA (BARRA), MEDIANA (PONTO AMARELO) E ERRO PADRÃO DOS VALORES DO NÚMERO DE ITENS RECOLHIDOS NAS 6 PRAIAS AMOSTRADAS, ENTRE 2016 E 2018. FONTE: PHAM (2019) IN SRMCT (2020). 303

FIGURA 125. ABUNDÂNCIA DE LIXO ENCONTRADO NAS CAMPANHAS DE LIMPEZA, EM PERCENTAGEM (%), POR CATEGORIA (PLÁSTICO, METAL, VIDRO E INDIFERENCIADO), ENTRE 2015 E 2018. FONTE: SRMCT (2020).. 305

FIGURA 126. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO MACROLIXO FLUTUANTE (>2,5CM) NOS TRÊS GRUPOS DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES (DADOS RECOLHIDOS ENTRE 2015 E 2018, PELO PROGRAMA POPA E PROJETO LIXAZ). FONTE: SRMCT, 2020. 306

FIGURA 127. MÉDIA (BARRA), MEDIANA (+) E ERRO PADRÃO DOS VALORES DO NÚMERO DE ITENS RECOLHIDOS NAS 4 PRAIAS AMOSTRADAS, ENTRE 2016 E 2018. FONTE: PHAM (2019) IN SRMCT (2020). 309

FIGURA 128. MÉDIA (BARRA), MEDIANA (+) E ERRO PADRÃO DOS VALORES DO NÚMERO DE ITENS RECOLHIDOS NAS 4 ÁREAS AMOSTRADAS, JULHO 2017 E OUTUBRO 2018. FONTE: PHAM (2019) IN SRMCT (2020)..... 310

FIGURA 129. ESTADO ATUAL, NA RAA, DE DESENVOLVIMENTO DAS VÁRIAS ATIVIDADES ASSOCIADAS AOS SUBSECTORES DA CONTA SATÉLITE DO MAR. FONTE: SMARTBLUE, 2019. 319

FIGURA 130. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO (A), VALOR ACRESCENTADO BRUTO (B) E VOLUME DE NEGÓCIOS (C), EM EUROS, NAS EMPRESAS DE PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS PRODUTOS DA PESCA E DA AQUICULTURA NOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020. 326

FIGURA 131. EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS (A), NÚMERO DE PESSOAL AO SERVIÇO (B) PRODUÇÃO (C) E E VOLUME DE NEGÓCIOS (D) DAS ATIVIDADES DE COMÉRCIO POR GROSSO E DE COMÉRCIO A RETALHO DE PEIXE, CRUSTÁCEOS E MOLUSCOS NOS AÇORES (2010-2017). FONTE: SRMCT, 2020. 327

FIGURA 132. EMBARQUES (PE) E DESEMBARQUES (PD) DE PASSAGEIROS, POR ILHA, ENTRE 2009 E 2019. A LINHA CONTÍNUA REPRESENTA OS EMBARQUES E A LINHA DESCONTÍNUA REPRESENTA OS DESEMBARQUES. FONTE: SREA, 2019A. 334

FIGURA 133. EVOLUÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS DE MERCADORIAS POR VIA MARÍTIMA, POR ILHA, ENTRE 2009-2018. AS LINHAS CONTÍNUAS REPRESENTAM AS DESCARGAS E AS LINHAS DESCONTÍNUAS AS CARGAS. FONTE: SREA, 2019A. 335

FIGURA 134. EVOLUÇÃO DA MERCADORIA CARREGADA E DESCARREGADA ENTRE 2009-2018. FONTE: SREA, 2019A. 335

FIGURA 135. EVOLUÇÃO DA ATIVIDADE ECONÓMICA DE TRANSPORTES MARÍTIMOS DE MERCADORIAS NOS AÇORES, ENTRE 2010-2017. FONTE: SRMCT, 2020; DADOS INE – SCIE. 337

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1. INDICADORES GEOGRÁFICOS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE SRMCT, 2014; SREA, 2019B. 28

TABELA 2. HABITATS DE CATEGORIAS EUNIS LISTADOS COMO AMEAÇADOS. FONTE: ADAPTADO DE GUBBAY ET AL. (2016) IN SRMCT (2020). 103

TABELA 3. ÁREA TOTAL DOS DIFERENTES HABITATS EM REDOR DE CADA ILHA DO ARQUIPÉLAGO. FONTE: ADAPTADO DE AFONSO ET AL. (2015) IN SRMCT (2020). 104

TABELA 4. ABUNDÂNCIA (% DE COBERTURA) DE DIFERENTES TIPOS DE HABITAT (EUNIS NÍVEL 4) ATÉ AOS 200M POR ILHA. FONTE: ADAPTADO DE SCHMIING ET AL. (2015) E SOLLELIET-FERREIRA (2016) IN SRMCT (2020). 105

TABELA 5. PRINCIPAIS ILHÉUS DOS AÇORES, QUE FORMAM UM HABITAT PARTICULAR. 119

TABELA 6. PRINCIPAIS BIÓTOPOS DE PROFUNDIDADE DOS AÇORES. FONTE: TEMPERA ET AL. (2013), BRAGA-HENRIQUES (2014), SRMCT (2014). 121

TABELA 7. LISTA DE TODAS AS FONTES HIDROTERMAIS DE BAIXA PROFUNDIDADE CONHECIDAS NOS AÇORES, COM A LOCALIZAÇÃO DA ILHA MAIS PRÓXIMA E O ESTATUTO DE PROTEÇÃO. 143

TABELA 8. FONTES HIDROTERMAIS DE PROFUNDIDADE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. 145

TABELA 9. RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DOS PRINCIPAIS CAMPOS HIDROTERMAIS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. 145

TABELA 10. ESPÉCIES DE AVES MARINHAS NIDIFICANTES REGULARES NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES ET AL., (2010) IN SRMCT (2014). 165

TABELA 11. ESPÉCIES DE CETÁCEOS DESCRITAS PARA OS AÇORES, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA NOS AÇORES E RESPETIVO ESTATUTO DE CONSERVAÇÃO IUCN. 173

TABELA 12. SUMÁRIO DA BIODIVERSIDADE MARINHA DOS AÇORES, EM TERMOS DE NÚMERO DE RIQUEZA ESPECÍFICA, COM BASE EM BORGES ET AL., (2010) E NOUTROS TRABALHOS. FONTE: SRMCT, 2014. 192

TABELA 13. ÁREAS DA RN2000 COM COMPONENTE MARINHA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. 198

TABELA 14. ÁREAS TERRESTRES DA REDE NATURA 2000 COM INTERFACE TERRA-MAR NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. 199

TABELA 15. ÁREAS CLASSIFICADAS AO ABRIGO DA CONVENÇÃO OSPAR (REGIÃO V) INCLUÍDAS NA REDE DE ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. 202

TABELA 16. ÁREAS CLASSIFICADAS COM COMPONENTE MARINHA AO ABRIGO DA CONVENÇÃO RAMSAR, NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. 202

TABELA 17. ÁREAS CLASSIFICADAS COMO RESERVAS DA BIOSFERA DA UNESCO NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. 203

TABELA 18. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NO PARQUE NATURAL DE ILHA COM COMPONENTE MARINHA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. 204

TABELA 19. ÁREAS DOS PNI COM INTERFACE TERRA-MAR NA RAA. 212

Tabela 20. Áreas protegidas classificadas no Parque Marinho dos Açores, dentro e fora da subárea dos Açores da ZEE de Portugal. 214

Tabela 21. Listagem das Áreas de restrição à atividade da Pesca nos Açores e respetiva localização. 221

Tabela 22. Listagem das Áreas de Reserva do Regime de Apanha nos Açores. 223

Tabela 23. Parques Arqueológicos Subaquáticos dos Açores e sua localização. 224

Tabela 24. Geossítios marinhos incluídos no Geoparque dos Açores. 226

Tabela 25. Lista dos geossítios do Geoparque dos Açores que incluem áreas de interface terra-mar. 227

Tabela 26. Propostas de EBSA apresentadas no Workshop da Convenção para a Diversidade Biológica de 2019, em Estocolmo. 236

Tabela 27. Áreas importantes para as aves marinhas, de acordo com a BirdLife International, na Região Autónoma dos Açores. 238

Tabela 28. Descrição das pressões e impactes associados às atividades de defesa do litoral e proteção contra inundações na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 240

Tabela 29. Descrição das pressões e impactes associados às dragagens e imersão de dragados na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 241

Tabela 30. Descrição das pressões e impactes associados à extração de minerais na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 243

Tabela 31. Descrição das pressões e impactes associados à instalação de cabos submarinos na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 244

Tabela 32. Descrição das pressões e impactes associados à pesca profissional e lúdica, e colheita de plantas marinhas na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 245

Tabela 33. Descrição das pressões e impactes associados à aquicultura marinha na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 247

Tabela 34. Descrição das pressões e impactes associados à agricultura e pecuária na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 248

Tabela 35. Descrição das pressões e impactes associados às infraestruturas de transportes (atividade portuária) e transporte marítimo na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 249

Tabela 36. Descrição das pressões e impactes associados aos emissários submarinos e tratamento e eliminação de resíduos na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 250

Tabela 37. Descrição das pressões e impactes associados ao recreio, desporto e turismo (atividades e infraestruturas) na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 253

Tabela 38. Descrição das pressões e impactes associados à investigação científica na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 254

Tabela 39. Síntese da avaliação do BEA, no âmbito da DQEM, efetuada para todos os descritores (1-11) para a subdivisão dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 255

Tabela 40. Espécies não indígenas registadas na área de avaliação da subdivisão Açores, ano de 1º registo, estado atual da população (E- estabelecido, NE – não estabelecido, I – indeterminado), abundância e referência bibliográfica. Fonte: SRMCT, 2020. 263

Tabela 41. Espécies criptogénicas registadas na área de avaliação da subdivisão Açores, ano de 1º registo e referência bibliográfica. Fonte: SRMCT, 2020. 266

Tabela 42. Nome vulgar, nome científico e respetivo código da FAO das espécies comerciais (peixes, moluscos e crustáceos) que representam uma percentagem acumulada de 90% dos desembarques em valor entre 2012-2018 na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020. 270

Tabela 43. Fluxos totais de nitratos (NO3) e de azoto (N) em ribeiras, nos Açores: a) valor médio de várias medições efetuadas em diferentes bacias hidrográficas; b) valor médio para as águas das ribeiras. Fonte: Adaptado de Cruz et al. (2017a) in SRAA (2015). 275

Tabela 44. Concentrações de metais para as espécies da subárea dos Açores da ZEE de Portugal. Fonte: Adaptado de Torres et al. (2020) in SRMCT (2020). 294

Tabela 45. Concentrações mínimas e máximas de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) - em mg kg-1, peso húmido – obtidas no músculo de diferentes espécies de peixes demersais e semi-pelágicos capturados na subdivisão dos açores, como reportado em Raimundo et al. (2013) e Raimundo et al. (2015) e valor regulamentar estabelecido pelo Regulamento (CE) N.º 1881/2006. Fonte: SRMCT, 2020. 298

Tabela 46. Concentrações médias de cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) - em mg kg-1, peso húmido – obtidas no músculo de diferentes espécies de grandes pelágicos capturados na subdivisão dos açores, como reportado em Torres et al. (2016a) e valor regulamentar estabelecido pelo Regulamento (CE) N.º 1881/2006. Fonte: SRMCT, 2020. 299

Tabela 47. Concentrações médias (e erro-padrão associado) de cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) - em mg kg-1, peso húmido – obtidas no músculo de diferentes espécies de elasmobrânquios, como reportado em Raimundo et al. (2103), Torres et al. (2014), Torres et al. (2016a) e valor regulamentar estabelecido pelo Regulamento (CE) N.º 1881/2006. Fonte: SRMCT, 2020. 299

Tabela 48. Concentrações médias de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) - em mg kg-1, peso húmido – obtidas para a craca-gigante e lapa burra (tecido edível) capturados na subdivisão dos açores, como reportado em Dionísio et al. (2013) e Torres et al. (2020) e valor regulamentar estabelecido pelo Regulamento (CE) N.º 1881/2006. Fonte: SRMCT, 2020. 300

Tabela 49. Valores referentes às praias monitorizadas, numa extensão de 100 metros, no período de 2016 a 2018, e apresentados como número de itens de lixo por 100 metros de praia amostrada (n=67). Fonte: Pham (2019) in SRMCT (2020). 304

Tabela 50. Valores referentes às campanhas de recolha de lixo marinho costeiro e subaquático, no período de 2015 a 2019, e apresentados como peso total de lixo, em kg, que foi recolhido no total de campanhas realizadas. Fonte: SRMCT (2020). 305

Tabela 51. Valores referentes aos dados de macrolixo (>2,5cm) visualizados na coluna de água, em 2228 transetos, no período de 2015 a 2018, e apresentados como número de itens de lixo por km2. Fonte: Pham (2019) in SRMCT (2020). 306

Tabela 52. Valores referentes aos dados de macrolixo (>2,5cm) visualizados na coluna de água, em 1991 células de 10 km2, no período de 2015 a 2018, e apresentados como número de itens de lixo por km2. Fonte: Pham (2019) in SRMCT (2020). 307

Tabela 53. Valores referentes aos dados de macrolixo (>5 cm) visualizados na coluna de água, em 1950 unidades de amostragem de transetos de 100 m, no período de 2008 a 2018, e apresentados como número de itens de lixo por km2. Fonte: Pham (2019) in SRMCT (2020). 308

Tabela 54. Agrupamentos de atividades económicas para a Economia do Mar na CSM. Fonte: Adaptado de SREA, 2020a. 317

Tabela 55. Comparação dos resultados socioeconómicos, entre a Conta Satélite do Mar (CSM) e a Conta Regional (CR), para os Açores, no biénio 2016-2017. Fonte: SREA, 2020a. 318

Tabela 56. Atividade económica de pesca marítima, apanha de algas e outros produtos do mar nos Açores (2010-2017). Fonte: SRMCT, 2020; Dados INE, SCIE. 320

Tabela 57. Atividade económica dos transportes marítimos de mercadorias nos Açores (2010-2017). Fonte: SRMCT, 2020; Dados INE, SCIE. 336

Tabela 58. Total anual de apoio (euros) e percentagem relativa às modalidades náuticas (2007-2018). Fonte: SRMCT, 2020; Dados DRD, 2019. 340

Tabela 59. Total anual de apoio (euros) das modalidades náuticas por federação desportiva (2014-2018). Fonte: SRMCT, 2020; Dados DRD, 2019. 340

LISTA DE ACRÓNIMOS

AIS	Sistema de Identificação Automática (*Automatic Identification System*)
AMN	Autoridade Marítima Nacional
AMP	Áreas Marinhas Protegidas
BEA	Bom Estado Ambiental
CA	Corrente dos Açores
CAN	Corrente do Atlântico Norte
CBA-Açores	Centro de Biotecnologia dos Açores
CBD	Convenção sobre a Diversidade Biológica
CCL	*Curved Carapace Length*
CEEAplA	Centro de Estudos de Economia Aplicada do Atlântico
CFR	*Quality of Rocky Bottoms Index*
CG	Corrente do Golfo
CIBIO-Açores	Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos
CIEM	Conselho Internacional para a Exploração do Mar
CITES	Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção
CMA	Crista Média Atlântica
CMM	Cluster Marítimo da Macaronésia
CNA	Corrente do Norte dos Açores
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
COP	Conferência das Partes da Convenção sobre Diversidade Biológica
CR	Criticamente Ameaçadas
CSM	Conta Satélite Mar
CTP	Captura Total Permitida
CZMA	Comando da Zona Marítima dos Açores
DD	Falta de Dados (*Data Deficient*)
DGRM	Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos
DMA	Departamento Marítimo dos Açores (da Autoridade Marítima Nacional)
DMC	*Deep Chlorophyll Maximum*
DQA	Diretiva Quadro da Água
DQEM	Diretiva Quadro Estratégia Marinha
DRA	Direção Regional do Ambiente (do Governo Regional dos Açores)
DRAM	Direção Regional dos Assuntos do Mar (do Governo Regional dos Açores)
DRP	Direção Regional das Pescas (do Governo Regional dos Açores)

DRPM	Direção Regional de Políticas Marítimas (do Governo Regional dos Açores)
DSL	Camadas Difusoras Profundas
EBSA	Áreas Marinhas Ecológica ou Biologicamente Significativas
EEI	*Ecological Evaluation Index*
EFTA	Associação Europeia de Comércio Livre
EM	Estados Membros
EMA	Escola do Mar dos Açores
EN	Em Perigo (*Endangered)*
ENM	Estratégia Nacional para o Mar
ETC	Equivalente a Tempo Completo
EUNIS	*European Nature Information System*
FAIVI	*Features of Azores and Italian Volcanic Islands*
FEAMPA	Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos, das Pescas e da Aquicultura
FEDER	Fundo para o Desenvolvimento Regional Europeu
FHBP	Fontes Hidrotermais de Baixa Profundidade
FHP	Fontes Hidrotermais Profundas
GNR	Guarda Nacional Republicana
GRA	Governo Regional dos Açores
I&D	Investigação e Desenvolvimento
IBA	Áreas Importantes para as Aves (*Important Bird Areas*)
ID&I	Investigação, Desenvolvimento e Inovação
IH	Instituto Hidrográfico
IRA	Inspeção Regional de Ambiente (do Governo Regional dos Açores)
IRT	Inspeção Regional de Turismo (do Governo Regional dos Açores)
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza (*International Union for Conservation of Nature*)
IWC	*International Whaling Comission*
LC	Pouco Preocupante (*Least Concern*)
LRIT	Sistema de Identificação e Seguimento de Longo Alcance de Navios (*Long Range Identification and Tracking*)
MaB	*Man & the Biosphere*
MarMAT	*Marine Macroalgae Assessment Tool*
MARNA	Crista Médio-Atlântica a Norte dos Açores (*Mid-Atlantic Ridge North of the Azores*)
MARPOL	Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição por Navios (*International Convention for the Prevention of Pollution from Ships*)
MarSP	*Macaronesian Maritime Spatial Planning*

MCA	Método de Avaliação de Múltiplos Critérios (*Multi-Criteria Analysis*)
MONICAP	Sistema de Monitorização Contínua das Atividades da Pesca
NACW	*North Atlantic Central Water*
NADW	*North Atlantic Deep Water*
NE	Não Avaliadas (*Not Evaluated*)
NEAFC	Comissão de Pescarias do Atlântico Nordeste (*North-East Atlantic Fisheries Comission*)
NEAT	*Nested Environmental Status Assessment Tool*
NIS	Espécies Não Indígenas (Non-Indigenous Species)
NPP	Produtividade Primária Líquida (*Net Primary Production*)
OECM	Outras Medidas de Conservação Eficazes Baseadas em Áreas (*Other Effective Area-Based Conservation Measures*)
OMA	Observatório do Mar dos Açores
ONGs	Organizações Não Governamentais
OSPAR	Convenção para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste (*Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic*)
PAHs	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*)
PALMA	Plano de Ação para o Lixo Marinho
PAR	Radiação Fotossinteticamente Ativa (*Photosynthetically Active Radiation*)
PAS	Parques Arqueológicos Subaquáticos
PCBs	Bifenis Policlorados (*Polychlorinated Biphenyls*)
PEAMA	Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores
PGRIA	Plano de Gestão de Riscos de Inundações da Região Autónoma dos Açores
PIC	Carbono Inorgânico Particulado (*Particulate Inorganic Carbon*)
PMA	Parque Marinho dos Açores
PNI	Parque Natural de Ilha
POC	Carbono Orgânico Particulado (*Particulate Organic Carbon*)
POOC	Planos de Ordenamento da Orla Costeira
POP	Poluente Orgânico Persistente
POPA	Programa para a Observação das Pescas dos Açores
POTRAA	Plano de Ordenamento Turístico da Região Autónoma dos Açores
PSOEM	Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional
PSOEM-Açores	Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional - Subdivisão dos Açores
PST	*Paralytic Shellfish Toxins*

RAA	Região Autónoma dos Açores
RAMPA	Rede de Áreas Marinhas Protegidas dos Açores
RN2000	Rede Natura 2000
ROV	Veículo Operado Remotamente (*Remotely Operated Vehicle*)
RSL	*Reduced Species List Rocky Shore Tool*
RUP	Regiões Ultraperiféricas
SAM	Sistema da Autoridade Marítima
SCIE	Sistema de Contas Integradas das Empresas
SIC	Sítios de Interesse Comunitário
SIVICC	Sistema Integrado de Vigilância, Comando e Controlo
SOLAS	Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (*International Convention for the Safety of Life at Sea*)
SP	Substâncias Prioritárias
SRMCT	Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia
SSM	Salinidade Superficial do Mar
UAç	Universidade dos Açores
UAE	Unidades de Atividade Económica
UE	União Europeia
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*)
VAB	Valor Acrescentado Bruto
VMA	Valores Máximos Admissíveis
VME	Ecossistema Marinho Vulnerável
VMS	Sistema de Monitorização de Navios (*Vessel Monitoring System*)
VTS	Serviço de Tráfego de Navios (*Vessel Traffic Service*)
VU	Estatuto de Vulnerável (*Vulnerable)*
ZEC	Zonas Especiais de Conservação
ZEE	Zona Económica Exclusiva
ZITC	Zona Intertropical de Convergência
ZPE	Zonas de Proteção Especial

PARTE I. ENQUADRAMENTO

A.1. ANTECEDENTES E FONTES GENÉRICAS UTILIZADAS

Nos termos do n.º 3 do art.º 11 do Decreto-Lei n.º 38/2015, de 12 de março, na sua redação atual, o Plano de Situação é acompanhado pelo Relatório de Caracterização da área e/ou volume de incidência, correspondente ao Volume IV, que se encontra dividido em partes, referentes a cada uma das subdivisões. O presente documento constitui o Volume IV-A que acompanha o PSOEM-Açores, para submissão a Discussão Pública, correspondente ao Relatório de Caracterização da Subdivisão dos Açores.

Para além de um conjunto de referências utilizadas na elaboração deste relatório, ressalva-se que o mesmo tem por base, em estrutura e conteúdo, os seguintes relatórios de reporte no âmbito da Diretiva Quadro Estratégia Marinha (DQEM), no contexto da Estratégia Marinha para a Subdivisão dos Açores, quer o relatório de avaliação inicial do estado ambiental do meio marinho para a subdivisão dos Açores, quer o relatório de avaliação referente ao período 2012-2018[1]:

- SRMCT (2014). Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia. Outubro de 2014.
- SRMCT (2020). Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores: relatório do 2º ciclo. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia. Março de 2020.

Destaca-se ainda a utilização de conteúdos que provêm de um conjunto de documentos produzidos com o intuído de caracterizar o espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, nomeadamente:

- Os resultados do projeto MarSP - *Macaronesian Maritime Spatial Planning* (EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106), em apoio à caracterização do espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores (Morato *et al*., 2019; Cândido *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2020), em especial os conteúdos desenvolvidos no âmbito do *Deliverable 3.5. Spatial distribution maps of species, habitats and impacts* (Contrato/30/DRAM/2019 de aquisição de serviços para a execução de tarefas de recolha, compilação e organização de dados do ambiente marinho para caracterização da área abrangida no ordenamento do espaço marítimo, no âmbito do projeto MarSP);
- A informação proveniente de levantamentos hidrográficos realizados pelo Instituto Hidrográfico (IH), em resultado da cooperação com o Governo Regional dos Açores (GRA), através de um protocolo de cooperação celebrado em novembro de 2017. Releva-se a recolha e tratamento de novos dados sobre o fundo marinho em áreas pouco conhecidas da região dos Açores para apoio ao processo de ordenamento do espaço marítimo, durante as campanhas de 2019 (Flores, Corvo, São Jorge); de 2020 (Graciosa,

[1] Atendendo às especificidades das águas marinhas nacionais, foi determinada, pelo Decreto-Lei n.º 108/2010, de 13 de outubro, na sua atual redação, a elaboração de quatro Estratégias Marinhas, referentes às quatro subdivisões, que são atualizadas a cada seis anos.

Faial); e de 2021 (Pico, Faial);

» A informação constante da proposta de Relatório de Caracterização para o Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional - Subdivisão dos Açores (Simbiente Açores, 2020) e da Proposta de Estratégia de Economia Azul Regional – Açores (Simbiente Açores, 2019), elaborada no âmbito do projeto SMARTBLUE - *Rede de clusters marítimos atlanticos para la competitividad pyme de la Economia Azul,* MAC/2.3d/007 (Ajuste direto simplificado para a formação de contrato de aquisição de serviços de "Elaboração da Estratégia Regional para o Mar nos Açores e Plano Mar Portugal - Açores");

» Os conteúdos que constam de documento, atualmente em preparação na Direção Regional de Políticas Marítimas (DRPM), relativo à Estratégia da Região Autónoma dos Açores para o mar e uma economia azul.

O Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional para a subdivisão dos Açores (PSOEM-Açores) é suportado pelo Geoportal SIGMAR-Açores[2], acessível através do portal web do Ordenamento do Espaço Marítimo - Açores[3], que inclui o visualizador cartográfico "PSOEM-Açores" e o visualizador "Geoportal do Mar".

A.2. ENQUADRAMENTO GERAL GEOGRÁFICO, GEOPOLÍTICO E ADMINISTRATIVO

O arquipélago dos Açores encontra-se delimitado pelos paralelos 36°55,70'N (Ponta do Castelo, Ilha de Santa Maria) e 39°43,60'N (Ponta Norte, Ilha do Corvo) e os meridianos 024°46,81'W (limite oriental dos Ilhéus das Formigas) e 031°16,50'W (Ilhéu de Monchique, Ilha das Flores) (Instituto Hidrográfico, 2010), sendo o grupo de ilhas mais isolado do Atlântico Norte, distando aproximadamente 1949 km da costa este da América do Norte, 1380 km da costa ocidental de Portugal continental e 580 km do arquipélago do arquipélago da Madeira (SRMCT, 2014).

O arquipélago do Açores é composto por nove ilhas de origem vulcânica e diversos ilhéus, totalizando uma área emersa de 2 344 km^2, com uma linha de costa que totaliza 1.020 km de extensão (Ferreira, 1999). As ilhas organizam-se em três grupos: i) Grupo Oriental, formado pelas ilhas de Santa Maria e São Miguel e pelos ilhéus das Formigas; ii) Grupo Central, constituído pelas ilhas Terceira, Graciosa, São Jorge, Pico e Faial, sendo as três últimas partes do subgrupo das ilhas do Triângulo; iii) Grupo Ocidental, composto pelas ilhas das Flores e do Corvo.

No contexto da organização administrativa nacional, os Açores constituem, nos termos da Constituição da República Portuguesa, uma Região Autónoma da República Portuguesa, dotada de um estatuto político-administrativo e de órgãos de governo próprio, nos termos da Lei n.º 39/80, de 22 de agosto, na sua atual redação. O arquipélago encontra-se administrativamente dividido em 19 concelhos e 156 freguesias.

[2] Disponível em https://geoportal.mar.azores.gov.pt/.
[3] Disponível em https://oema.mar.azores.gov.pt/.

TABELA 1. INDICADORES GEOGRÁFICOS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE SRMCT, 2014; SREA, 2019B.

INDICADORES GEOGRÁFICOS				
Ilha	Área (km^2)	Orientação geral	Linha de costa (km)	Altitude máxima (m)
Santa Maria	96,9	WNW-ESSE	78	587
São Miguel	744,6	E-W	230	1103
Terceira	400,3	E-W	126	1021
Graciosa	60,7	NW-SE	44	402
São Jorge	243,7	NW-SE	139	1053
Pico	444,8	WNW-ESSE	153	2351
Faial	173,1	WNW-ESSE	80	1043
Flores	141,0	N-S	72	914
Corvo	17,1	N-S	21	718

No contexto da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM), e nos termos da Lei n.º 34/2006, de 28 de julho, são zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional as águas interiores, o mar territorial, a zona contígua, a Zona Económica Exclusiva (ZEE) e a plataforma continental. Para lá da ZEE, a CNUDM consagra a aplicação do regime do alto mar para a coluna de água, determinando a liberdade de uso para fins pacíficos. O conjunto das zonas marítimas sob soberania e/ou jurisdição nacional adjacentes ao arquipélago dos Açores, em que se incluem as águas interiores marítimas, o mar territorial e a subárea dos Açores da ZEE de Portugal (Figura 1), corresponde a uma área total de cerca de 960 432 km^2 (Pacheco, 2013).

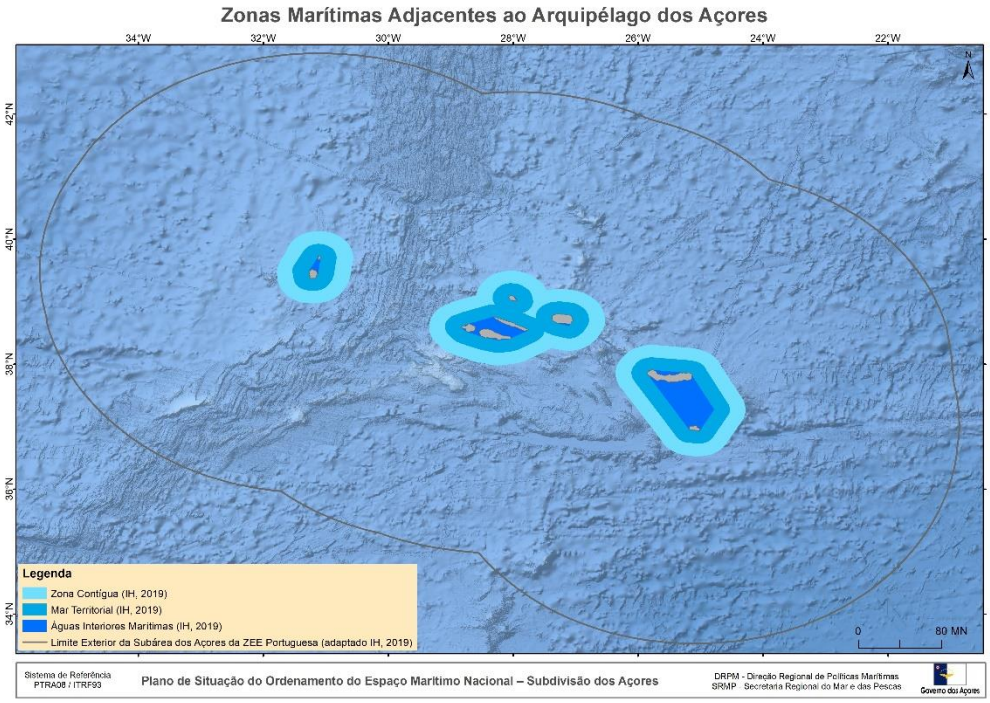


FIGURA 1. ZONAS MARÍTIMAS SOB SOBERANIA E/ OU JURISDIÇÃO NACIONAL ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019).

O território marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores apresenta uma geomorfologia dominada por relevos vulcânicos submarinos implantados numa planície abissal assente na Dorsal Média Atlântica. As nove ilhas do arquipélago dos Açores distribuem-se na zona de interseção de três placas tectónicas: a Americana, a oeste, a Euroasiática e a Africana, a leste. A complexa evolução geológica da região contribuiu também para a formação de numerosos montes submarinos que pontuam toda a área do Atlântico Norte.

A circulação oceânica no Atlântico Norte é determinante na regulação climática global, sendo a interação das correntes oceânicas com os fundos marinhos e com a atmosfera responsável por afetar a dinâmica e os padrões de distribuição das espécies marinhas e seus habitats. O arquipélago dos Açores está localizado na fronteira norte do Giro Subtropical do Atlântico Norte, sendo alimentado pela Corrente do Golfo cujo ramo sudeste gera a Corrente dos Açores que flui para leste (Silva *et al.,* 2012).

No plano da União Europeia (UE), os Açores, conjuntamente com outras ilhas, arquipélagos ou departamentos ultramarinos (Madeira, Canárias, Guiana Francesa, Guadalupe, Martinica, Maiote, Reunião e São Martinho), integram o grupo das designadas Regiões Ultraperiféricas (RUP). Estas regiões beneficiam de um tratamento discricionário positivo no âmbito das políticas comunitárias, em atenção às debilidades estruturais existentes, derivadas do isolamento geográfico, grande distância ao continente europeu, fragmentação territorial e escassez de recursos endógenos, entre outras.

O princípio da ultraperificidade, enquanto contingência do desenvolvimento económico e social, e o estatuto específico conferido às regiões ultraperiféricas, conferido ao abrigo do art.º 349 do Tratado sobre o Funcionamento da UE, têm conduzido, desde 2004, a estratégias europeias que visam responder aos desafios que estas regiões enfrentam e apoiar o aproveitamento dos seus ativos, em que se inclui o desenvolvimento da economia azul.

Os Açores integram a região da Macaronésia, estabelecendo o seu limite norte, a qual é constituída também pelos arquipélagos oceânicos da Madeira e das Canárias (algumas classificações incluem ainda Cabo Verde, não sendo essa inclusão consensual) (Freitas *et al.,* 2019). A localização relativa dos arquipélagos - e correspondentes espaços marítimos adjacentes- ocupa maioritariamente o quadrante nordeste do Atlântico Norte. Dada a longa rota latitudinal e longitudinal, esta região estende-se desde as águas próximas ao continente americano (cerca de 1.940 km) até a relativa proximidade com as costas da África (cerca de 1.500 km).

Do ponto de vista biogeográfico, os diferentes territórios da Macaronésia partilham características naturais e condicionalismos, nomeadamente a biodiversidade, a ocorrência de endemismos, o clima (subtropical ou tropical), a origem vulcânica das ilhas, a geomorfologia e o evidente carácter de insularidade, intrinsecamente associado ao isolamento (Rodríguez-Mateos *et al.*, 2019). Apesar de representar apenas 0,2% do território da UE, a região da Macaronésia alberga 19% dos tipos de habitats listados no Anexo I e 28% das plantas do Anexo II da Diretiva Habitats (EC, 2020a).

Em termos geopolíticos, os arquipélagos da Macaronésia têm sido marcos pela conexão com os continentes americano, europeu e africano, o que explica a sua funcionalidade estratégica no contexto de diversas alianças.

A história do arquipélago dos Açores encontra-se intrinsecamente ligada ao Oceano Atlântico; tendo as ilhas servido como entrepostos comerciais, ligando o velho continente aos novos

mundos emergentes. Foi neste contexto histórico que se desenvolveu a vocação marítima dos Açores.

Em anos recentes, e atendendo a que as ilhas dos Açores formam o arquipélago mais remoto do Atlântico Norte, o mar tem vindo a ser encarado cada vez mais como um vetor estratégico, sendo expectável que a economia do mar venha a desempenhar um papel preponderante no desenvolvimento socioeconómico regional. A demografia da Região Autónoma dos Açores (RAA), com mais de 242 mil habitantes, condiciona fortemente a sua economia, a dimensão do mercado interno e o investimento disponível, somando-se outros fatores limitantes para o desenvolvimento económico da região, como sejam o isolamento geográfico e a relativa escassez de recursos.

À semelhança do restante território nacional, não existe ainda informação que permita quantificar, na sua totalidade, a importância direta e indireta da economia do mar na RAA, em anos recentes, mas existem aproximações. Conforme dados da Conta Satélite do Mar (CSM), no ano de 2017, a economia do mar representou 7,9% do Valor Acrescentado Bruto (VAB) regional, correspondente a 283 milhões de euros, de acordo com a CSM, e 3 451 milhões de euros, de acordo com as contas regionais. Para o mesmo ano, reportou-se a contribuição do mar em 8,1% do emprego regional, referente a 8479 postos Equivalentes a Tempo Completo (ETC), de acordo com a CSM, e a 104 823 postos ETC, de acordo com as contas regionais. As atividades caraterísticas, como a pesca e aquicultura, a salicultura, a construção naval, a atividade portuária, os transportes marítimos, as obras costeiras e a náutica, representaram 46,3% do total de VAB e mais de metade do emprego nas atividades da economia do mar (51,2%). Já as atividades favorecidas pela proximidade do mar, ou seja, atividades associadas ao turismo costeiro, corresponderam a 39,8% do VAB e 36,2% do emprego para a economia do mar. As atividades transversais, isto é, os equipamentos e serviços marítimos, foram responsáveis por 14,0% do VAB e 12,6% do emprego referente á economia do mar (SREA, 2020a).

Aos usos tradicionais do mar, como a pesca e os transportes marítimos, ganham progressivamente mais atenção atividades relativas ao turismo, recreio e desporto e à investigação científica, somando-se, entre os usos emergentes, a atividade marítimo-turística, com destaque para a observação de cetáceos e o mergulho, a biotecnologia marinha e a aquicultura. Com efeito, este potencial tem vindo a materializar-se através de novas atividades e interesses, como sejam a pesca lúdica, o mergulho com tubarões ou a recolha de material audiovisual para a produção de documentários sobre a vida marinha (Carreira & Porteiro, 2015).

Considerando a necessidade de compatibilizar as diversas atividades exercidas no espaço marítimo, determinantes para o desenvolvimento económico dos Açores, com a proteção e valorização dos recursos marinhos, de uma forma integrada e multissectorial, a elaboração do PSOEM-Açores pretende concretizar as opções estratégicas regionais, garantindo a aplicação dos princípios do desenvolvimento sustentável.

A RAA pretende potenciar o património natural existente no seu território, bem como a sua gestão, conservação e divulgação, sustentada num amplo consenso social, em que o desenvolvimento sustentável surge como o envelope para as políticas regionais. Adicionalmente, a dimensão marítima do território marítimo adjacente ao arquipélago confere, também, centralidade ao espaço europeu, enquanto eixo na ligação entre três continentes, dotando os Açores de um posicionamento geoestratégico único e, consequentemente, reforçando a sua capacidade de afirmação internacional.

PARTE II. CONDIÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS

A.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E GEOMORFOLÓGICAS

ENQUADRAMENTO GEODINÂMICO

As nove ilhas açorianas, de origem vulcânica, emergem a partir de uma vasta plataforma topograficamente acidentada e irregular, delimitada, grosso modo, pela isolinha batimétrica dos 2000 m de profundidade e com uma área total de aproximadamente 400 000 km^2 - a plataforma ou planalto dos Açores (Figura 2). De forma grosseiramente triangular, essa sobrelevação encontra-se rodeada por uma planície abissal circundante com profundidades que podem ser superiores a 3500 m (Searle, 1980; Nunes, 1999). Localiza-se aí a junção tripla das placas litosféricas Americana, Africana e Euroasiática (Searle, 1980; França *et al.,* 2003; Pacheco *et al.,* 2013).

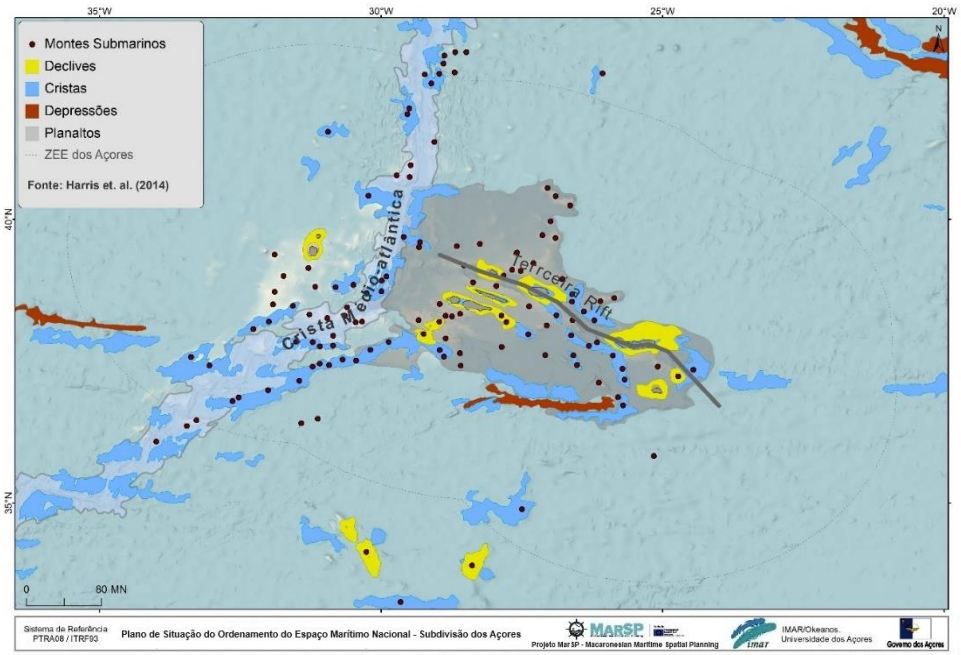


FIGURA 2. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TECTÓNICAS DO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (HARRIS *ET AL.*, 2014).

A complexidade estrutural desta região do Atlântico, bem patente na diversidade de acidentes tectónicos que evidencia, tem promovido a elaboração de vários modelos dirigidos para a análise evolutiva da junção tripla dos Açores. Encontrando-se a fronteira entre a placa Americana e as placas Eurasiática e Africana bem definida através da Crista Médio-Atlântica (CMA), subsiste, atualmente, uma significativa controvérsia no que se refere à natureza e precisa localização do eixo correspondente ao ramo oriental da junção tripla dos Açores (IVAR, 2020).

ATIVIDADE SÍSMICA E VULCÂNICA

O enquadramento geotectónico do arquipélago dos Açores reflete-se na intensa atividade sísmica e vulcânica registada na região. Com efeito, numerosos sismos e erupções vulcânicas têm marcado a história dos Açores desde o início do seu povoamento, no século XV (IH, 2010; Pacheco *et al.,* 2013).

Sob o ponto de vista sísmico, a região dos Açores é caracterizada por uma intensa atividade, cujos episódios mais significativos seguem alinhamentos distribuídos ao longo dos principais acidentes tectónicos suprarreferidos. Realça-se a existência de diversas zonas sismogénicas que se evidenciam pela sua elevada sismicidade, como é o caso da zona a oeste do Faial, a Fossa Oeste da Graciosa, a Crista Submarina Este da Terceira, a Fossa Hirondelle, a zona central de S. Miguel, a Fossa da Povoação e a região dos ilhéus das Formigas (Pacheco *et al.,* 2013), entre outros.

A sismicidade caracteriza-se pela ocorrência de eventos de magnitude geralmente intermédia a baixa, ocorrendo ocasionalmente eventos com magnitude superior a 5 na Escala de Richter. Desde o século XV, houve registo de cerca de 25 sismos com intensidades superiores a VII na Escala de Mercalli Modificada (MM-56). Assinalam-se ainda as crises sísmicas de natureza vulcano-tectónica associadas a erupções vulcânicas ou à instalação de corpos magmáticos subsuperficiais (Pacheco *et al.,* 2013; SRAA, 2015).

Os registos eruptivos históricos incluem cerca de 27 erupções, entre eventos submarinos e subaéreos, que cobrem um grande conjunto de tipos eruptivos e magnitudes. Estas erupções concentram-se também ao longo do eixo de orientação geral WNW-ESE, havendo a registar, nos últimos cinco séculos, erupções nas ilhas do Pico, Faial, S. Jorge, Terceira e S. Miguel (Pacheco *et al.,* 2013; SRAA, 2015). A última erupção submarina registada nos Açores ocorreu na Serreta, em 1998, prolongando-se até 2000 (IH, 2010).

Destaca-se ainda a proporção de erupções submarinas e litorais, correspondentes a cerca de metade do total das erupções registadas, sendo este valor provavelmente subestimado. As erupções históricas subaéreas revelam estilos eruptivos efusivos ou moderadamente explosivos, do tipo havaiano e estromboliano, e de natureza basáltica (s.l.), normalmente associados aos sistemas vulcânicos do tipo fissural, e erupções explosivas subplinianas e hidromagmáticas envolvendo magmas mais evoluídos, de composição traquítica (s.l.) associados aos vulcões centrais (Pacheco *et al.,* 2013).

Adicionalmente, os Açores localizam-se numa região tsunamigénica, sendo que, segundo Cabral (2009), nos últimos 500 anos, o arquipélago dos Açores foi afetado por 12 tsunamis com origem em fenómenos geológicos (sismos e movimentos de vertente), por 6 eventos associados a inundações da costa com origem em fenómenos atmosféricos extremos, e ainda por um tsunami cuja origem permanece desconhecida. Baptista & Miranda (2009) consideram que os tsunamis com origem sísmica gerados nos Açores não apresentam potencial para afetar zonas para além do próprio arquipélago, uma vez que resultam maioritariamente de mecanismos de desligamento com baixo potencial tsunamigénico. No entanto, um evento que se localize fora dos limites do arquipélago pode apresentar um potencial tsunamigénico para a região dos Açores (SRAA, 2015).

MAGNETISMO

Nas ilhas do grupo Ocidental, a declinação magnética é da ordem dos 12°W e nas ilhas do grupo Oriental encontra-se a cerca de 9°W. Na área do Arquipélago dos Açores, a declinação magnética decresce em média cerca de 10' por ano (IH, 2010).

A existência de magnetite nas rochas da generalidade das ilhas do arquipélago, determina influência magnética local que influi nos elementos magnéticos e provoca frequentes anomalias nos instrumentos de navegação das embarcações, sobretudo quando navegam muito próximos da costa ou na aproximação aos portos. A pequena distância da costa e em profundidades superiores a 500 m, podem considerar-se nulas as anomalias magnéticas que afetam os navios (IH, 2010).

CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA, TOPOGRÁFICA E BATIMÉTRICA

A subárea dos Açores da ZEE portuguesa tem uma profundidade média de cerca de 3 000 m e uma extensa área abissal, sendo que sensivelmente 97,5% desta zona tem profundidades superiores a 1000 m (Figura 3). Os fundos com menos 600 m de profundidade correspondem a apenas 0,8% da área total, enquanto os fundos entre 600 e 1 500 m cobrem 6,8% da mesma área. A planície abissal, com profundidades superiores a 3 500 m (mas chegando a atingir os 5 800 m), ocupa uma área considerável da faixa externa da ZEE entre as 100 e as 200 mn (e.g. Martins, 1986; Morato *et al.,* 2008; GRA, 2012; SRMCT, 2014).

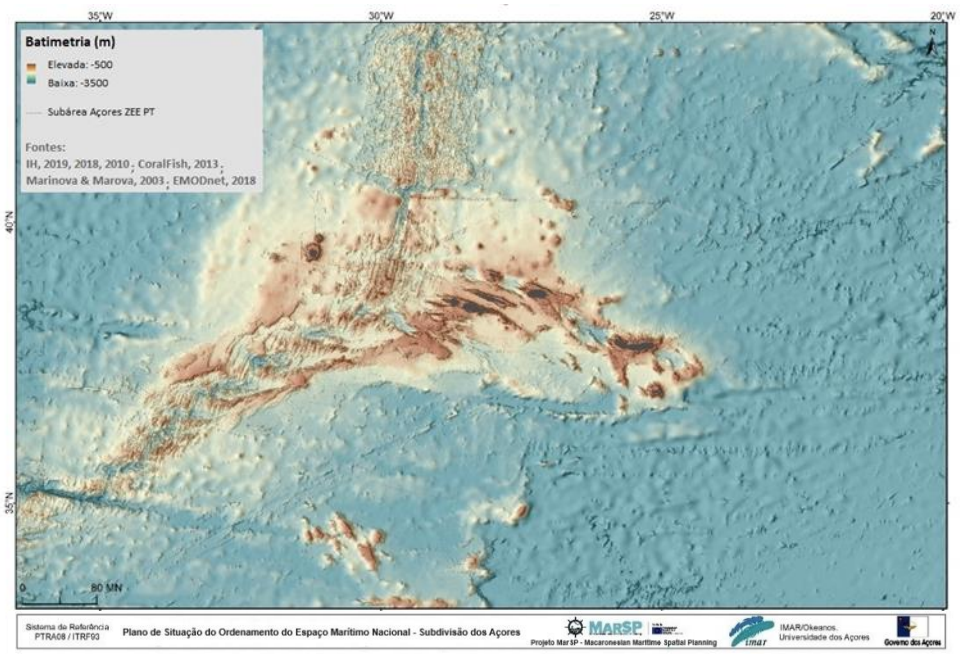


FIGURA 3. BATIMETRIA DAS ZONAS MARÍTIMAS ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.,* 2020 (IH, 2019, 2018, 2010; PROJETO CORALFISH, 2013; PROJETOS MARINOVA & MAROVA, 2003; EMODNET, 2018).

Os fundos marinhos que circundam as ilhas dos Açores apresentam-se bastante irregulares e rochosos, com diversas elevações submarinas de diferentes dimensões, formas, profundidades e graus de isolamento (Menezes *et al.*, 2006; Morato *et al.,* 2008). São caracterizados por

plataformas estreitas e taludes com elevado declive, com uma componente rochosa importante e de topografia irregular (Amorim *et al.*, 2017).

As plataformas insulares são, em geral, estreitas faixas, a 100 - 150 m, rodeadas por vertentes inclinadas, de tal modo que a isóbata dos 200 m ocorre a distâncias da costa entre 1 e 10 km (IH, 2010), pelo que se encontram massas de águas profundas a distâncias relativamente curtas da costa (Silva *et al.,* 2012). Essas plataformas correspondem a uma área estimada de apenas 1500 km^2, sendo metade constituída por substrato rochoso e um terço por misturas de sedimentos (Vasquez *et al.,* 2015).

Elevações e montes submarinos (Figura 4) são estruturas topográficas comuns nos Açores, encontrando-se identificados 461 montes submarinos, ocupando cerca de 37% desse espaço (356,7 mil km^2, 63 dos quais com alturas superiores a 1000 m) (Morato *et al.*, 2008, 2013). Algumas estruturas estiveram emersas no passado e apresentam topos aplanados pela erosão costeira (*guyots*), podendo encontrar-se atualmente localizados a centenas de metros de profundidade, resultado de fenómenos de subsidência e de outros fatores que modelaram a geografia da região.

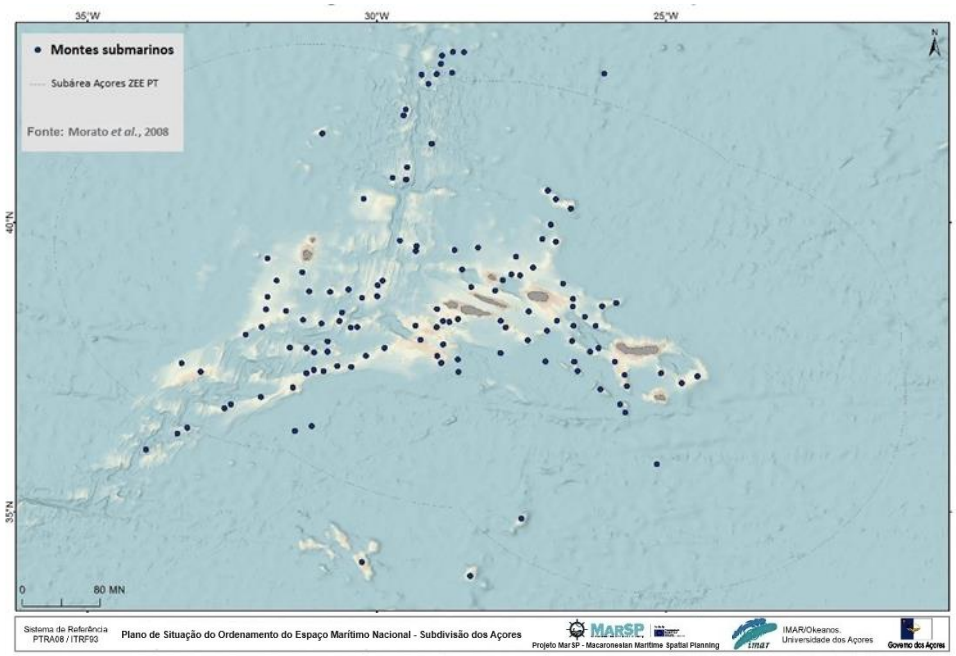


FIGURA 4. MONTES SUBMARINOS NAS ZONAS MARÍTIMAS ADJACENTES AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.,* 2020 (MORATO *ET AL.,* 2008).

Existem outros tipos de estruturas, como vertentes de ilhas, zonas de fratura profunda, bacias e cristas, uma extensão considerável da Dorsal Média Atlântica e planícies abissais a mais de 5 000 m de profundidade (Morato *et al.,* 2020). As principais estruturas geomorfológicas dos fundos marinhos que rodeiam o arquipélago dos Açores encontram-se compiladas em Perán *et al.* (2016) e em Rodrigues *et al.* (2020), com base em Harris *et al.* (2014), representadas na (Figura 5).

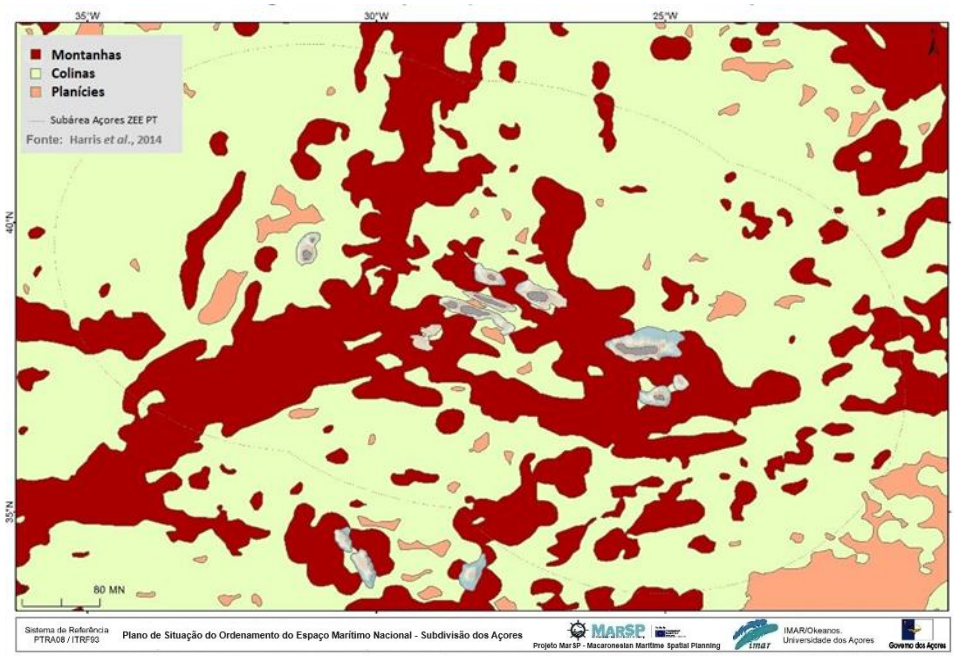


FIGURA 5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DO FUNDO MARINHO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (HARRIS *ET AL.*, 2014).

De seguida, são descritas sumariamente as características geomorfológicas associadas a cada ilha, no contexto do grupo a que pertence.

GRUPO OCIDENTAL

A informação existente sobre a plataforma insular da ilha do Corvo corresponde a levantamentos batimétricos feitos com sistema sondador multifeixe realizados pelo Instituto Hidrográfico (IH) no âmbito do projeto MarSP em 2019 (Figura 6). A quebra da plataforma do Corvo está definida como próxima dos 100 m de profundidade, na zona Sul e na porção Este e Nordeste. Na restante porção em redor da ilha (norte, noroeste, oeste) a plataforma encontra-se definida a uma profundidade pouco acima dos 200 m. A metade este e sul da ilha apresenta uma plataforma mais estreita com largura entre os 800 m (zona Sul) e os 1500 m (zona Este). A metade Oeste e Norte da ilha tem uma plataforma com larguras entre 2000 m (norte), 2500 m (sudoeste) e 3000 m (oeste).

Os levantamentos batimétricos referentes à plataforma insular da Ilha das Flores (Figura 6) permitiram indicar que a plataforma insular da ilha das Flores apresenta uma largura menor na zona Sul e Sudeste da ilha (entre 1800 m e 3000 m). Na restante área, a largura varia entre 4500 m (Oeste) e 8600 m (Norte). A quebra da plataforma encontra-se, nesse caso, genericamente aos 200 m de profundidade.

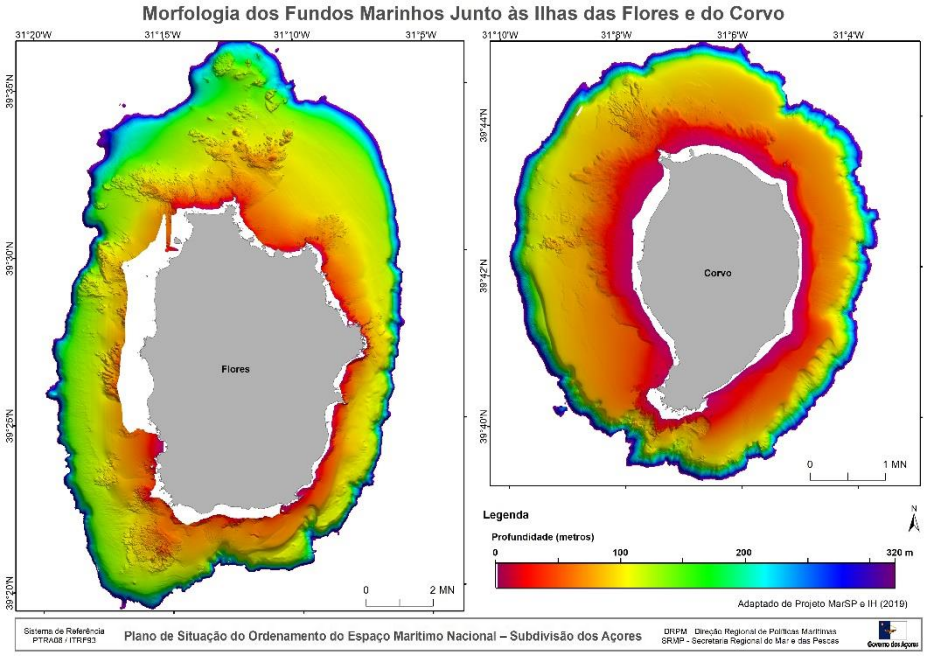
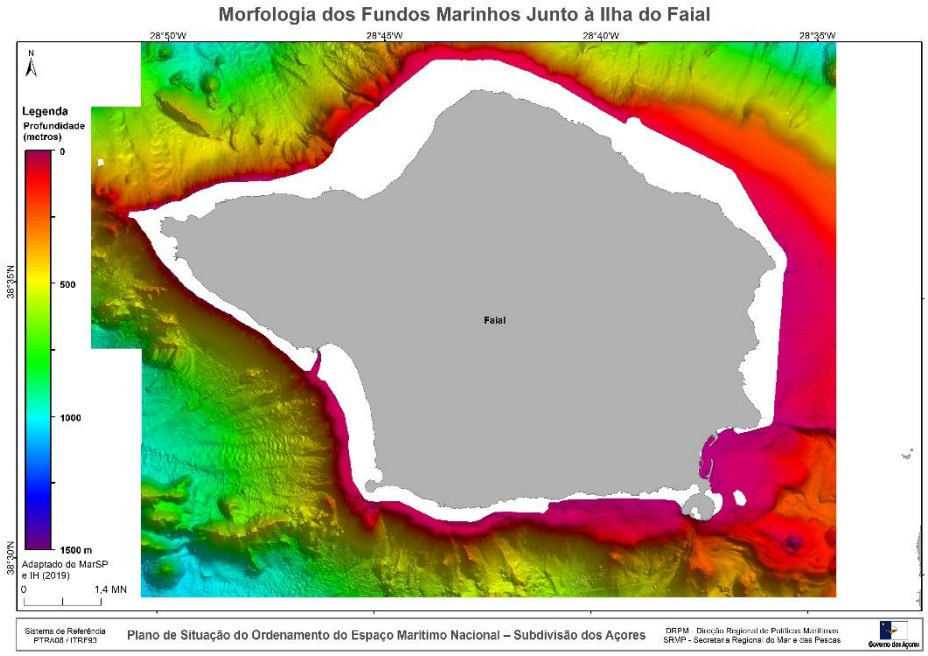


FIGURA 6. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO ÀS ILHAS DO CORVO E DAS FLORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PROJETO MARSP, 2019; IH, 2019).

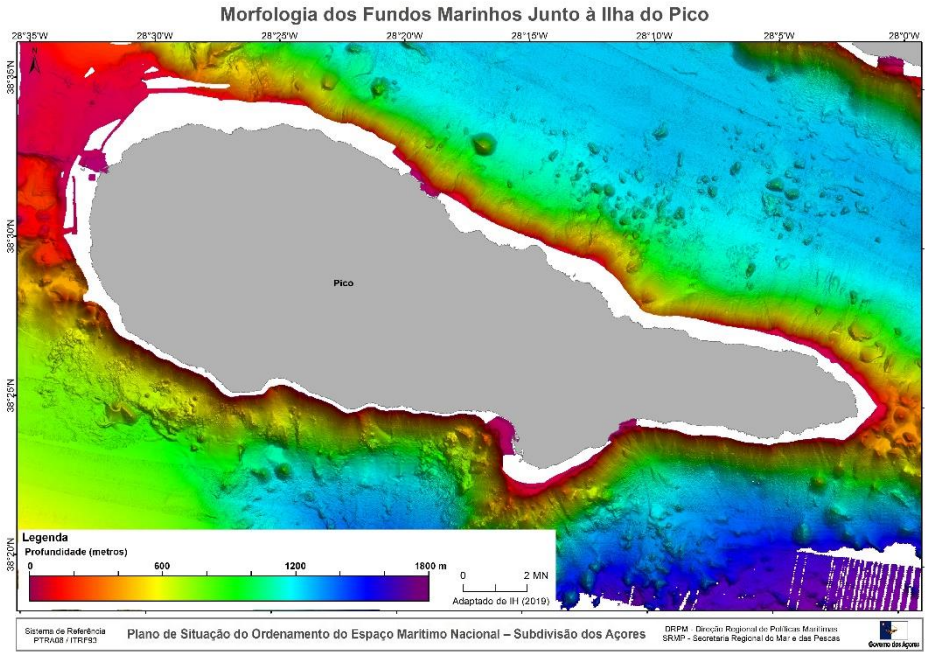
GRUPO CENTRAL

A morfologia da plataforma insular das ilhas do Faial e do Pico (Figura 7; Figura 8) foi descrita com recurso a um vasto conjunto de dados geofísicos e geológicos, recolhidos em levantamentos hidrográficos realizados deste 2001. Segundo Madeira (1998), as ilhas do Faial e do Pico constituem duas porções emersas de uma crista alongada que se estende por cerca de 150 km, desde cerca de 10 km a Noroeste do Faial até 70 km a Sudeste da ponta leste do Pico. Do lado Nordeste, as vertentes submarinas são retilíneas e acompanham a orientação da crista, descendo rápida e regularmente para profundidades de 1200 m no Canal de São Jorge e superiores a 1400 m para Sudeste do canal. Do lado Sul, a batimetria é mais irregular; as vertentes submarinas do Faial e da metade ocidental do Pico descem até aos 600 m de profundidade ligando-se para Sudoeste a uma plataforma onde o fundo se encontra a cotas entre -400 e -800 m. A vertente submarina da metade oriental do Pico desce regularmente até profundidades superiores a 1600 m. A vertente Sudoeste da porção oriental da crista Faial-Pico é um pouco mais irregular que a vertente Nordeste e desce até profundidades superiores a 1600 m.

A plataforma insular do Faial resulta da abrasão marinha evidenciada por uma superfície erosiva que se estende desde o litoral até ao bordo da plataforma (entre 0.3 e 3 km). Também a plataforma insular do Pico foi formada pela erosão dos flancos dos edifícios vulcânicos da ilha, tendo sido significativamente modificada pela progradação vulcânica posterior. Destaca-se ainda o Canal Faial-Pico, que constitui a ligação submarina entre as duas ilhas e que corresponde a uma plataforma de 8 km de largura, cuja profundidade varia de 200 m a Norte e Sul para uma média de 80 m na sua secção média (Quartau *et al.,* 2015).



315 FIGURA 7. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DO FAIAL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PROJETO
316 MARSP, 2019; IH, 2019).



317 FIGURA 8. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DO PICO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019).

318 No contexto do Projeto Europeu Eurofleets, foi realizado, em 2011, o cruzeiro científico do
319 projeto FAIVI (*Features of Azores and Italian Volcanic Islands*), que permitiu obter informação
320 sobre os fundos oceânicos ao redor da ilha Terceira. A plataforma insular apresenta-se mais
321 estreita a sudoeste do vulcão de Santa Bárbara, com cerca de 900 m de largura. Na restante área
322 ao redor da ilha, a largura da plataforma aumenta para valores médios de 2,5 km (Figura 9).

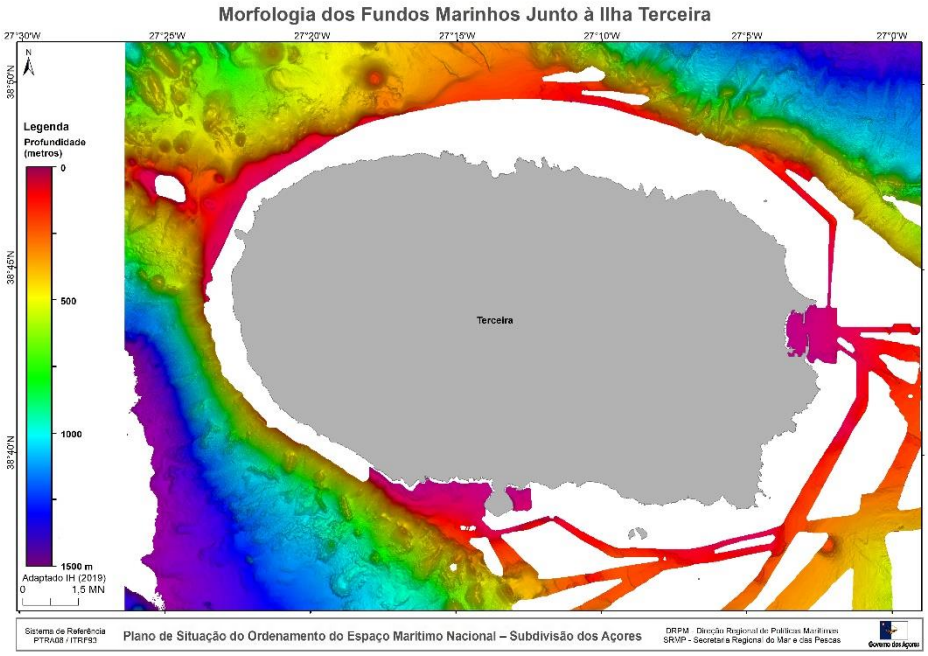


FIGURA 9. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA TERCEIRA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH, 2019).

De acordo com o descrito por Quartau *et al.* (2014), Casalbore *et al.* (2015) e Chiocci *et al.* (2013), a morfologia dos fundos ao redor da ilha Terceira é dominada por quatro diferentes estruturas submarinas, correspondentes ao prolongamento vulcânico e tectónico *offshore* da ilha, sendo difícil delinear o bordo da plataforma insular: 1) o *ridge* da Serreta, a oeste; 2) o *ridge* que se estende para noroeste do Pico Alto; 3) o *ridge* que se estende a sudeste de Angra do Heroísmo; e 4) o *ridge* que se estende a sudeste da Praia da Vitória. Em contraste, nos setores entre estas estruturas submarinas, o bordo da plataforma insular encontra-se bem definido, em especial nos setores a sudoeste, noroeste e nordeste da Terceira (Figura 10).

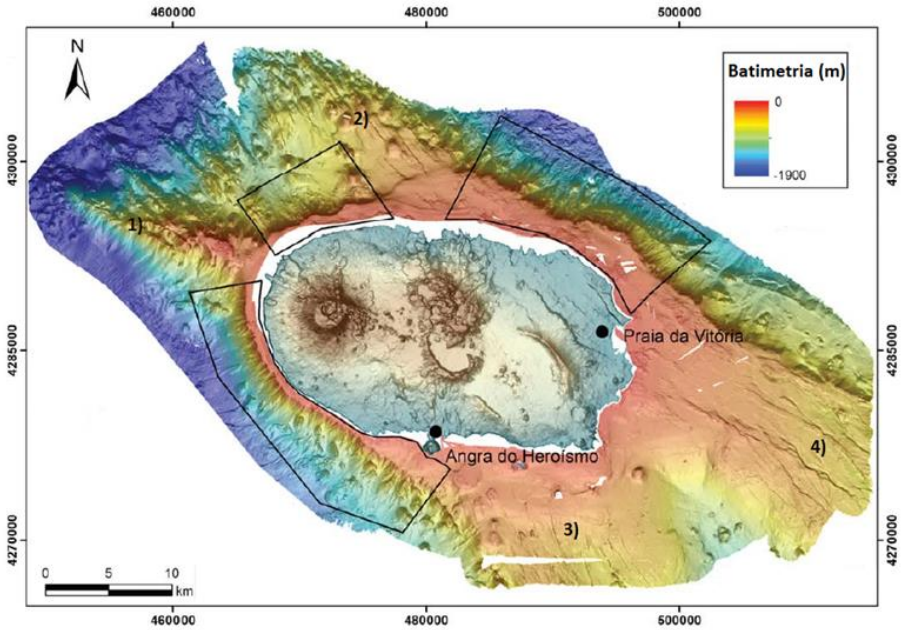


FIGURA 10. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA TERCEIRA. FONTE: ADAPTADO DE QUARTAU *ET AL.*, 2014.

As plataformas insulares da ilha Graciosa e da ilha São Jorge são ainda mal conhecidas, destacando-se os levantamentos hidrográficos com sondador multifeixe realizados em 2019, na margem sudoeste da ilha de São Jorge, no âmbito do projeto MarSP (Figura 11) e, em 2020, ao redor da ilha Graciosa (Figura 12).

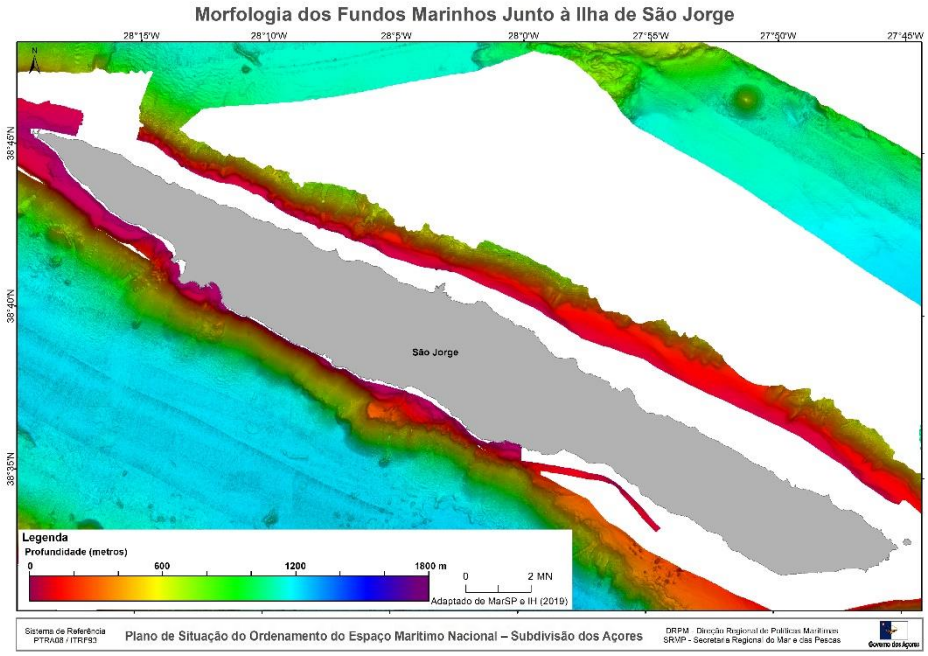


FIGURA 11. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DE SÃO JORGE. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE MARSP, 2019; IH, 2019).

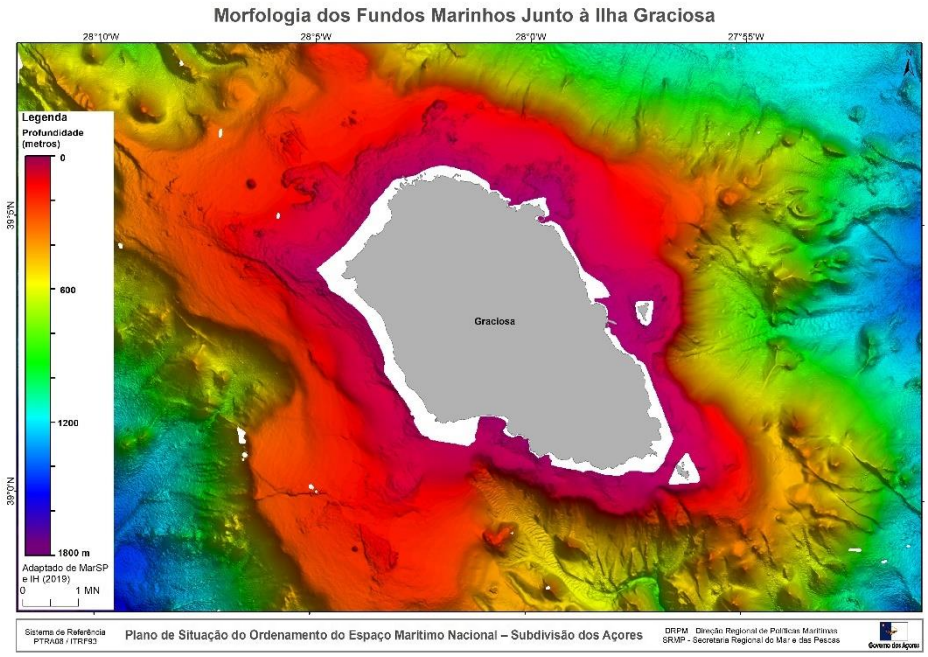


FIGURA 12. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA GRACIOSA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE MARSP, 2019; IH, 2019).

A informação batimétrica existente sobre a plataforma insular de Santa Maria resultou do projeto PLATMAR (Figura 13). Atendendo a que o bordo da plataforma insular se posiciona onde ocorre uma mudança abrupta do declive do fundo marinho, a análise da superfície batimétrica, e respetivos pendores, permite delimitar externamente o ambiente de plataforma desta ilha.

De acordo com Moreira *et al.* (2020), a quebra de pendor ocorre a profundidades variáveis; no entanto, para efeitos cartográficos, considera-se que o bordo da plataforma insular coincide com a isóbata dos 140 m, separando a superfície relativamente aplanada e pouco inclinada (declives <3°) da plataforma, da superfície do talude onde os valores de inclinação são superiores a 10°. Esta delimitação coloca em evidência a assimetria na dimensão da plataforma insular que, com uma área de cerca de 137 km^2, é consideravelmente mais larga no setor norte da ilha (largura máxima de cerca de 7 km), relativamente aos outros setores, onde não ultrapassa os 2 km.

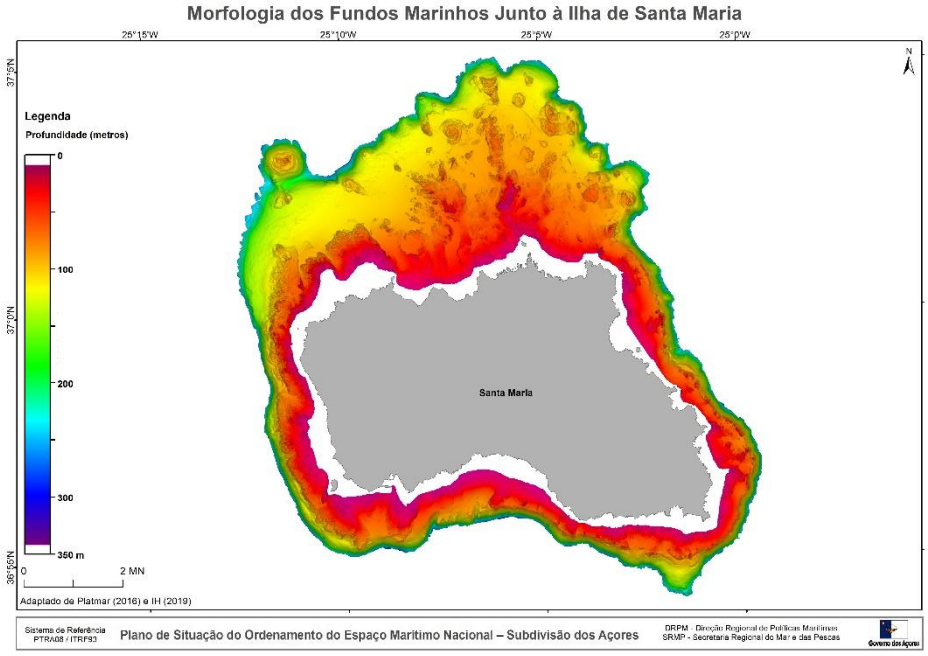
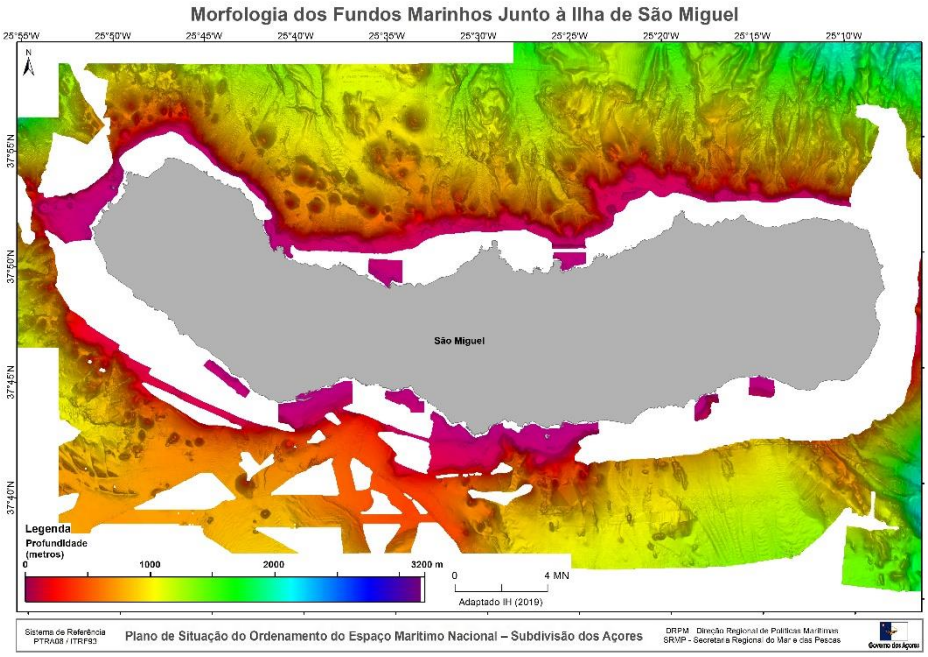


FIGURA 13. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DE SANTA MARIA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE PLATMAR, 2016; IH, 2019).

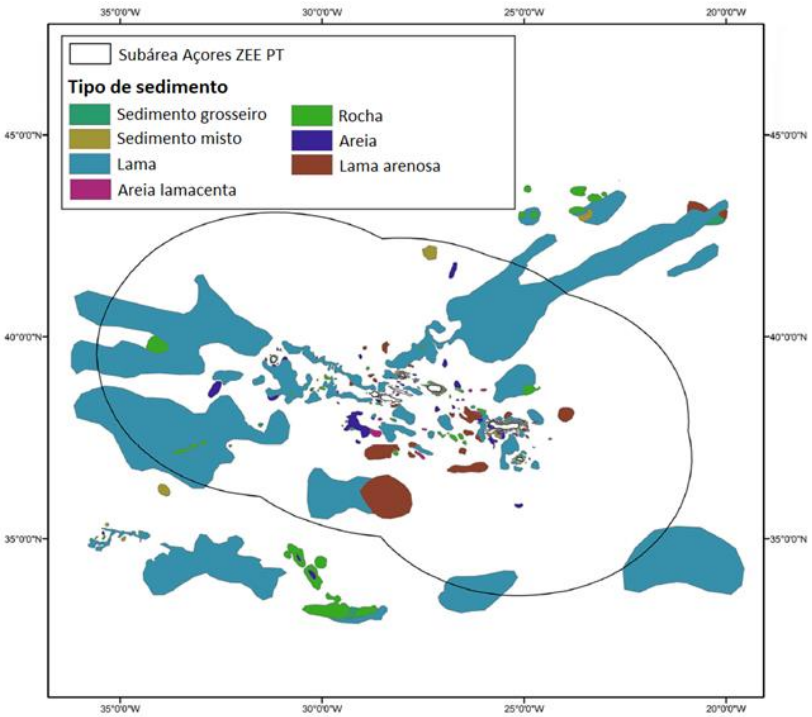
De acordo com dados do projeto GEMAS (Quartau *et al.*, 2006), a plataforma insular de São Miguel apresenta quebra para o talude insular aproximadamente aos 200 m de profundidade em grande parte das áreas, podendo atingir os 10,5 km de largura (ao largo das freguesias de Lomba da Fazenda e do Nordeste). A área onde a plataforma é mais estreita apresenta cerca de 1 km de largura ao largo das freguesias de Santa Bárbara, Remédios e Santo António. Nestas zonas a quebra para o talude continental ocorre próxima dos 100 m de profundidade, e na zona da Ribeira Quente praticamente não existe plataforma. A largura mais comum da plataforma ronda os 3 km. De um modo geral, as linhas batimétricas até aos 100 m de profundidade são paralelas à linha de costa, excetuando a Ponta da Ferraria, a Ponta do Cintrão e a zona adjacente ao Pópulo. Salienta-se a presença de dois vales submarinos, um a cerca de 1 km a SSE da Ribeira Chã, cuja cabeceira se inicia a 40 m de profundidade, e outro na Ribeira Quente, correspondente ao prolongamento morfológico do vale da ribeira (Figura 14).



367 FIGURA 14. MORFOLOGIA DOS FUNDOS MARINHOS JUNTO À ILHA DE SÃO MIGUEL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE IH,
368 2019).

369 CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE FUNDOS MARINHOS

370 Uma recente compilação dos dados do tipo de fundo à escala do arquipélago, com base nos dados
371 de maior resolução disponíveis do tipo de fundo marinho, encontra-se descrita em Perán *et al.*
372 (2016) e representada na Figura 15, com resolução de 250 m.



373 FIGURA 15. TIPO DE SEDIMENTO DO FUNDOS MARINHO NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.
374 FONTE: ADAPTADO DE PERÁN *ET AL.*, 2016.

Com base nas prospeções realizadas, é possível fazer a extrapolação da distribuição dos diversos tipos de fundos marinhos na subdivisão dos Açores, obtida através de três fontes de informação distintas: interpretações geológicas do fundo marinho por peritos, previsões de superfícies marinhas rochosas ou outras, e predição dos tipos de fundos marinhos sedimentares em áreas não rochosas. As costas das ilhas têm sido mais prospetadas e são, por isso, melhor conhecidas (Amorim *et al.,* 2012; SRMCT, 2014).

As ilhas são geomorfologicamente recentes, sendo os sedimentos na plataforma principalmente provenientes de processos erosivos (Quartau et al., 2015). Adicionalmente, o tempo de residência desses sedimentos perto da costa é provavelmente curto, devido ao regime energético das ondas a que as costas das ilhas dos Açores estão expostas. Os sedimentos são facilmente arrastados e mantidos em suspensão, quer pelas ondas associadas às tempestades, quer pelas próprias correntes, sendo, posteriormente, depositados a profundidades superiores a 50 m como consequência de vários fatores, entre os quais o peso excessivo dos sedimentos em suspensão. Com recurso à análise do registo geológico de depósitos, Meireles *et al.* (2013) sugerem que os principais processos de transporte e deposição são devido à ação de fortes correntes *ebb-return*, que se formam durante as tempestades. Assim, os substratos dos fundos marinhos próximos à costa, até 30 - 50 m de profundidade, são principalmente rochosos (Quartau *et al.,* 2012; Meireles *et al.*, 2013).

As rochas do arquipélago são genericamente constituídas por basaltos alcalinos, incluindo escoadas lávicas, piroclastos de queda e fluxos piroclásticos (Borges *et al.*, 2009). Os fundos basálticos formam usualmente campos de escorrência lávica ou parede vertical, zonas de laje resultante da deposição de cinzas vulcânicas e campos de pequenos seixos a grandes blocos rochosos heterogéneos resultantes do desmantelamento da costa pela ação do mar. As formações piroclásticas aflorantes são maioritariamente de composição traquítica (e.g. pedra pomes), em detrimento das de natureza basáltica (e.g. bagacina) (Madruga, 1986). A predominância de rochas da série alcalina contrasta com o carácter toleítico das rochas da CMA (Nunes, 1999). As séries de rochas do arquipélago com carater alcalino enquadram-se no domínio dos basaltos intraplaca (Gaspar *et al.*, 1990).

Petrograficamente, nas ilhas de Santa Maria, São Jorge e Pico, predominam os basaltos ou basaltos alcalinos picríticos. Nas restantes ilhas, existe uma maior variedade de termos petrográficos, desde basaltos alcalinos picríticos a traquitos, incluindo hawaitos e mugearitos. Estão também referenciadas rochas mais evoluídas, nomeadamente traquitos comendíticos, comenditos e panteleritos na ilha Terceira, comenditos e traquitos comendíticos na ilha Graciosa, e traquitos comendíticos na ilha de São Miguel (França, 1993). A composição química de rochas ao longo da Crista Média Atlântica varia com a latitude (Walker, 1971) e estão também dispersos pelos fundos oceânicos da região enxames de falhas ativas recentes com características de crusta oceânica jovem, implantadas em importantes zonas de fratura (Searle, 1980; Nunes, 1999).

Sedimentos finos, vaza ou areia vulcanoclástica negra, são outros constituintes dos fundos marinhos da região, especialmente em áreas de fundos com menor declive e/ou mais abrigadas à ação do mar. Estima-se que a vaza ou partículas sedimentares sejam os principais componentes da subdivisão dos Açores, ocupando uma extensa parte da planície abissal. Substratos biogénicos, como os derivados do assentamento de corais pétreos e de foraminíferos, representam também uma fração relevante das encostas emersas das ilhas e dos montes submarinos.

A caraterização e interpretação geral dos fundos marinhos da plataforma da ilha do Faial, efetuada por Quartau (2007), poderá generalizar-se, de grosso modo, às plataformas insulares das restantes ilhas do arquipélago. Verificou-se, nesse caso, uma relação linear entre a largura da plataforma e a idade do respetivo sector subaéreo, assim como uma relação entre a eficiência erosiva da ondulação e largura da plataforma. As fontes sedimentares dos depósitos de areia e cascalho são essencialmente provenientes da erosão das arribas costeiras e da erosão das bacias hidrográficas. Os mecanismos de transporte e deposição de sedimentos na plataforma poderão estar relacionados com correntes de retorno em direção ao largo que se formam durante as tempestades. As propriedades das areias e cascalhos na plataforma têm uma percentagem insignificante de sedimentos finos (em média menos de 1% de silte a argila). Entre a linha de costa e os 30 a 50 m de profundidade, os fundos da plataforma são compostos normalmente por blocos de dimensão métrica resultantes da erosão de escoadas lávicas. Junto à costa, esses depósitos grosseiros podem também resultar da erosão de arribas. Geralmente mais afastados da costa encontram-se os depósitos de areia e cascalho até ao bordo da plataforma (Quartau, 2007).

O mapeamento dos sedimentos marinhos do território nacional adjacente ao arquipélago dos Açores tem vindo a resultar na produção de cartografia dos sedimentos da plataforma insular em redor de várias ilhas do arquipélago, incorporando novas informações sobre a natureza do fundo marinho quer seja através da realização de campanhas de prospeção dedicadas à aquisição de informação batimétrica (multifeixe) e informação geofísica de alta resolução (reflexão sísmica) (e.g. levantamentos realizados no âmbito dos projetos GEMAS e PLATMAR), ou recorrendo a dados provenientes de campanhas oceanográficas com outros propósitos.

Em secções das plataformas insulares associadas às ilhas do Faial, do Pico, de São Miguel, das Flores, de Santa Maria, estas iniciativas permitiram recolher dados de batimetria, de reflexão sísmica de alta resolução, e de amostragem de sedimentos, com o objetivo de caracterizar a composição e a textura dos depósitos superficiais e estimar os volumes destes recursos. Não obstante, o conhecimento do substrato do fundo marinho nas plataformas insulares das ilhas dos Açores permanece muito limitado, resumindo-se em duas situações:

- Ilhas para as quais foram feitos levantamentos de geofísica da plataforma insular e, portanto, conhecem-se relativamente bem os volumes dos depósitos sedimentares: Faial, Flores, Pico, Terceira, Santa Maria e São Miguel.

- Ilhas para as quais existem levantamentos hidrográficos com sonda multifeixe que permitem identificar possíveis depósitos sedimentares: Corvo, São Jorge, Graciosa.

O processo de caracterização das plataformas insulares de todas as ilhas se encontra em execução, pela DRPM, prevendo-se a conclusão da caracterização batimétrica completa dessa área até ao final de 2023.

GRUPO OCIDENTAL

A informação existente sobre a plataforma insular da ilha do Corvo corresponde a levantamentos batimétricos feitos com sistema sondador multifeixe realizados pelo IH no âmbito do projeto MarSP, em 2019. De acordo com o levantamento batimétrico de maior pormenor, as porções de plataforma acima dos 20 m de profundidade são maioritariamente compostas por afloramentos rochosos ou depósitos de blocos. Entre os 20 m e os 50 m de profundidade (sensivelmente até onde foi o levantamento de maior detalhe), as maiores áreas com depósitos sedimentares

ocorrem nas porções Sudeste e Sudoeste da ilha (sensivelmente a Este e Noroeste da vila do Corvo). Na zona Este da ilha ocorrem também depósitos a profundidades um pouco superiores a 20 m que podem eventualmente ter potencial.

Em 2005, foram realizados levantamentos de geofísica e amostragem de sedimentos superficiais pela empresa TEAM até os 80 m de profundidade na ilha das Flores. O estudo concluiu que existem depósitos significativos de areia e cascalho em redor da ilha, e que atingem os 40 m de espessura. Em 2019, foram realizados levantamentos batimétricos com sistema sondador multifeixe pelo IH no âmbito do projeto MarSP. O levantamento de maior resolução realizado entre os 20 m e os 50 m de profundidade não circunda a ilha na totalidade, faltando a porção Oeste (freguesias de Fajã Grande, Fajãzinha e parte de Ponta Delgada e Mosteiro). No entanto, este levantamento permite constatar que, ao largo das freguesias de Lajedo, Mosteiro, Fazenda, Cedros e Ponta Delgada (porção Este), a plataforma entre as referidas isóbatas apresenta maior largura (entre 750 m e 1500 m) e aparenta ser maioritariamente composta por depósitos sedimentares.

Os principais depósitos sedimentares estão localizados no Sudoeste, Sul e Este da ilha, a profundidades entre os 30 m e os 80 m (Figura 16). De acordo com a Figura 16, na zona sudoeste da plataforma, o depósito sedimentar (A) apresenta areias finas, na sua metade sul, e uma mistura de areias de diferentes granulometrias, de fina a grosseira, na sua metade norte. No depósito a sul (B) dominam as areias finas e médias. O depósito sudeste (C) é composto por sedimentos de granulometria variada, de fina a grosseira. Nos depósitos localizados na porção noroeste (D) domina a areia fina, especialmente nas porções do depósito de maior espessura.

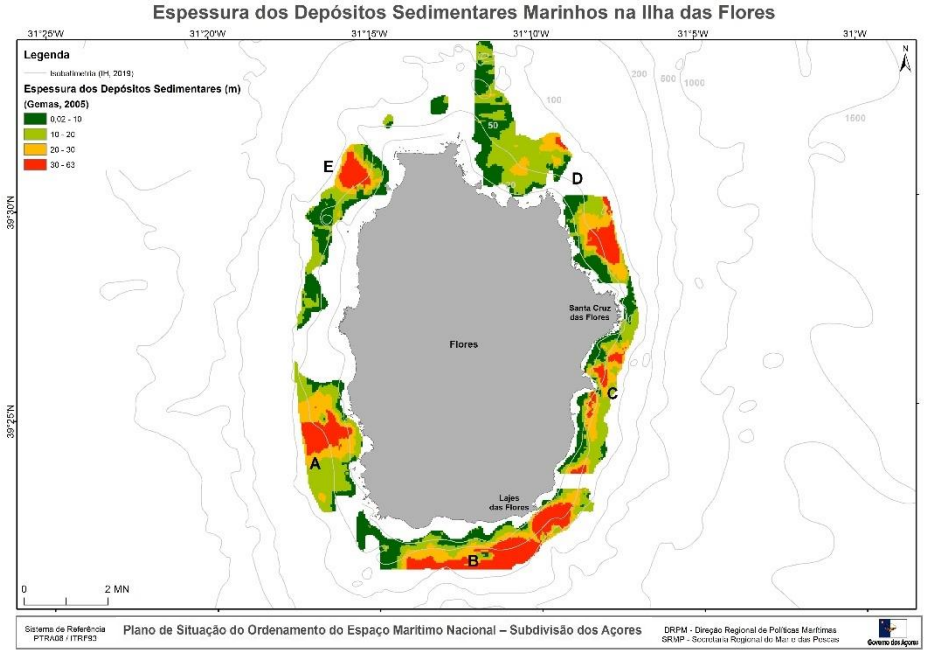


FIGURA 16. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DAS FLORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2005).

GRUPO CENTRAL

O estudo da distribuição geográfica das ocorrências de sedimentos na plataforma insular do Faial, descrita por Quartau *et al.* (2002), no âmbito do projeto GEMAS, permitiu identificar os principais

depósitos sedimentares, correspondentes à (A) área da Baía da Ribeira das Cabras; (B) à área entre a Ponta da Ribeirinha e a Ponta da Espalamaca; (C) à área entre a Ponta da Espalamaca e a Ponta da Boca da Caldeirinha; e (D) à área entre a Ponta do Varadouro e a Ponta de Castelo Branco (Figura 17). Os sedimentos da plataforma insular são maioritariamente vulcaniclásticos, estando a área e espessura dos depósitos relacionados com a exposição às ondas, com depósitos maiores normalmente encontrados nos setores com ondas mais energéticas (Quartau *et al.,* 2012).

Também no caso da plataforma insular da ilha do Pico, a aquisição de perfis sísmicos de alta resolução e de batimetria detalhada para a zona costeira até aos 100 m de profundidade, realizada no âmbito do projeto GEMAS, permitiu aferir que é maioritariamente constituída por afloramentos rochosos, embora com maior predominância na parte sul da ilha. As exceções são determinadas áreas com depósitos sedimentares de espessura elevada, onde se encontram sedimentos junto à linha de costa, com espessuras superiores a 30 m, chegando a atingir 45 m de espessura máxima (Figura 18): (A) área entre a Ribeira de Maio e as Lajes e entre a Ponta Queimada e Sta. Bárbara; (B) área entre as Ribeiras e Pontas Negras e entre a Ribeira Seca e Foros; (C) área entre a Feiteira e a Manhenha e entre a Manhenha e Terra Alta, (D) área entre a Baía da Areia e a Baía de Canas e entre a Baía do Alto e S. Miguel Arcanjo; (E) área entre a Ermida de Deus e Cabrito. As áreas A, C, D e E têm declives médios, enquanto a área B frequentemente tem declives altos (>20°).

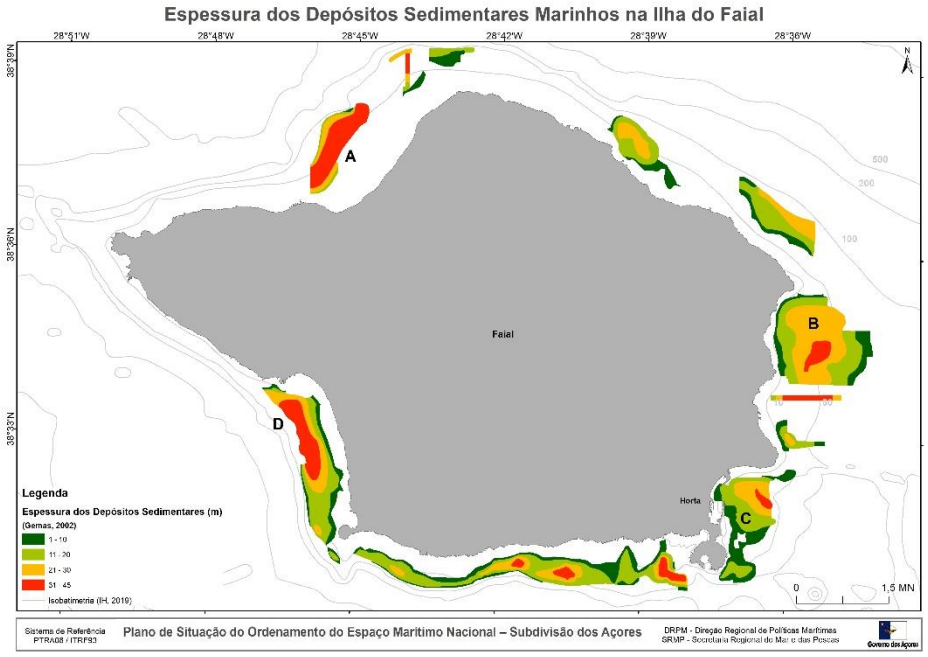
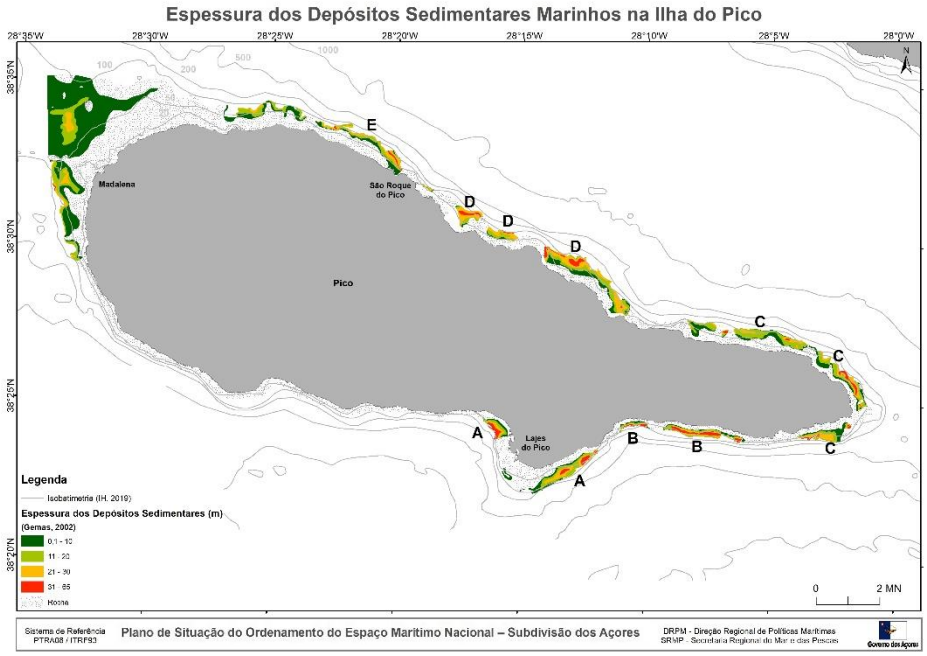
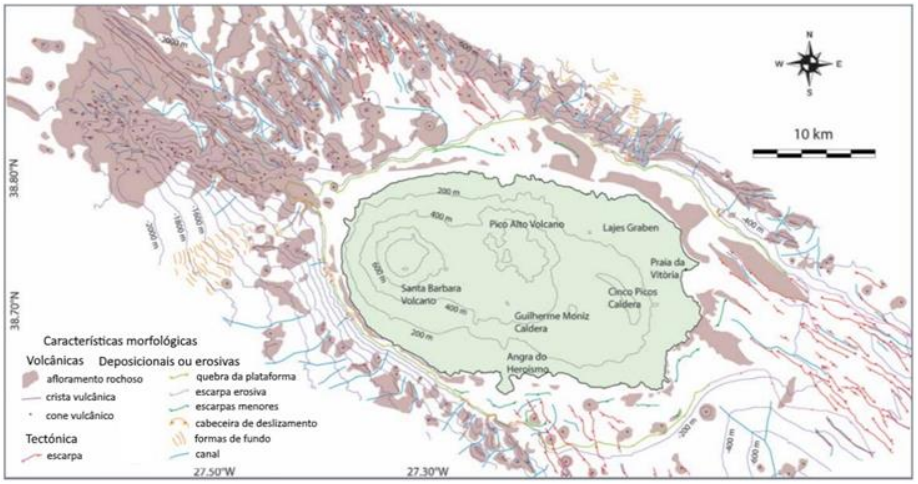


FIGURA 17. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DO FAIAL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2002).



507 FIGURA 18. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTOS NA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DO PICO. FONTE: DRPM, 2023
508 (ADAPTADO DE GEMAS, 2002).

509 De acordo com o descrito por Quartau *et al.* (2014) e Chiocci *et al.* (2013), com base em dados
510 adquiridos no cruzeiro FAIVI, salienta-se a existência provável de depósitos sedimentares nas
511 áreas a *offshore* das freguesias da Serreta, Raminho, Altares, Biscoitos e Quatro Ribeiras, situadas
512 na metade oeste da ilha, bem como as áreas a *offshore* entre as freguesias de São Pedro e da Vila
513 de São Sebastião, na metade este. A área a *offshore* da freguesia de Praia da Vitória (Santa Cruz)
514 também poderá ter abundantes depósitos sedimentares (Figura 19).



515 FIGURA 19. INTERPRETAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DA PORÇÃO IMERSA DA ILHA TERCEIRA. FONTE: ADAPTADO DE CHIOCCI *ET AL.*,
516 2013.

517 GRUPO OCIDENTAL

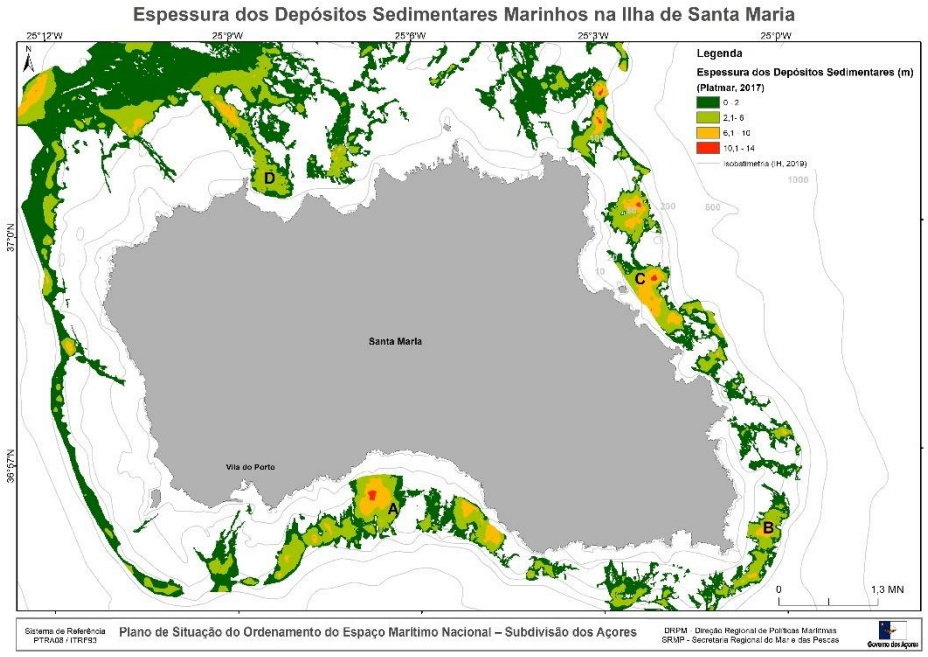
518 A informação existente sobre o tipo de fundo da plataforma insular da ilha de Santa Maria
519 resultou do projeto PLATMAR, com base em informação batimétrica complementada com a

interpretação do mosaico de retrodispersão acústica e dos perfis de reflexão sísmica de alta resolução. Na plataforma insular da ilha de Santa Maria, os afloramentos rochosos (65 km^2) ocupam uma área ligeiramente superior à da cobertura sedimentar (49 km^2), destacando-se o setor ocidental por ser quase exclusivamente composto por esta tipologia de substrato (Figura 20).

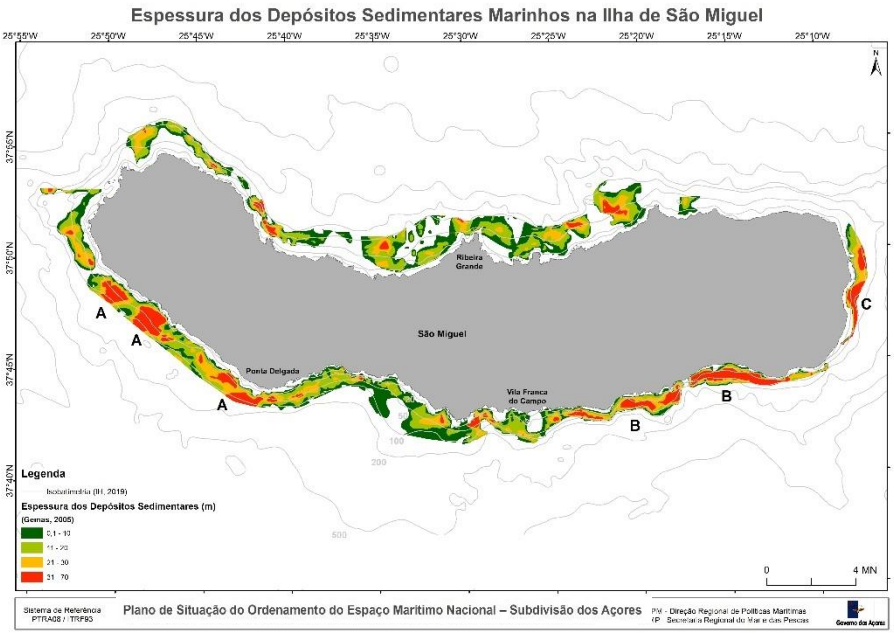
A morfologia submarina é maioritariamente dominada por extensos afloramentos rochosos, encontrando-se a cobertura sedimentar, com uma espessura média <2 m, fortemente controlada pela estrutura geológica vulcânica (Moreira *et al.,* 2020). Somente 43% da plataforma insular de Santa Maria está coberta por sedimento, sendo que os depósitos sedimentares tendem a ocorrer nas zonas externas da plataforma, em baías protegidas e em bacias controladas por falhas. Embora, a espessura média da cobertura sedimentar seja inferior a 2 m, em algumas destas depressões estruturais foram medidos cerca de 20 m (Moreira *et al.,* 2020).

A dimensão granulométrica correspondente a areias médias a grosseiras é a mais comum dos sedimentos depositados nesta plataforma insular (Quartau *et al.*,2012). Os sedimentos de textura mais fina tendem a acumular-se nas zonas mais próximas da linha de costa, especialmente no sector leste e sul, ocorrendo um incremento do tamanho do grão, com o aumento da profundidade, até ao bordo da plataforma, zona em que ocorrem os depósitos mais grosseiros. De um modo geral, nas plataformas a Norte e a Oeste observa-se a deposição de sedimentos mais grosseiros e com maior teor em CaCO3, comparativamente à sedimentação que ocorre nas zonas mais protegidas do setor sul e leste (Moreira *et al.,* 2020).

O reconhecimento dos depósitos sedimentares da plataforma insular de São Miguel foi feito no contexto do Projeto GEMAS, recorrendo a reflexão sísmica. Os levantamentos feitos à cobertura sedimentar existente na plataforma estenderam-se até aos 100 m de profundidade em grande parte da ilha, com exceção da zona Este, que ficou aquém dessa profundidade, até aos 40 m (entre a Ponta da Ajuda e a Povoação). De acordo com Quartau *et al.* (2006), existem três áreas (a sudoeste, sudeste e este da ilha de São Miguel) situadas entre os 20 m e os 80 m de profundidade e com espessuras mais elevadas da cobertura sedimentar (Figura 21).



547 FIGURA 20. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES NA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DE SANTA MARIA. FONTE: DRPM,
548 2023 (ADAPTADO DE PLATMAR, 2017).



549 FIGURA 21. ESPESSURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES NA PLATAFORMA INSULAR DA ILHA DE SÃO MIGUEL. FONTE: DRPM,
550 2023 (ADAPTADO DE GEMAS, 2005).

551 ## RECURSOS MINERAIS

552 Os recursos minerais contam-se entre os recursos que podem existir nos fundos marinhos, por
553 exemplo, ouro, estanho, ilmenite, metais pesados, areias, cascalho, nódulos e crostas
554 polimetálicas, sulfuretos polimetálicos, sulfuretos e fosforites. No espaço marítimo adjacente ao
555 arquipélago dos Açores destacam-se:

» **Cascalhos e areias**: nas plataformas das ilhas dos Açores, são constituídos essencialmente por minerais de rochas vulcânicas básicas (ricas em minerais ferro-magnesianos) e percentagens variáveis de bioclastos carbonatados (entre 0 e 90%). Relativamente à dimensão dos sedimentos, cerca de 54% dos sedimentos são areias ligeiramente cascalhentas (ou seja, são areias com uma percentagem de cascalho inferior a 5%), 34% são areias cascalhentas (ou seja, são areias com uma percentagem de cascalho entre 5% e 30%) e cerca de 12% são cascalhos arenosos (ou seja, são areias com uma percentagem de cascalho entre 30% a 80%);

» **Sulfuretos maciços polimetálicos**: associados à Crista Média Atlântica na região dos Açores, estando a formação da crusta oceânica pelo alastramento dos fundos oceânicos intimamente associada à formação de depósitos de minerais metálicos submarinos. Esta observação foi confirmada pela descoberta de chaminés hidrotermais (*black smokers*) e de sulfuretos maciços nas cristas médias oceânicas. A circulação da água do mar através da crusta oceânica é o principal processo responsável pela formação dos campos hidrotermais (*hydrothermal vent fields*). A água do mar penetra pela crusta oceânica permeável (fraturas, falhas, zona de recarga), circula no interior da crusta, lixiviando e transportando diversos metais (Cu, Zn, Fe, S). A existência de uma fonte de calor (no caso mais típico, uma câmara magmática) promove o estabelecimento de células de convecção, que terminam de uma forma localizada na superfície dos fundos oceânicos das cristas médias oceânicas. Aqui, ocorre precipitação destes fluídos em sulfuretos maciços, quer à superfície da crusta (chaminés hidrotermais e depósitos superficiais), quer no seu interior (sob a forma de *stockworks* ou como sulfuretos de substituição do substrato silicatado). Os depósitos de sulfuretos maciços resultantes dos processos hidrotermais contêm frequentemente pirite, esfalerite e calcopirite, e podem atingir dimensões consideráveis. Na região dos Açores, são exemplos de campos hidrotermais, o Menez Gwen, o Lucky Strike, o Saldanha, o Rainbow e o Moytirra, ocorrendo em rochas típicas dos fundos oceânicos (basaltos) ou em rochas do manto (peridotitos), que afloram com mais frequência no fim dos segmentos ou nas descontinuidades não transformantes que existem entre eles. Os sulfuretos maciços amostrados por vezes mantêm a sua forma original permitindo identificá-los como fragmentos de antigas chaminés hidrotermais. No entanto, na maior parte dos casos, a forma original não é preservada, constituindo fragmentos de sulfuretos maciços sem estruturação interna (*sulphide rubble*), que podem igualmente corresponder a antigas chaminés hidrotermais que foram desagregadas ou, alternativamente, constituir fragmentos originados dos depósitos de subsuperfície. Os fragmentos de chaminés hidrotermais podem ser de dois tipos: i) chaminés ricas em cobre, apresentando uma zonação mineralógica típica com calcopirite no interior e na base das estruturas, mas com anidrite nas zonas mais externas; ii) chaminés ricas em bário e zinco, constituídas por barite, esfalerite e pirite (sílica amorfa pode ocorrer em variáveis concentrações). Os fragmentos dos sulfuretos maciços não estruturados (*sulphide rubble*) são essencialmente constituídos por pirite e calcopirite. A esfalerite é também comum e frequentemente ocorre como agregados, formando texturas de crescimento em associação com a pirite ou calcopirite. A barite ocorre frequentemente como cristais euédricos transparentes em vesículas associadas à esfalerite (Fouquet *et al*., 1994; Detrick *et al*., 1995; Fouquet *et al*., 1995; Fornari *et al*., 1996; German *et al.,* 1996; Langmuir *et al.,* 1996; Langmuir *et al.,* 1997; Fouquet *et al*., 1998; Charlou *et al.,* 2000; Gracia *et al.,* 2000; Ferreira *et al*., 2001a; Ferreira *et al*., 2001b;

Humphris *et al.,* 2002; Ferreira, 2002; 2007).

» **Crostas de ferro-manganês ricas em cobalto**: formam-se nas vertentes e nos cumes dos montes submarinos e contêm manganês, ferro e uma ampla variedade de metais vestigiais, designadamente cobalto, cobre, níquel e platina (Hein *et al.,* 2013; Miller *et al.,* 2018), correspondendo a precipitados da água do mar formados em estratos muito finos, ao nível do substrato rochoso superficial, geralmente nos cumes ou nos flancos dos montes submarinos (Colaço *et al.,* 2017). Na sua formação, podem ainda intervir microrganismos ao nível do enriquecimento em cobalto (Bury, 1989; Muiños et al., 2002; Muiños, 2005; Sujith *et al.,* 2017; Orcutt *et al.,* 2020).

» **Nódulos polimetálicos**: apresentam diferentes fases mineralógicas, tratando-se de depósitos minerais metálicos que contêm concentrações elevadas, não apenas de ferro e de manganês, mas também de outros elementos químicos como cobre, níquel, cobalto, zinco, molibdénio, elementos de 50 terras raras e ítrio (Ostrooumov, 2017; Reykhard e Shulga, 2019). Estes depósitos, que resultam da interação de elementos abióticos e bióticos, são formados por (i) precipitação hidrogenética ou acumulação de óxidos metálicos coloidais da água do mar; (ii) diagénese óxica ou subóxica associada aos processos de acreção sedimentar; e (iii) precipitação direta a partir das soluções hidrotermais presentes nos rifts, bacias de retroarco e hotspots vulcânicos (Sujith *et al.,* 2017; Reykhard & Shulga, 2019).

A.4. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

CARACTERIZAÇÃO GERAL DO CLIMA

Em termos gerais, muito embora se verifique uma variação das condições climáticas de um extremo ao outro do arquipélago e se observe uma variação espacial significativa dentro de cada ilha, o clima nos Açores considera-se mesotérmico húmido com características oceânicas. Este carateriza-se por elevados teores de humidade relativa do ar, regimes de ventos rigorosos, pluviosidade regular e geralmente abundante ao longo do ano, reduzida insolação, temperaturas amenas e ligeiras amplitudes térmicas (Agostinho, 1942; Bettencourt, 1979; Azevedo, 1996, 2001; IH, 2000). Relativamente aos outros arquipélagos da Macaronésia, o clima nos Açores diferencia-se pela maior influência oceânica, temperaturas mais amenas, ventos persistentes, taxas de insolação pouco elevadas e maior humidade e pluviosidade (Porteiro, 2000).

Localizado em plena bacia do Atlântico Norte, as massas de ar de proveniência continental que atingem o arquipélago à superfície revelam-se descaracterizadas e com forte incremento de propriedades associadas ao seu percurso marítimo. Em altitude, as massas de ar superior, de trajeto mais direto e de proveniência mais remota, continental e mesmo transcontinental, podem, em algumas circunstâncias, fazer sentir diretamente o seu efeito à superfície, sobretudo nas zonas mais altas das ilhas, situação geralmente traduzida por circunstâncias anormais de secura do ar. Não menos raramente, o ar em circulação na atmosfera livre transporta até ao arquipélago suspensões sólidas, nomeadamente, cinzas vulcânicas ou areias finas do deserto do Saara as quais afetam esporadicamente o clima radiativo e a qualidade do ar (SRAA, 2015).

Como o arquipélago se situa longe das zonas continentais, o clima é fortemente influenciado pelo oceano em termos de temperatura, sendo o território atravessado por massas de ar com grande teor de humidade. Assim, a dinâmica climática do arquipélago é determinada pela evolução espácio-temporal dos gradientes de pressão atmosférica no Atlântico Norte, nomeadamente das baixas pressões subpolares e da cintura de altas pressões subtropicais. Às cristas e talvegues barométricos associados ao regime geral de circulação condicionada pela massa do continente Americano e pela massa de água atlântica, sobrepõem-se os anticiclones semipermanentes atlânticos subtropicais, dos quais se destaca a configuração recorrente anticiclónica do Atlântico Norte, genericamente designada por Anticiclone dos Açores, cuja posição, intensidade, orientação e desenvolvimento condicionam a variação sazonal do clima insular (SRAA, 2015; Bettencourt, 1979; Azevedo, 1996).

O anticiclone dos Açores desloca-se para norte no verão, condicionado pela migração latitudinal da Zona Intertropical de Convergência (ZITC), afastando a frente polar para latitudes mais elevadas, e no inverno move-se para sul do arquipélago, acompanhando o deslocamento da célula de Hadley no sentido da ZITC, o que faz descer a frente polar, sujeitando as ilhas à instabilidade atmosférica provocada pelas correntes de oeste devido à passagem de perturbações depressionárias associadas a ondulações frontais (SRAA, 2015; Porteiro, 2000; Azevedo, 1996; Bettencourt, 1979). A latitude relativamente elevada das ilhas não permite ação direta das correntes atmosféricas tropicais, mas faculta uma forte influência de massas de ar de origem polar. No entanto, a forte presença de massas de água superficiais, derivadas da corrente quente do Golfo, tem um importante efeito amenizador no clima dos Açores, assegurando uma fonte de calor e humidade contínua para a atmosfera (Ferreira, 1980). Embora o seu trajeto principal atravesse regiões a latitudes mais elevadas, os meandros derivativos desta corrente que atingem a latitude dos Açores impedem a incursão de águas mais frias provenientes de norte, para além de constituírem uma fonte de energia que o oceano transfere para a atmosfera sob a forma de calor latente e sensível (Azevedo, 1996). Devido à corrente do Golfo, o arquipélago revela condições de amenidade singulares, nomeadamente, no que respeita à temperatura, em comparação com outras localidades costeiras à mesma latitude (SRAA, 2015).

À escala regional, o dinamismo climático das camadas inferiores da atmosfera é condicionado pela altitude, relevo, geomorfologia, coberto vegetal e orientação de cada ilha, para além da influência recíproca entre ilhas mais próximas (Azevedo, 1996, 2001; Azevedo *et al.,* 1999). A descrição quantitativa do clima das diferentes ilhas dos Açores tem sido feita com base nos valores das observações efetuadas na rede de estações meteorológicas existente no arquipélago, sendo a maioria de vocação sinóptica e situadas no litoral (IH, 2010; Azevedo, 2015). O clima das ilhas apresenta uma sazonalidade medianamente marcada que se reflete nos diferentes elementos do seu clima. As quatro estações do ano, típicas dos climas temperados, são reconhecíveis. Os invernos, podendo ser chuvosos, não se manifestam excessivamente rigorosos. A ocorrência de neve, sendo esporádica, só ocorre nas zonas altas. A precipitação ocorre durante todo o ano, mesmo nos meses de estio, embora nestes com muito menor expressão. A precipitação de origem frontal é significativamente reforçada pela precipitação de origem orográfica no interior de cada ilha. Os verões são amenos e significativamente mais ensolarados do que o resto do ano. São raros, no entanto, os dias de céu completamente limpo. Os períodos tempestuosos, sendo mais frequentes de inverno podem, no entanto, ocorrer em fins de verão e no outono por efeito de esporádicas tempestades tropicais em evolução próximo do arquipélago. Violentas tempestades, quer de origem tropical, quer provocadas por células depressionárias provenientes das latitudes mais setentrionais do Atlântico Norte Ocidental são responsáveis por

episódios de precipitação intensa e/ou persistente (Azevedo, 2001). Assim, não obstante a posição setentrional que o arquipélago ocupa, este pode ser afetado pela passagem de ciclones tropicais, ou de tempestades tropicais derivadas destes, umas vezes resultantes de intrusões oportunistas destes sistemas provenientes das baixas latitudes, outras, em circulação de retorno, de volta ao Atlântico, após um percurso próximo ou mesmo sobre o continente Americano. Destes sistemas, muitas vezes já em vias de dissipação, resultam muitas das piores tempestades a que o arquipélago se vê sujeito. A passagem de tempestades nos Açores exibe grande variabilidade interanual, notando-se, contudo, que a frequência e intensidade desses episódios meteorológicos extremos tem aumentado em anos recentes (SRAA, 2015).

De acordo com as projeções do Plano de Gestão de Riscos de Inundações da Região Autónoma dos Açores (PGRIA), os padrões de chuva modelados apontam para uma maior concentração de precipitação no inverno, o que poderá indicar mais episódios de inundações e cheias e menor retenção de água superficial e subterrânea, perceção que é coerente com as projeções do projeto SIAM II para o final deste século, nomeadamente a tendência de diminuição progressiva da precipitação anualmente, o aumento de episódios de pluviosidade intensa, a maior variabilidade interanual e sazonal do clima na região, somada ao aumento de temperatura de 1ºC a 2ºC perspetivado para os Açores. É também expectável que os episódios de vento extremo e tempestades possam ocorrer com frequência e intensidade, tendo em conta estudos sobre a frequência dos furacões (Murakami *et al.,* 2014) e intensidade de furacões (Bengtsson *et al.,* 2007). Consequentemente, é esperado que a sobrelevação marítima de origem meteorológica seja maior e mais frequente, o que aumentará o risco de fenómenos de galgamentos costeiros, os quais serão também agravados pela subida do nível médio das águas do mar que, no caso dos Açores, poderá atingir 1 m, até ao final do presente século. Para os Açores, é também expectável que se assista a um aumento do número de dias com precipitação acima dos 20 mm e à ocorrência de mais chuva, com menos frequência.

PRESSÃO ATMOSFÉRICA

A localização geográfica do arquipélago no contexto do campo de pressão à escala da bacia do Atlântico Norte conduz a que a pressão atmosférica nos Açores seja, por norma, superior à média planetária. A passagem dos diferentes sistemas atmosféricos conduz a variações significativas da pressão; de uma forma brusca à passagem das frentes, decrescendo à proximidade das depressões extratropicais ou aumentando aquando da predominância do anticiclone dos Açores (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

Os valores da pressão atmosférica, quando reduzida ao nível do mar, variam pouco de um extremo ao outro do arquipélago, apresentando-se ligeiramente mais elevados nas ilhas do grupo Oriental, quando comparados com os valores observados nas ilhas do grupo Ocidental. Os valores médios mensais mais baixos, próximos dos 1 018 hPa, ocorrem em todas as ilhas no período de inverno, altura de menor intensidade anticiclónica e de frequentes depressões centradas na proximidade do arquipélago, com predominância para o mês de fevereiro. Os valores máximos de pressão atmosférica ocorrem geralmente em julho devido à aproximação do anticiclone dos Açores e rondam os 1 024 hPa (Azevedo, 2015; SRMCT, 2014).

No interior das ilhas, a pressão atmosférica decresce condicionada pela variação da altitude e de acordo com a evolução das características das massas de ar que sobre elas circulam. Adotando a variação da pressão de acordo com o modelo da atmosfera padrão, verifica-se uma diminuição

da pressão, aos 1 000 m de altitude de cerca de 110hPa, quando comparada com a observada ao nível do mar. No cimo da montanha do Pico (2 351 m de altitude) a diminuição, nas mesmas circunstâncias de comparação, será próxima dos 250hPa (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

A amplitude média da pressão atmosférica, entre os anos de 1961 e 1990, foi de 6,3 hPa no grupo Oriental e Central. Os valores mais baixos desta amplitude registaram-se no grupo Oriental (5,4 hPa) e no grupo Central (7,0 hPa). No grupo Ocidental registou-se a maior amplitude, com 10,0 hPa (IH, 2000; SRMCT, 2014).

Temperatura do ar

A temperatura atmosférica nos Açores é fortemente condicionada pelo anticiclone dos Açores e pela migração anual periódica da superfície frontal polar que nos meses de inverno atinge o arquipélago. A uma escala mais regional, a distribuição espacial da temperatura do ar varia essencialmente com a altitude, proximidade ao mar e exposição solar (SRMCT, 2014).

Em altitude, a temperatura decresce de forma regular, à razão de 0,9°C por cada 100 m até ser atingida a temperatura do ponto de orvalho, a uma altitude que se situa, em média, próxima dos 400 m. A partir daí, dada a cedência de energia à atmosfera pelo processo de condensação, a temperatura decresce de uma forma menos brusca, à razão média de 0,6°C por cada 100 m (Azevedo, 2015).

A variação média anual da temperatura do ar nos Açores é pouco acentuada, tanto em latitude, como longitude, tendo oscilado entre 16,9°C e 17,6°C, no período de 1971-2000. Em termos sazonais, verifica-se que no verão se registam as temperaturas atmosféricas mais elevadas, quando o anticiclone se orienta na direção SW-NE, de forma intensa e abrange uma vasta área da região. O mês de agosto é geralmente o mais quente do ano, com temperaturas médias de 17°C, sendo a média da temperatura máxima cerca de 25°C. No inverno ocorrem os valores mais baixos de temperatura atmosférica, quando se regista a presença de depressões, centradas entre o arquipélago dos Açores e a Irlanda. O período mais frio do ano estende-se entre os meses de dezembro e fevereiro, com temperaturas médias registadas ao redor de 13°C, sendo a média da temperatura mínima cerca de 11°C no mês de fevereiro, o mês com as temperaturas médias mensais mais baixas (Morton *et al.,* 1998; IH, 2000; SRMCT, 2014). A amplitude média anual da variação diurna é baixa, próxima dos 5°C, tendo tendência a ser superior na costa norte das ilhas (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

Humidade relativa do ar

Por ser um arquipélago remoto com alta influência termodinâmica oceânica, a humidade relativa do ar nos Açores caracteriza-se por ser muito elevada, com médias anuais superiores a 80%. A humidade relativa do ar varia inversamente com a temperatura atmosférica, mas, sazonalmente, a variação não é muito expressiva. Concomitantemente, os valores médios mensais apresentam uma variação pouco significativa ao longo do ano. Os valores médios mensais da humidade relativa do ar nos Açores são menores no mês mais quente do ano (geralmente agosto), e atingem valores máximos nos meses com temperaturas médias mais baixas, normalmente no inverno (IH, 2010; SRMCT, 2014).

INSOLAÇÃO E RADIAÇÃO SOLAR

Ao se situar numa zona atlântica de confrontação de massas de ar com características distintas, o arquipélago está grande parte do tempo sujeito a nebulosidade de origem frontal. Por outro lado, pelo facto de as ilhas se apresentarem como obstáculos à progressão de massas de ar húmido que, por efeito da orografia, contornam o relevo em altitude, as ilhas, sobretudo as mais compactas, estão grande parte do tempo sob a influência de nebulosidade de origem orográfica. Destas circunstâncias, resulta que o arquipélago apresente um índice de insolação baixo, da ordem dos 35% em média anual, quando comparado com o total de horas de insolação possíveis. Este facto traduz-se em, aproximadamente, 1600 h de sol descoberto por ano (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

Os valores mais baixos de insolação ocorrem geralmente entre dezembro e fevereiro, com valores entre 60 e 100 h mensais. e os valores máximos mensais ocorrem em julho e agosto, registando-se valores superiores a 200 h. Anualmente, o número médio de dias com insolação superior a 80% varia entre 0 e 2 dias entre dezembro e março e 9 dias em agosto. O número médio de dias com insolação inferior a 20% varia entre 2,9 dias no mês de agosto e 17 dias em dezembro (IH, 2010; SRMCT, 2014).

A insolação é significativamente superior junto ao litoral quando comparada com a observada em altitude e tende, por outro lado, a ser superior nas ilhas mais baixas, nomeadamente, em Santa Maria, Graciosa e Faial. Apesar de, na generalidade do tempo, as ilhas estarem sob a influência de nebulosidade orográfica, por vezes o topo das ilhas mais altas está acima do manto de nuvens, situação que conduz localmente a elevados valores de intensidade da radiação solar (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

A quantidade de energia proveniente da radiação solar calculada para uma superfície horizontal no topo da atmosfera à latitude média dos Açores é da ordem dos 42 MJ por m^2 dia^{-1} por altura do solstício de verão, decrescendo para 15 MJ por m^2 dia^{-1} por altura do solstício de inverno. No entanto, dadas as circunstâncias de atenuação da radiação ao longo do seu trajeto pela atmosfera, nomeadamente, devido à nebulosidade típica insular, estes valores são significativamente diferentes dos observados à superfície das ilhas. No verão, aqueles valores ficam reduzidos, em média, a 20 MJ por m^2 dia^{-1}, enquanto que no inverno não ultrapassam os 6 MJ por m^2 dia^{-1} (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

PRECIPITAÇÃO

Os Açores encontram-se localizados numa zona do Atlântico a que corresponde uma precipitação média anual ao nível do mar que varia entre os 700 e os 900 mm (Azevedo, 2015). Os valores de precipitação variam consideravelmente ao longo do arquipélago, aumentando com a altitude e latitude, chegando a ultrapassar 4000 mm/ano (SRMCT, 2014). A precipitação observada ao nível do mar cresce de leste para oeste, variando entre os 775mmv observados na ilha de Santa Maria, até aos 1700mmv observados na ilha das Flores (Azevedo, 2015; IH, 2010).

O número médio de dias com chuva por ano (precipitação superior a 0,1 mm/dia) é elevado, nomeadamente mais de 120 dias/ano em todas as ilhas, sendo superior na ilha das Flores (240 dias/ano). No entanto, em todo o arquipélago, a média anual do número de dias com precipitação igual ou superior a 10 mm/m2 é inferior a 15%. No caso de precipitações diárias intensas, as ilhas

do Faial e de São Jorge são as que registam maior número médio anual de dias com precipitação maior ou igual a 30 mm (SRMCT, 2014).

Aproximadamente 75% do quantitativo anual de pluviosidade concentra-se no período entre setembro e março, devido à passagem frequente de perturbações depressionárias associadas à frente polar. Nos meses de verão (junho, julho e agosto), devido à influência do anticiclone dos Açores, a pluviosidade costuma ser menor (IH, 2010). No entanto, os meses mais chuvosos distribuem-se de forma diferenciada entre os grupos, sendo que no grupo Ocidental, o período dos meses mais chuvosos é maior, de setembro a abril, enquanto que nos grupos Central e Oriental, o período é mais curto, essencialmente entre outubro e fevereiro (IH, 2010).

Sendo por norma abundante, a precipitação no arquipélago dos Açores caracteriza-se por alguma irregularidade interanual cuja amplitude pode atingir valores significativos (Azevedo, 2015). A precipitação média anual oscilou, no período 1971-2000, entre os 729,5 mm/m^2 em Santa Maria e os 1642 mm/m^2 nas Flores (Azevedo, 2001; Gabriel, 2000; IH, 2000; AEMET & IM, 2012).

A quantidade de precipitação média anual, nos Açores, é ainda fortemente influenciada pela orografia das ilhas, registando-se os valores mais elevados normalmente em ilhas com cotas mais altas, como é o caso da ilha do Pico, onde a precipitação pode ser superior a 4000 mm/ano (AEMET & IM, 2012).

Vento

Situadas em plena zona de confluência de diferentes sistemas de circulação atmosférica, as ilhas são abordadas tanto por ventos que derivam do bordo superior do anticiclone dos Açores, como por aqueles gerados a partir dos sistemas depressionários associados à evolução dos meandros da Frente Polar. Em determinadas circunstâncias, o bordo mais meridional do arquipélago pode ser atingido pela circulação dos ventos Alísios. Circunstâncias anormais, devidas à passagem de tempestades tropicais, geram ventos fortes cuja direção decorre do trajeto do sistema depressionário em relação ao posicionamento das diferentes ilhas (Azevedo, 2015; SRAA, 2015).

Os ventos são frequentemente fortes ao longo do ano devido à forte influência oceânica, mas apresentam intensidades sazonais e direções variáveis. No inverno, os valores máximos da velocidade do vento relacionam-se com o maior gradiente horizontal da pressão atmosférica no Atlântico Norte, atingindo-se velocidades médias diárias 17 a 43 km/h. No verão, a direção do vento é mais variável, por influência da célula de alta pressão Açoriana, sendo sobretudo oriundo de nordeste, com médias diárias de velocidade entre 8 e 24 km/h (IH, 2000).

Ventos fortes, resultantes de tempestades, têm origem maioritariamente de oeste e noroeste; no inverno ocorrem geralmente por 3 - 4 dias por mês, e no verão são muito menos frequentes. Anualmente, o número médio de dias com velocidade de vento igual ou superior a 36 km/h e 55 km/h é, respetivamente, 98 e 22 dias (IH, 2000).

Verifica-se um aumento médio da velocidade do vento das ilhas do grupo oriental para as do grupo ocidental. Em todas as ilhas a velocidade do vento aumenta com a altitude, assumindo, porém, maior regularidade na sua orientação (Azevedo, 2015). No grupo Ocidental, registam-se ventos mais intensos com rumos predominantes de norte e sul, ocasionalmente noroeste, sendo mais fracos nas Flores que no Corvo. No grupo Central, os regimes de ventos diferem consoante a localização ou a exposição das ilhas e respetivas costas. Assim, na ilha do Pico as frequências e

velocidades mais elevadas são provenientes de noroeste e norte, enquanto na Terceira as maiores frequências são de norte a sudoeste, mas as velocidades mais elevadas ocorrem com ventos oriundos de sul. No Faial, os ventos mais frequentes provêm de sudoeste e as velocidades mais elevadas com ventos de sudoeste e sul. No grupo Oriental, na ilha de São Miguel, as maiores frequências ocorrem dos rumos norte, nordeste e oeste e as velocidades mais elevadas ocorrem com ventos de sul e noroeste; enquanto em Santa Maria as maiores frequências são do rumo nordeste e as velocidades mais elevadas ocorrem com rumos sul e norte (IH, 2010).

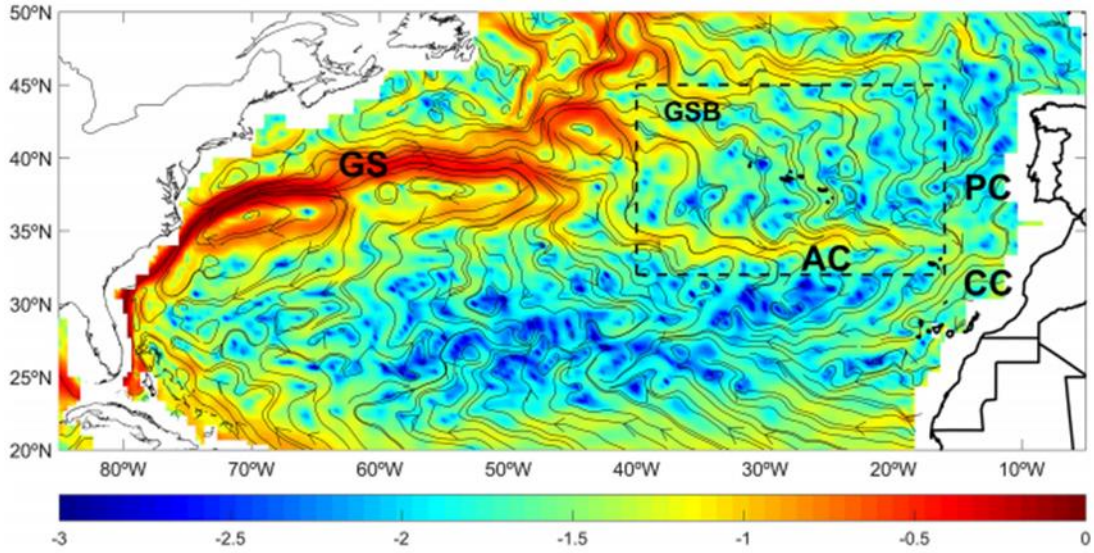
Nevoeiro e neblina

De acordo com os valores médios anuais, no período 1978-1992, a frequência de ocorrência de neblina é superior à frequência de ocorrência de nevoeiro, sendo observada uma frequência anual superior a 70% no grupo Ocidental e 60% no grupo Oriental. Verifica-se igualmente a variação sazonal da visibilidade para o mar, com o aumento da frequência de nevoeiro e neblina nos meses de inverno e diminuição mais evidente, nos meses de verão, em especial de neblina no mês de agosto (IH, 2010).

A.5. Características oceanográficas

Correntes e massas de água

Os Açores localizam-se na fronteira Norte do giro subtropical do Atlântico Norte, caracterizada por um elevado gradiente horizontal de temperatura, e profunda influência da Corrente do Golfo (CG), que transporta massas de água superficiais quentes de origem equatorial e tropical de oeste para as águas frias do Atlântico Norte. Toda a área oceânica a sul das ilhas dos Açores é dominada pela Corrente dos Açores (CA), que corre a latitudes entre os 34° e 36° norte, no sentido Oeste-Este, em direção ao Mediterrâneo, e que transporta água quente, apresentando-se como um conjunto complexo de frentes, meandros e vórtices de pequena ou mesoescala, alimentados a partir de um jato principal (Figura 22). Esta estrutura oceanográfica é a convergência subtropical nesta região e a frente nordeste do giro tropical-subtropical do Atlântico Norte, alimentando a corrente das Canárias (Alves *et al.*, 2002). A norte do arquipélago dos Açores, a circulação é dominada pelo sistema da Corrente do Atlântico Norte (CAN), que atravessa a CMA entre 45-48 48°N (Bower *et al.*, 2002), transportando água mais fria. Tanto a CA como a CAN são ramificações da CG (Klein & Siedler, 1989; Cromwell *et al.,* 1996, Alves *et al.,* 2002; Bashmachnikov *et al.,* 2004; Lafon *et al.,* 2004; Martins *et al.,* 2008; Alves & Verdière, 1999; SRMCT, 2014). Existe ainda uma corrente de superfície adicional, a Corrente do Norte dos Açores (CNA), localizada entre a CA e CAN (39°-42°N), desde o ponto de separação da CG até à CMA (Krauss, 1996; Esselborn *et al.,* 1999; Reverdin *et al.,* 2003; Bashmachnikov *et al.*, 2004).



884 **FIGURA 22.** PADRÕES GERAIS DE CIRCULAÇÃO OCEÂNICA NO ATLÂNTICO NORTE, REPRESENTADOS A PARTIR DE MÉDIAS DERIVADAS
885 DO PRODUTO OSCAR (*OCEAN SURFACE CURRENT ANALYSIS - REAL TIME*) DA NOAA, ENTRE 2004 E 2014. FONTE: CALDEIRA
886 & REIS, 2017.

*AS CORRENTES DA SUPERFÍCIE DO MAR SÃO REPRESENTADAS COMO ISOLINHAS SOBRE LOG_{10} DA VELOCIDADE DA CORRENTE PARA MELHORAR A REPRESENTAÇÃO DOS EXTREMOS. AS CORRENTES DE CIRCULAÇÃO OCEÂNICA SÃO ASSINALADAS: CORRENTE DO GOLFO (GS), BIFURCAÇÕES DA CORRENTE DO GOLFO (GSB), CORRENTE DOS AÇORES (AC), CORRENTE DE PORTUGAL (PC), CORRENTE DAS CANÁRIAS (CC). O ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES ESTÁ REPRESENTADO DENTRO DO RETÂNGULO COM LINHA A TRACEJADO.

887 A CG é uma das mais fortes correntes oceânicas, atingindo velocidades da ordem dos 2,5 m/s
888 (transporta até 150 Sv3 e tem uma largura superior a 200 km). A CG integra-se na circulação geral
889 do Atlântico Norte, partindo do Golfo do México (estreito da Flórida) e passando pela costa leste
890 dos Estados Unidos da América em direção a nordeste, em latitudes ligeiramente superiores às
891 dos Açores, até atingir as ilhas britânicas. No seu percurso, a CG transporta uma fonte de calor
892 para latitudes mais elevadas, funcionando ainda como obstáculo à descida de águas frias do
893 Atlântico Norte, nomeadamente as provenientes da Corrente do Labrador. Os padrões da CG
894 resultam num regime de alta salinidade, relativamente alta temperatura e poucos nutrientes, que
895 caraterizam as águas dos Açores (Santos *et al.*, 1995). A CG entra no domínio este dos Açores,
896 entre aproximadamente 50°W e 40°N, e bifurca-se em dois ramos principais, a CAN e a CA, que
897 por sua vez se bifurcam em, respetivamente, CAN1 e CAN2 e CA1 e CA2 (Alves, 1993) (Figura 23).
898 Em média, no verão, a região a norte dos Açores é influenciada pela CAN2, enquanto a sul é
899 influenciada pela CA1. No período de inverno, na região dos Açores, passa apenas um único ramo
900 de corrente, a CA, e que resulta da aglutinação da CA1 com a CAN2 a oeste dos Açores,
901 aproximadamente a 35ºW, 35ºN (Alves, 1993). Durante o inverno, devido à agitação marítima e
902 ventos locais, existe também uma forte mistura vertical na coluna de água e a termoclina situa-
903 se a cerca de 200 m, ao passo que, no verão, situa-se entre 30 a 60 m de profundidade (IH, 2000).

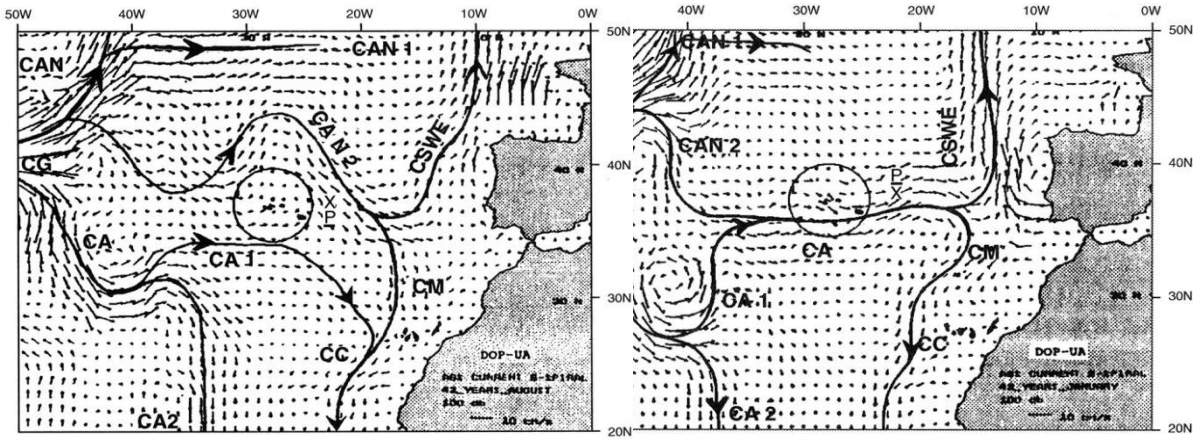


FIGURA 23. PADRÕES GERAIS DE CIRCULAÇÃO OCEÂNICA NO ATLÂNTICO CENTRAL/ NORDESTE (ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES REPRESENTADO DENTRO DE CÍRCULO) A CERCA DE 100 M DE PROFUNDIDADE E PARA DUAS ESTAÇÕES DO ANO DIFERENTES: A – VERÃO, B - INVERNO. ESTES PADRÕES MÉDIOS DE CIRCULAÇÃO FORAM DERIVADOS DE DADOS ENTRE 1947 E 1988. FONTE: ALVES (1993) *IN* SRMCT (2014).

Ao longo dos diferentes meses do ano existem consideráveis variações nestes padrões gerais de circulação oceânica (Figura 24). A CA existe durante todo o ano, fluindo de modo geral de oeste para este, com intensidades variáveis e oscilações sazonais e semi-sazonais. Existem períodos em que a corrente provém de noroeste e outros de sudoeste. Em geral, os eventos de noroeste são devidos ao ramo sul da CAN, e os de sudoeste resultam principalmente da CA. Os casos intermédios correspondem a combinações mais ou menos complexas de ambos os sistemas (Alves, 1993; Santos *et al.,* 1995). Os ventos locais, assim como a localização do anticiclone dos Açores, poderão ter também influência na direção das correntes (IH, 2000). A velocidade média da CA nos Açores pode atingir 30 a 40 cm/s, tendendo a diminuir até 5 cm/s a cerca de 700 m de profundidade (Ollitrault, 1995).

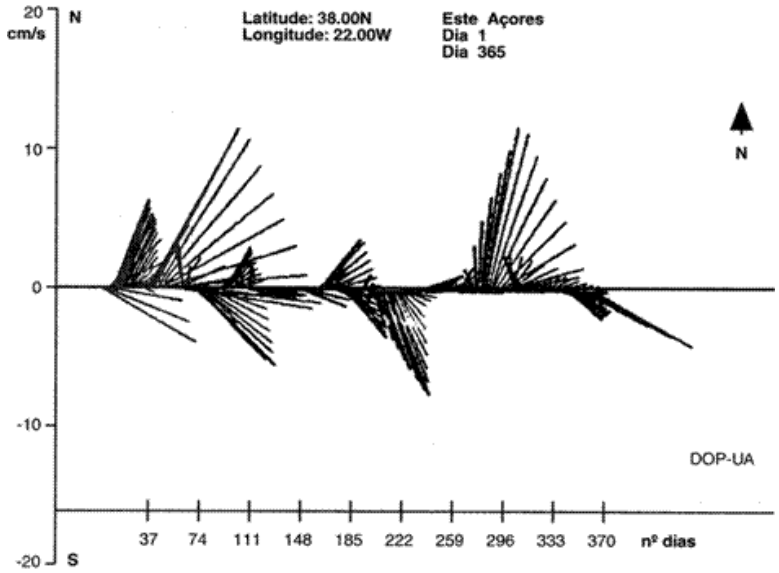


FIGURA 24. ORIENTAÇÃO E INTENSIDADE TEMPORAL DA CORRENTE AO LONGO DE UM ANO MÉDIO E NUM PONTO A ESTE DOS AÇORES (22º W, 38º N). FONTE: FONTE: ALVES (1993) *IN* SRMCT (2014).

As correntes dominantes da CA atingem larguras da ordem dos 300 a 600 Km e profundidades até 1000 m (Alves, 1993; Pingree, 1997). Essas correntes subdividem-se, por sua vez, em correntes com larguras da ordem dos 10 a 100 km, podendo meandrar e produzir vórtices com larguras de várias dezenas a algumas centenas de km em torno da posição onde passa a corrente principal e atingir velocidades da ordem de vários km por dia (Alves, 1993; Pingree & Sinha, 1998).

Contracorrentes contínuas dirigidas para oeste nos flancos da CA, possivelmente causadas pela sua retrofação, estão também descritas nos Açores. A contracorrente a norte (cerca de 35°N, 28°W), por exemplo, é mais fria e menos salgada, apresenta sentido anti-horário e uma velocidade de cerca 25 cm/s, e a contracorrente a sul da CA apresenta sentido horário (Onken, 1993; Cromwell *et al.,* 1996; Pingree, 1997; Alves & de Verdiere, 1999; Alves *et al.,* 2002). De acordo com Comas-Rodríguez *et al.* (2011), tanto a CA (33.5°N e 34.5°N) como a contracorrente flanqueando a norte a CA (35.25° – 36.25°N), podem atingir cerca de 2000 m de profundidade. Em camadas intermédias, a Contracorrente dos Açores transporta também água mediterrânica para oeste e a CA transporta águas subárticas (Comas-Rodríguez *et al.*, 2011). Alguns estudos defendem ainda que o escoamento de água mediterrânica pelo Estreito de Gibraltar está na origem do sistema de correntes dos Açores (Peliz *et al.,* 2007; Kida *et al.,* 2008), em vez desse sistema de correntes ser uma extensão para este da CG e do Giro Subtropical (Klein & Siedler, 1989; Maillard & Käse, 1989).

Há a referir, igualmente, a ocorrência de diversas massas de água na subdivisão dos Açores. Em profundidades abaixo da termoclina, acima dos 700 m, ocorre a massa de água com origem no Atlântico Norte Central (NACW, do inglês *North Atlantic Central Water*). A profundidades intermédias (700-2000 m), detetam-se massas de água subpolares oriundas do norte e sul e do Mar do Labrador (SAIW, AAIW, LSW, do inglês, respetivamente, *Subarctic Intermediate Water, Antarctic Intermediate Water, Labrador Sea Water*). As massas de água de origem Mediterrânica são geralmente detetadas entre os 800-1200 m de profundidade, mas ao atravessar a CMA podem ser projetadas para a superfície (Joyce, 1981; Santos *et al.,* 1995; Morton *et al.,* 1998; Johnson & Stevens, 2000; Bashmachnikov *et al.,* 2009). A maiores profundidades, entre os 2000-4500 m, predominam massas de água fria com alto teor de oxigénio, provenientes do Atlântico Norte (NADW, do inglês *North Atlantic Deep Water*), misturadas com massas de água provenientes da Antártida (Mann & Lazier, 1996; IH, 2000; Santos *et al.,* 1995; Johnson & Stevens, 2000).

Correntes locais, afloramentos de águas profundas, jatos e vórtices, mais ou menos persistentes, são algumas das estruturas oceanográficas dominantes na região (Carreira & Porteiro, 2015). Estruturas de mesoescala complexas e quase permanentes, c*omo eddies* e meandros, bem padrões de circulação relacionados com as características topográficas são também importantes características oceanográficas na região (Reverdin *et al.*, 2003; Caldeira & Reis, 2017). É expectável que os padrões eólicos locais forcem as correntes de Ekman, as ondas superficiais e os próprios elementos da turbulência (Elken, 2014; Caldeira & Reis, 2017). Acresce referir ainda a influência das correntes de fundo (Figura 25).

Vórtices provenientes do oeste de África, das ilhas Macaronésias, do Mediterrâneo e das costas Atlânticas da Europa têm algum impacte na hidrografia do espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores (Santos *et al.,* 1995, Bashmachnikov *et al.,* 2009). Embora possam ocorrer, as interações horizontais e verticais de vórtices são escassas, sendo que, na região dos Açores, foram observados alinhamentos entre anticiclones verticalmente alinhados e anticiclones profundos (Tychensky & Carton, 1998; Perrot & Carton, 2007). Nas regiões circundantes aos

Açores, e também na Madeira e nas Canárias, não ocorre nenhum tipo de trajetórias de vórtices (Chelton, Schlax e Samelson, 2011; Silva, 2017). Contudo, Silva (2017) identificou um total de 461 vórtices que apresentam uma deteção inicial no interior do espaço marítimo relacionado com o eixo principal da corrente dos Açores, a leste da CMA, tendo sido o número dos anticiclones e ciclones registados de 212 e 249, respetivamente. Este autor observou ainda que as trajetórias dos anticiclones se situam maioritariamente a norte da corrente dos Açores e que as trajetórias dos ciclones abrangem integralmente a área.

Adicionalmente, a dinâmica local, influenciada pelas ilhas e montes submarinos e induzida tanto pela CA, como por outros mecanismos locais, é também importante. Fenómenos de afloramento são frequentemente observados nas ilhas dos Açores através de imagens de satélite (Menezes *et al.*, 2006; Lafon *et al.,* 2004), e ao redor de montes submarinos são também frequentes fenómenos oceanográficos como jatos ou remoinhos (e.g., colunas de Taylor) (Menezes *et al.,* 2006). Por exemplo, Tempera *et al.* (2012) demonstraram a existência de padrões oceanográficos, no monte submarino Condor, que diferem das do oceano circundante, nomeadamente a ocorrência de dois centros de *upwelling*, com níveis de turbidez mais elevados, entrelaçados com dois centros de *downwelling*, bem como de alterações periódicas na profundidade da termoclina devido a efeitos mareais. Na proximidade deste monte submarino, foram ainda identificadas ondas de Rossby, com formação de uma célula ciclónica e de outra anticiclónica nos seus flancos opostos (Bashmachnikov, Loureiro e Martins, 2013). Foram também detetados padrões hidrográficos complexos no monte submarino Sedlo, recebendo materiais ou nutrientes e possuindo uma circulação anticiclónica típica (Bashmachnikov *et al.,* 2009; Machín *et al.,* 2009; Mendonça *et al.,* 2012; Mohn *et al.,* 2009). A CMA, apesar de se encontrar a grandes profundidades, também afeta a passagem das principais correntes existentes na área dos Açores (Bashmachnikov *et al.,* 2004; Goikoetxea *et al.,* 2010).

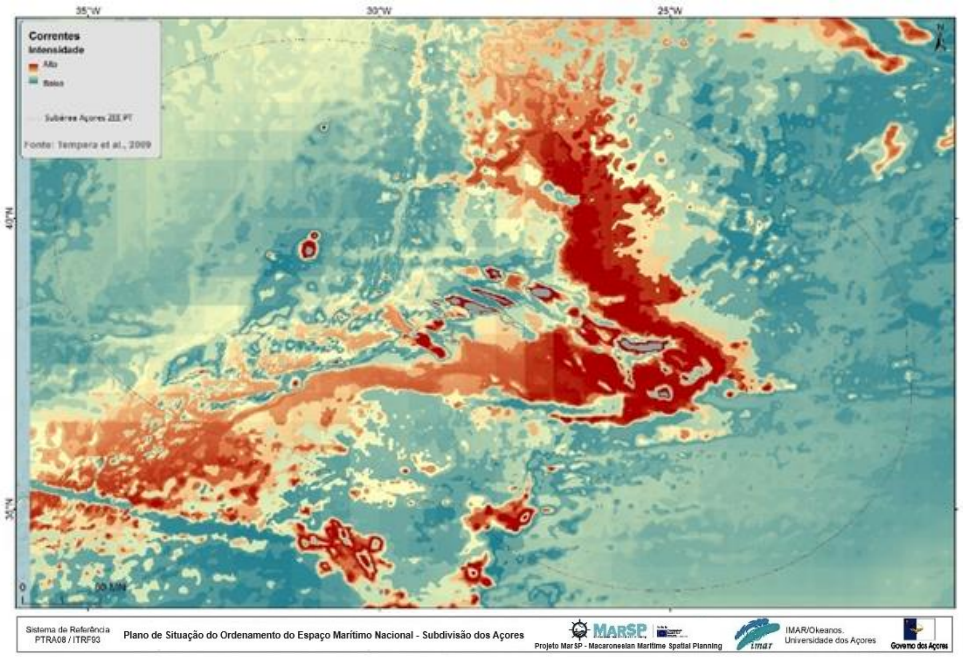


FIGURA 25. INTENSIDADE DAS CORRENTES NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.,* 2020.

AGITAÇÃO MARÍTIMA/ ONDULAÇÃO

A formação e progressão das ondas do mar estão diretamente relacionadas com a intensidade, persistência e área de atuação do vento. A superfície do mar possui uma configuração muito complexa, irregular e variável, pelo que o estado do mar, num dado momento e local, é definido pelo conjunto das características das ondas relativas ao mesmo momento e local. A altura e velocidade de propagação das ondas dependem não só da intensidade e persistência do vento, mas também da área de atuação do vento. Num determinado local poderão ocorrer simultaneamente várias ondulações, com diversas direções, provenientes de áreas de geração diferentes, sendo necessário considerar a agitação marítima como composto por um grande número de sistemas de ondas, representado pelo seu espectro, que exprime a distribuição da energia das ondas nos domínios da frequência e da direção (IH, 2010).

O arquipélago dos Açores está sujeito à ondulação com origem em tempestades longínquas, bem como a vagas geradas pelos ventos locais que criam um sistema local de ondulação; quando o sistema atravessa o arquipélago as direções das ondas sofrem alterações significativas, induzindo o surgimento de vários sistemas de ondas com diferentes direções (Rusu & Soares, 2012; Rusu, Pilar & Soares, 2012). Apesar de as ilhas do arquipélago possuírem, de um modo geral, plataformas insulares estreitas, o seu posicionamento aproximadamente central no Atlântico Norte faz com estejam expostas a intensos regimes de ondulação, especialmente durante os meses de inverno. Durante os meses de verão a agitação marítima tende a diminuir (SRMCT, 2014). As costas a norte encontram-se mais expostas que as voltadas a sul, embora a maioria das tempestades provenham de sudoeste (Borges, Andrade & Freitas, 2002; Ng *et al.,* 2019).

De acordo com IH (2010), considerou-se para a análise da agitação marítima nos Açores os dados adquiridos pelas estações ondógrafo direcionais das ilhas Terceira, São Miguel e Flores, do projeto CLIMAAT, bem como observações em estações costeiras do Instituto de Meteorologia (IM), ressalvando-se que os resultados obtidos estão fortemente influenciados pela localização geográfica das estações e face à proximidade de cada uma das ilhas, pelo que são apenas representativos para a área de medição e para áreas com a mesma exposição meteo-oceanográfica, sendo que quaisquer extrapolações para locais afastados da posição das boias devem ser verificadas recorrendo a modelos matemáticos adequados (Azevedo, Reis & Fernandes, 2016). Acresce mencionar que esta análise não inclui os dados das restantes boias ondógrafo, instaladas posteriormente, ao largo da ilha Graciosa, de Santa Maria (temporariamente inoperacional) e do Faial/Pico.

A Figura 26 apresenta a frequência de ocorrência (%) da direção média e altura significativa para os grupos Oriental, Central e Ocidental. Da análise dos resultados, verifica-se que a agitação marítima nos pontos observados tem direção predominante de norte, NE e NW. Na costa sul das Flores, predominam os rumos de SW e oeste. A classe de alturas com maior percentagem de observações é a de 1-2m, exceto na costa este de São Miguel, onde se verificou mais de metade de observações de 2-4 m. Verifica-se também que alturas significativas superiores a 4 m são inferiores a 3% exceto na costa este de São Miguel (5%) e na costa oeste da Terceira (4%). Estados de mar com registo de alturas significativas superiores a 6 m são praticamente inexistentes em Santa Maria, São Jorge, Graciosa e a oeste da Terceira, apresentando os restantes locais valores inferiores a 1% (IH, 2010).

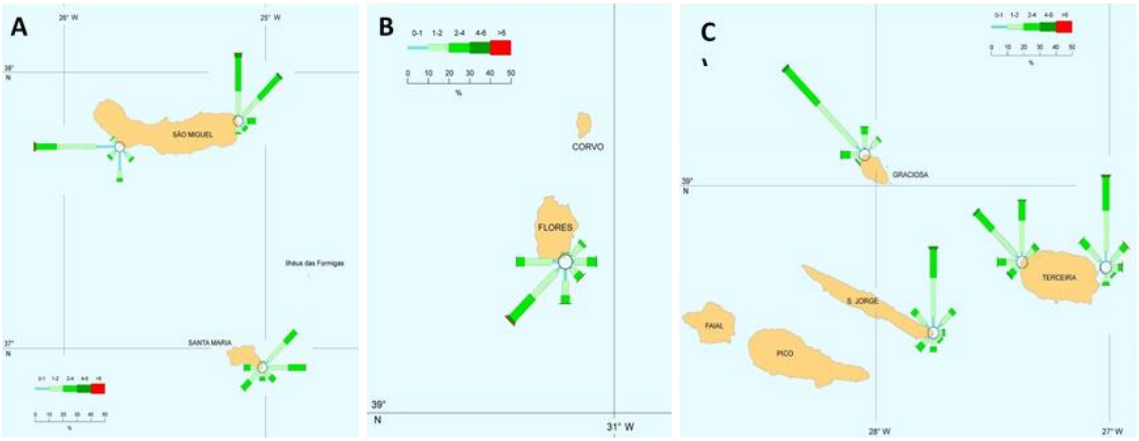


FIGURA 26. FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA (%) DA DIREÇÃO MÉDIA E ALTURA SIGNIFICATIVA PARA O GRUPO ORIENTAL (A), OCIDENTAL (B) E CENTRAL (C). FONTE: ADAPTADO DE IH, 2010.

MARÉS

Nos Açores, as marés são do tipo semidiurno regular. Os tempos de marés são influenciados pela intensidade e duração dos ventos, enquanto as pressões atmosféricas têm maior influência nas amplitudes de maré, sendo que baixas pressões aumentam o nível do mar e vice-versa. A amplitude de marés, nos Açores, varia entre 1 e 1,3 m com as marés vivas, e raramente passando os 2 m. A maré enche de W e SW e na vazante propaga-se de E e NE. Do extremo oriental para o extremo ocidental do arquipélago, os valores da amplitude de maré tendem a diminuir, as preia-mares máximas tendem a atingir cotas inferiores, e as baixa-mares mínimas tendem a alcançar cotas superiores. As correntes geradas pela subida ou descida das marés nas costas e ao largo dos Açores variam usualmente entre 3 m/s e menos de 0,5 m/s, havendo inclusive períodos em que poderão ser mesmo inexistentes (IH, 2000).

A.6. CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS, FÍSICAS E QUÍMICAS

O conhecimento sobre as variações espaciais e temporais dos fatores ambientais que caracterizam o espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores é essencial para efeitos de conservação da natureza e de apoio à gestão e ordenamento do espaço marítimo. Amorim *et al.* (2017) reuniram uma coleção de dados ambientais, a partir de dados de deteção remota para 2003-2013 (temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila-*a*, carbono inorgânico particulado e carbono orgânico particulado), dados oceanográficos derivados (produtividade primária e índice de oscilação do Atlântico Norte) e de dados *in situ* (temperatura, salinidade, oxigênio, fosfato, nitrato e silicato), obtidos do *World Ocean Atlas* 2013.

De acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020), foram considerados dados compilados relativos a variáveis ambientais do oceano (temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila-*a*, carbono inorgânico particulado, carbono orgânico particulado, produtividade do oceano, radiação fotossintética disponível), processados a partir de dados de deteção remota (AQUA/MODIS), entre 2002 e 2013. Foram ainda considerados dados compilados relativos às condições físicas e químicas dos fundos marinhos (alcalinidade, utilização aparente de oxigénio,

saturação da aragonita, saturação da calcita, oxigénio dissolvido, nitratos, fosfatos e silicatos, salinidade, pH, temperatura da água), resultantes dos projetos CoralFish e GLODAP.

À semelhança de estudos anteriores, os resultados destes trabalhos confirmaram uma elevada variabilidade espacial, sazonal e interanual do ambiente marinho na região dos Açores, típica das latitudes médias. Por exemplo, os valores mais baixos de temperatura da superfície do mar foram encontrados na parte Norte da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa, coincidindo com valores mais altos para a concentração de clorofila-*a*, produção primária e carbono orgânico e inorgânico particulado. Valores mais elevados para alguns desses parâmetros também foram encontrados nos taludes das ilhas e em redor de alguns montes submarinos. Os dados compilados sobre as condições ambientais próximas ao fundo do mar revelaram ainda algumas variações notáveis ao longo da região (e.g. oxigénio e nutrientes) e com a profundidade (e.g., temperatura, salinidade e oxigénio) (Amorim *et al.*, 2017).

VARIÁVEIS AMBIENTAIS DO FUNDO E DA SUPERFÍCIE

TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR

Os Açores encontram-se numa região de transição entre os climas subtropical e temperado, caracterizando-se pelas variações sazonais e de larga escala espacial ao nível das condições oceanográficas (Lafon *et al.,* 2004; Amorim *et al.,* 2017; Morato *et al.,* 2020). A Figura 27 ilustra a variabilidade espacial (A) e espácio-temporal (B) da temperatura da água do mar à superfície, para o período de 2003 a 2013, de acordo com o descrito por Amorim *et al.* (2017).

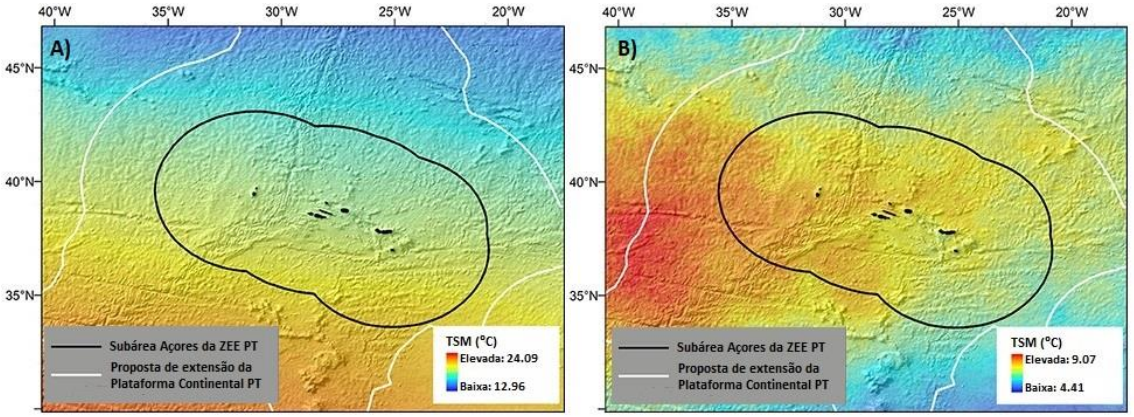
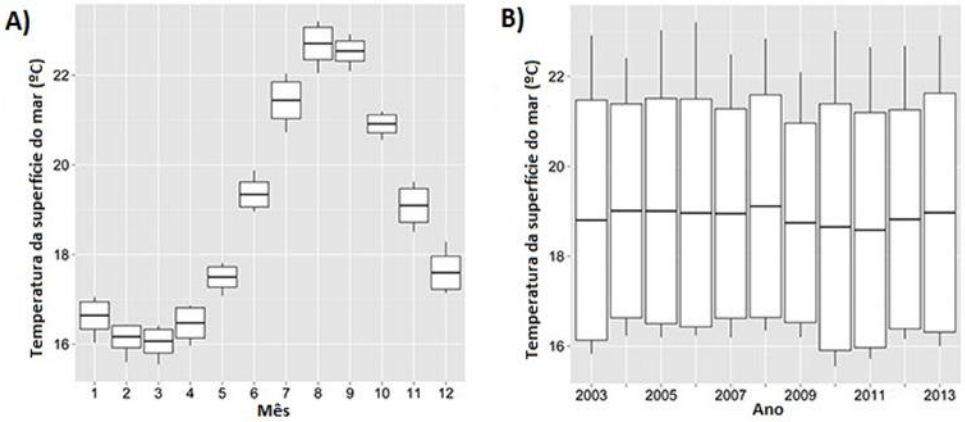


FIGURA 27. MÉDIA (A) E AMPLITUDE (B) DA TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE (TSM) (ºC), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, ENTRE 2003 E 2013. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

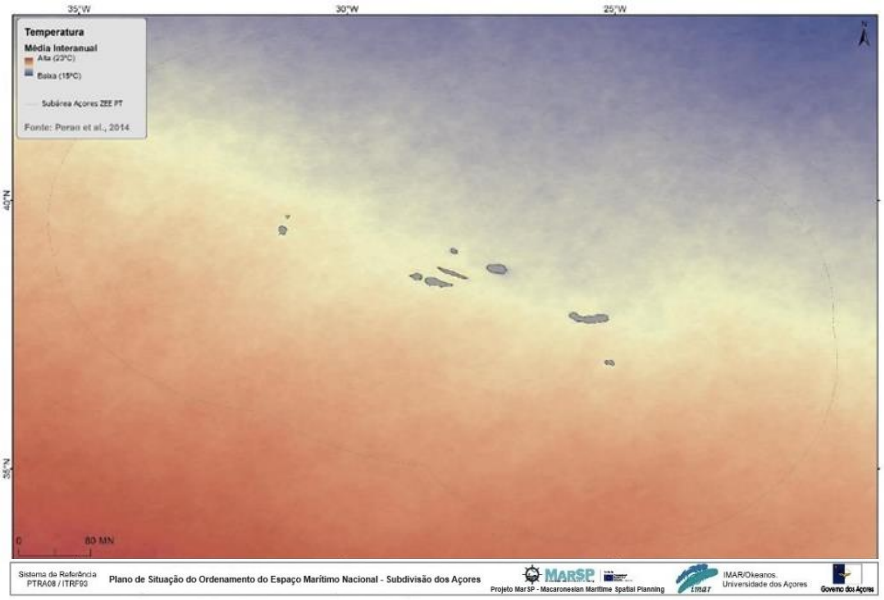
Ainda com base no descrito por Amorim *et al.* (2017), a Figura 28 mostra a variabilidade sazonal (A) e interanual (B) deste parâmetro, com base nos valores médios, mensais e anuais, respetivamente.



1085 FIGURA 28. VALORES MENSAIS (A) E ANUAIS (B) DA MÉDIA, DESVIO PADRÃO E AMPLITUDE (*BOXPLOT*) DOS VALORES DA
1086 TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE, PARA O PERÍODO DE 2003 A 2013, CALCULADOS PELA MÉDIA DOS VALORES
1087 ANUAIS DE CADA MÊS E DOS VALORES MENSAIS DE CADA ANO, RESPETIVAMENTE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

1088 A região dos Açores apresenta gradientes térmicos horizontais, sendo que o arquipélago está
1089 incluído numa área de atividade *low wave/vortex*, que compreende uma grande parte do
1090 Atlântico subtropical oriental. As principais fontes da variabilidade sinóptica da temperatura são
1091 dois fluxos direcionados para leste: o ramo sul frio da Corrente do Atlântico Norte e a Corrente
1092 dos Açores quente, os quais cruzam a Dorsal Médio-Atlântica, assim como um fluxo adicional
1093 correspondente à Zona Frontal dos Açores (Cipollini *et al.*, 1997; Fratantoni, 2001;
1094 Bashmachnikov *et al.*, 2004). Para além disso, a temperatura do mar é também afetada pela
1095 influência moderadora da CG.

1096 O arquipélago dos Açores encontra-se localizado numa região frontal afetada por águas
1097 subtropicais mais quentes (22–24°C) durante o verão e o outono e por águas temperadas mais
1098 frias (17–18°C) durante a primavera e o inverno (Bashmachnikov *et al.*, 2004). Assim, a
1099 temperatura da água do mar à superfície varia sazonalmente nos Açores, como resultado das
1100 mudanças sazonais nos padrões gerais de circulação oceânica na região. As temperaturas são
1101 geralmente amenas (SRMCT, 2014), sendo que os valores médios mensais da temperatura da
1102 água do mar à superfície variam com regularidade durante o ano, entre 15,2°C e 22,7°C (Figura
1103 29), tendo sido registados extremos mensais de 10,6°C e de 25,6°C (IH, 2010).

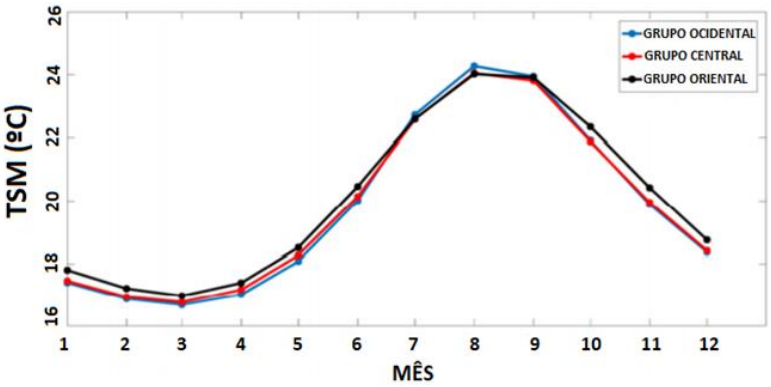


1104 FIGURA 29. MÉDIA INTERANUAL DOS VALORES DA TEMPERATURA (ºC) DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE NO ESPAÇO MARÍTIMO
1105 ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, PARA O PERÍODO DE 2002 A 2013.
1106 FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (PERÁN *ET AL.*, 2014).

1107 O efeito da sazonalidade reflete-se nos valores mais elevados de temperatura e maiores
1108 amplitudes térmicas registados nos meses de verão e nos valores mais baixos e menores
1109 amplitudes térmicas durante os meses de inverno (Figura 30) (Lafon *et al.,* 2004; IH, 2010;
1110 Amorim *et al.,* 2017; Martins *et al.,* 2007). A variação anual da temperatura da água do mar à
1111 superfície é da ordem dos 8°C em toda a área do arquipélago (IH, 2000).

1112 De um modo geral, as temperaturas de superfície do mar tendem a aumentar do grupo ocidental
1113 para o oriental. Tendo por base a análise das temperaturas médias para cada um dos três grupos
1114 de ilhas do arquipélago, Caldeira & Reis (2017) observaram também que as massas de água mais
1115 frias afetam mais o grupo oriental durante o inverno e a primavera, enquanto que o grupo
1116 ocidental apresenta as temperaturas mais elevadas no decorrer do período de verão (Figura 30).

1117 As temperaturas médias de superfície tendem a ser ligeiramente menores (cerca de 1°C) na
1118 proximidade de grandes estruturas topográficas – na proximidade da CMA, entre o grupo Central
1119 e Oriental e na proximidade do Banco Princesa Alice; possivelmente como resultado da
1120 intensificação de ondas ciclónicas ou vórtices nesses locais (Bashmachnikov *et al.,* 2004).



1121 FIGURA 30. SÉRIE TEMPORAL DE VALORES DE TEMPERATURA DA ÁGUA DO MAR À SUPERFÍCIE (TSM) PARA CADA GRUPO DE ILHAS
1122 DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE CALDEIRA & REIS, 2017.

A temperatura do mar tende a variar verticalmente consoante com a origem das diferentes massas de água (Mohn *et al.,* 2009), tendendo também a diminuir com a profundidade. De acordo com um estudo conduzido por Palma *et al.* (2012), as temperaturas registadas na coluna de água, para os primeiros 200 m de profundidade, demonstraram um padrão correspondente a um gradiente meridional a partir da plataforma dos Açores em direção a sul, desde os valores médios a variar de cerca de 15.0 °C até valores médios de 19.9 °C, nos locais amostrados mais a sul (Palma *et al.,* 2012). Este estudo revelou ainda a ocorrência de uma diminuição da temperatura com a profundidade em todas as estações amostradas, sendo que, abaixo dos 2000 m de profundidade, os valores para a temperatura variaram entre 2.5 e 4.0 °C (Figura 31).

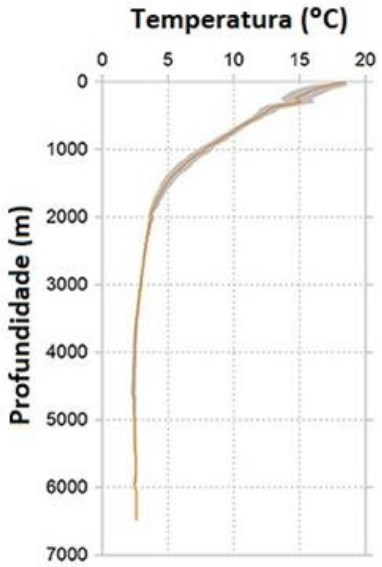


FIGURA 31. PERFIS VERTICAIS DE TEMPERATURA (ºC) DA ÁGUA DO MAR NA REGIÃO DOS AÇORES, E DESVIO PADRÃO ASSOCIADO (A SOMBREADO) ATENDENDO À VARIABILIDADE ESPACIAL DOS VALORES OBSERVADOS A CADA PROFUNDIDADE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

Segundo Amorim *et al.* (2017), os padrões térmicos, ao longo dos fundos oceânicos, parecem igualmente demonstrar que a temperatura está fortemente associada à profundidade (Figura 31), sendo mais elevada, a níveis batimétricos mais baixos, ao redor das ilhas, nos bancos e montes submarinos e acima da CMA, diminuindo acentuadamente nas profundidades abissais (Figura 32). Na área da CMA Norte, e concretamente em relação às fontes hidrotermais *Menez Gwen*, *Lucky Strike* e *Rainbow*, Lopes *et al.* (2019) apresentaram um estudo comparativo relativamente a perfis verticais de temperatura, revelando que os valores apresentam variações médias entre os 5 °C (a uma profundidade de cerca de 2000 m) e os 22-23 °C (à superfície do mar).

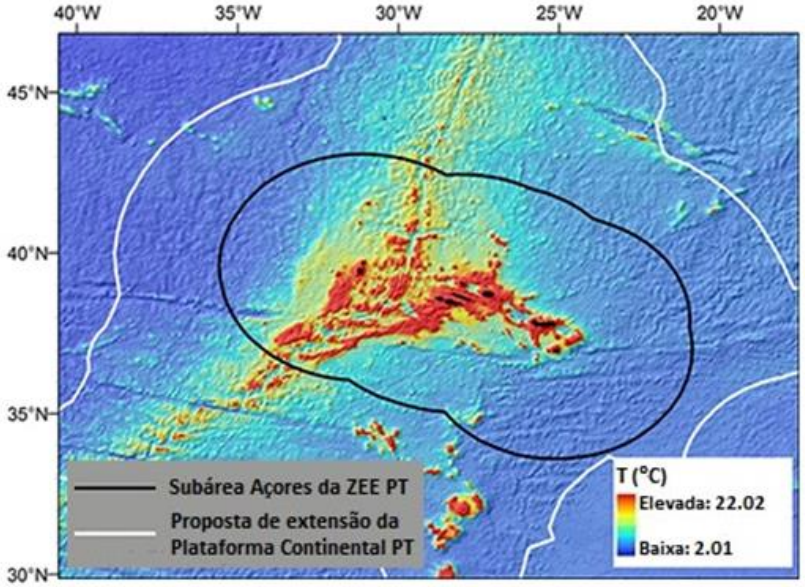


FIGURA 32. VALORES MÉDIOS DE TEMPERATURA (ºC) ESTIMADA NO FUNDO DO MAR, NA REGIÃO DOS AÇORES, POR METODOLOGIA DE REFINAMENTO DA RESOLUÇÃO BASEADA EM BATIMETRIA, UTILIZANDO SEIS MÉDIAS DECADAIS (CALCULADAS DE 1955 A 2012). FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

Durante os meses de inverno, observa-se uma camada mista superior que prevalece a uma profundidade de aproximadamente 150 m, enquanto que no verão, ocorre uma estratificação com a formação de uma camada superficial quente que se estende até cerca de 40 m de profundidade; abaixo desse valor, ocorre uma termoclina pronunciada que pode estender-se a mais de 100 m de profundidade (Santos *et al.,* 1995; Lafon *et al.*, 2004). Abaixo da termoclina a variabilidade sazonal da temperatura da água do mar tende a ser menor (Goikoetxea *et al.,* 2010). Parece, assim, evidente a existência de uma estrutura vertical térmica nas camadas superiores oceânicas circundantes ao arquipélago dos Açores, que se caracteriza por uma oscilação entre as condições de mistura e as de estratificação (Lafon *et al.*, 2004).

SALINIDADE

A salinidade superficial do mar (SSM), considerada como uma das variáveis climáticas essenciais pelo Sistema Global de Observação Climática (Droghei *et al.*, 2018) desempenha um papel central no acompanhamento dos diversos processos hidrológicos no contexto do ciclo global da água, nomeadamente, em relação à precipitação, evaporação, escoamento e ocorrência de gelo marinho. Para além disso, a SSM é conhecida por influenciar significativamente a mistura das camadas superiores do oceano, bem como por afetar, através da sua dominância ao nível da densidade da camada superficial do oceano, a circulação termoalina da região norte do Atlântico

Norte (Xie *et al.,* 2019). A Região dos Açores é, por sua vez, influenciada pela Frente Corrente dos Açores, na qual ocorrem fortes gradientes de salinidade (García *et al.*, 2018; Pérez, 2003).

A salinidade da água do mar varia à superfície entre 35,9% e 36,5% e tende a diminuir com o aumento da profundidade, o que se relacionará com a origem das diferentes massas de água (IH, 2010). De acordo com o descrito por Amorim *et al.* (2017), os valores médios de salinidade a diferentes profundidades diminuem drasticamente de 36,18 ± 0,25 PSU, a 50 m, para 34,98 ± 0,04 PSU, a 2 000 m de profundidade (Figura 33). Nenhuma variação significativa foi detetada a maiores profundidades, atingindo uma média de 34,89 ± 0,01, a 5 000 metros de profundidade. A maior variabilidade foi identificada entre os fundos marinhos a baixas profundidades até aos 500 m de profundidade.

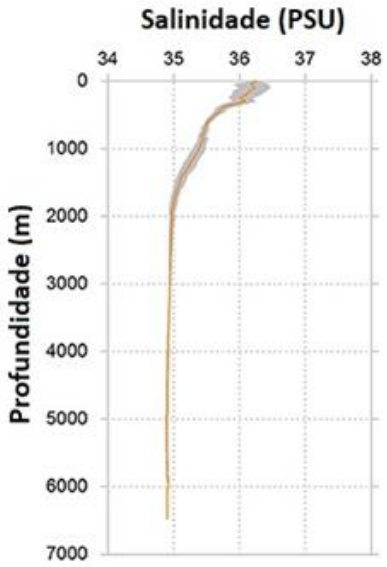
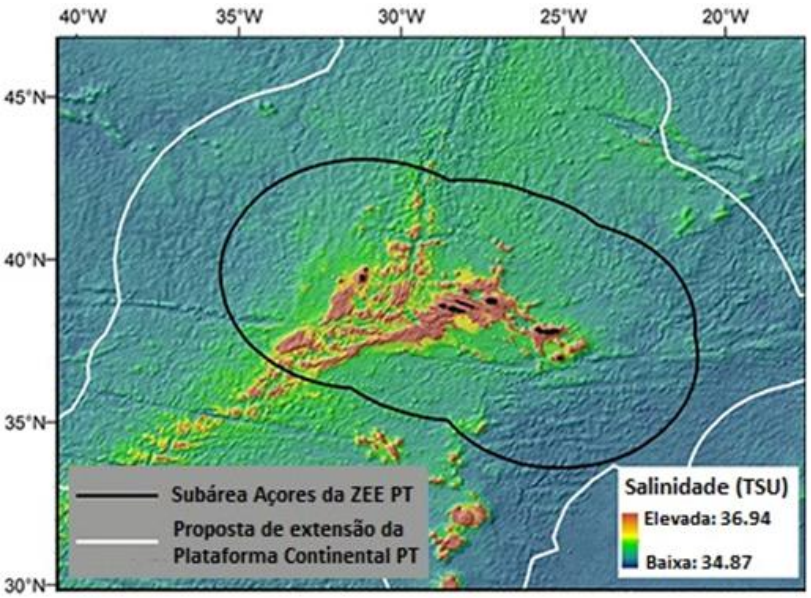


FIGURA 33. PERFIS VERTICAIS DE SALINIDADE (TSU) DA ÁGUA DO MAR NA REGIÃO DOS AÇORES, E DESVIO PADRÃO ASSOCIADO (A SOMBREADO) ATENDENDO À VARIABILIDADE ESPACIAL DOS VALORES OBSERVADOS A CADA PROFUNDIDADE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

No que se refere às condições de salinidade nos fundos marinhos, distingue-se um padrão espacial claro com a profundidade da água (Figura 34), sendo registados valores mais elevados de salinidade em áreas a menores profundidades, ao redor das ilhas, nos bancos e montes submarinos e na CMA, que decrescem significativamente nas zonas abissais.



1180 FIGURA 34. VALORES MÉDIOS DE SALINIDADE (TSU) ESTIMADA NO FUNDO DO MAR, NA REGIÃO DOS AÇORES, POR METODOLOGIA
1181 DE REFINAMENTO DA RESOLUÇÃO BASEADA EM BATIMETRIA, UTILIZANDO SEIS MÉDIAS DECADAIS (CALCULADAS DE 1955 A 2012).
1182 FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

1183 Adicionalmente, Palma *et al.* (2012) revelaram a ocorrência de um gradiente, em direção a sul,
1184 ao nível da salinidade, em que que os valores médios apresentaram uma oscilação entre 36.1 e
1185 36.9, para os locais amostrados mais a norte e a sul, respetivamente; paralelamente, abaixo dos
1186 2000 m de profundidade, os valores de salinidade oscilaram entre 34.9 e 35.1. Para o Canal Faial-
1187 Pico, Wisshak *et al.* (2010) reportaram a ocorrência de valores médios de salinidade de 36.3±0.2
1188 e 35.3±0.1, a 60 m e 250 m de profundidade, respetivamente, confirmando a ligeira diminuição
1189 deste parâmetro hidrográfico com o aumento da profundidade. Do mesmo modo, foi observada
1190 uma diminuição no teor de salinidade com o aumento da profundidade, no monte submarino
1191 Condor e muito provavelmente contribuindo para as variações sazonais na biomassa de
1192 fitoplâncton registadas (Santos *et al.*, 2013). A utilização da base de dados MEDTRANS permitiu
1193 também evidenciar um máximo de salinidade local que se estende até ao plateau dos Açores a
1194 partir das coordenadas 35°–36° N e 28°-30° W (Bashmachnikov *et al.,* 2015).

1195 Em termos de escalas mais amplas, podem distinguir-se duas regiões na área da salinidade
1196 máxima à superfície, a norte de 25°N; para além disso, as estruturas termoalinas demonstraram
1197 um claro alinhamento e os efeitos opostos por parte da temperatura horizontal superficial e dos
1198 gradientes de salinidade, exibindo uma compensação a nordeste durante o inverno boreal
1199 (Johnson *et al.*, 2012; Kolodziejczyk *et al.,* 2015). Verificou-se ainda que a Frente dos Açores
1200 mantém o seu cunho relativamente à salinidade ao longo de todo o ano, enquanto que a
1201 temperatura da superfície do mar não; durante o inverno, os gradientes termoalinos encontram-
1202 se alinhados e compensados nesta região, à exceção de uma pequena faixa ao longo dos 36°N.
1203 Para além disso, foi observado que o gradiente termoalino horizontal de inverno é compensado
1204 através dos comprimentos de onda relativos a 200-500 km (Kolodziejczyk *et al.,* 2015).

1205 De um modo geral, os valores de salinidade não apresentam flutuações significativas ao longo do
1206 ano no arquipélago dos Açores. Os valores mais elevados de salinidade da água do mar tendem
1207 a registar-se em outubro, e os mais baixos nos meses de inverno, como resultado de processos
1208 de precipitação/evaporação e da influência de águas tropicais na região. A maior variabilidade

dos valores de salinidade encontra-se na camada superficial, acima dos 80 m de profundidade, onde por vezes se observa uma haloclina durante os meses de outono. Pequenas ribeiras e quedas de água em algumas zonas costeiras poderão também diminuir ligeiramente os valores de salinidade da água do mar nesses locais específicos (Goikoetxea *et al.*, 2010).

Turbidez

Nos Açores, os eventos que conduzem a uma maior turbidez advêm essencialmente de ocorrências de precipitação elevada por via da formação de torrentes que transportam quantidades substanciais de elementos sólidos em suspensão, nomeadamente nas fozes das ribeiras. Deste modo, as plumas que são formadas podem promover um maior grau de turbidez das águas costeiras, que persistirá por alguns dias (SRMCT, 2014), ocorrendo uma mistura com as águas do oceano que possuem diferentes propriedades termoalinas e dinâmicas, dependendo das características hidrodinâmicas e morfológicas da própria zona costeira (Wright & Nittrouer, 1995; Oliveira *et al.,* 2012; Brando *et al.,* 2015; Horner-Devine, Hetland & MacDonald, 2015). Por conseguinte, os processos de turbulência são relevantes para afastar e dispersar dos fundos marinhos os materiais em suspensão resultantes provenientes de atividades como, por exemplo, as descargas dos cursos de água doce, as fontes hidrotermais ou mesmo a extração de recursos minerais (Piper e Normark, 2009; van Haren, 2019).

Acidificação

Os níveis de CO_2 atmosférico aumentaram de 280 para 400 ppm desde a revolução industrial. O oceano global capturou cerca de 30% desse CO_2 antropogénico, agindo assim como um regulador do clima; no entanto, esta absorção de CO_2 levou a uma diminuição no pH da água do mar em cerca de 0,12 unidades, sendo prevista uma redução de 0,35 unidades até 2100, efeitos coletivamente conhecidos como acidificação do oceano, considerada como uma das maiores ameaças para os ecossistemas marinhos (Pérez *et al.*, 2018; Feely *et al.*, 2004).

Devido ao aumento de emissões de dióxido e monóxido de carbono para a atmosfera, prevêem-se alterações significativas no ambiente marinho, que incluem aumento da temperatura da água do mar, a sua acidificação e a sua desoxigenação. Tais impactes nas condições físico-químicas dos oceanos podem induzir stress nos organismos marinhos, sendo que muitos poderão não ter tempo suficiente para se adaptar. Nesse sentido, é importante compreender como as comunidades marinhas poderão responder a tais alterações (Harrould-Kolieb *et al.*, 2010).

São exemplo estudos conduzidos em fontes hidrotermais de baixa e elevada profundidade, que têm sido usadas como laboratórios naturais para testar as respostas de algumas espécies aos efeitos da acidificação do meio marinho, atendendo a que libertam água quente com altas concentrações de dióxido de carbono, que tornam a água do mar localmente ácida. Couto *et al.* (2010, 2012) registaram diferentes respostas adaptativas às condições ácidas de fontes hidrotermais, que indicam que as algas, por terem a capacidade de fotossíntese, poderão beneficiar de um aumento de CO_2 na água do mar, ao passo que animais secretores de conchas calcárias serão mais vulneráveis nas mesmas condições ambientais, o que sugere que se esperam diferentes tipos de resposta consoante o grupo taxonómico.

Os resultados de estudos dos efeitos da acidificação dos oceanos na fisiologia de corais de profundidade dos Açores, nomeadamente no processo de calcificação e dissolução dos seus esqueletos, demonstram que os corais conseguem continuar a calcificar em condições de maior

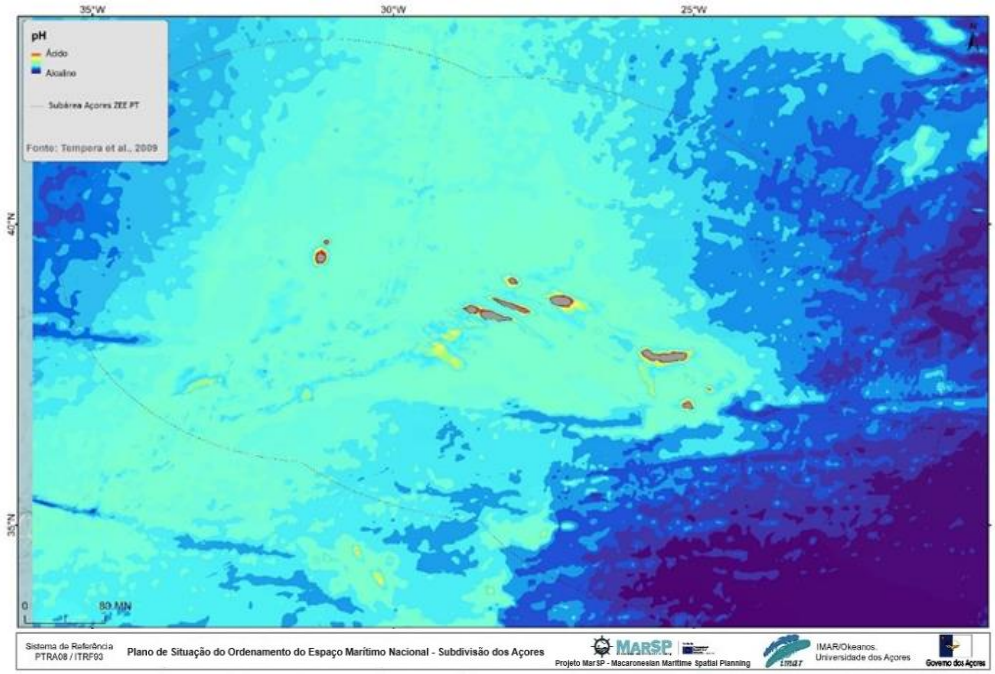
acidez (prevista para 2100), mas à custa de um aumento de produção de energia pelo que a maior acidez torna esses organismos mais vulneráveis às condições do meio, como, por exemplo, a disponibilidade de alimento (Carreiro-Silva *et al.*, 2014).

Tem-se também avaliado a sensibilidade de espécies relevantes das comunidades fitoplanctónicas dos Açores ao aumento das concentrações de CO_2, tendo em conta os papéis cruciais dessas comunidades nos ciclos marinhos de carbono, azoto, sílica, fósforo e ferro, e como base da cadeia trófica. De acordo com Barcelos e Ramos *et al.* (2014), experiências com a diatomácea *Asterionellopsis glacialis* revelam alterações do número de células por colónia com o aumento das concentrações de CO_2, com potenciais consequências para a capacidade de flutuabilidade das colónias e evasão à predação. É expectável que a acidificação do meio marinho induza alterações na composição das comunidades fitoplanctónicas, com consequências nos ciclos biogeoquímicos, e afetando o transporte de carbono para o fundo dos oceanos, assim como a qualidade de alimento para níveis tróficos superiores (SRMCT, 2014).

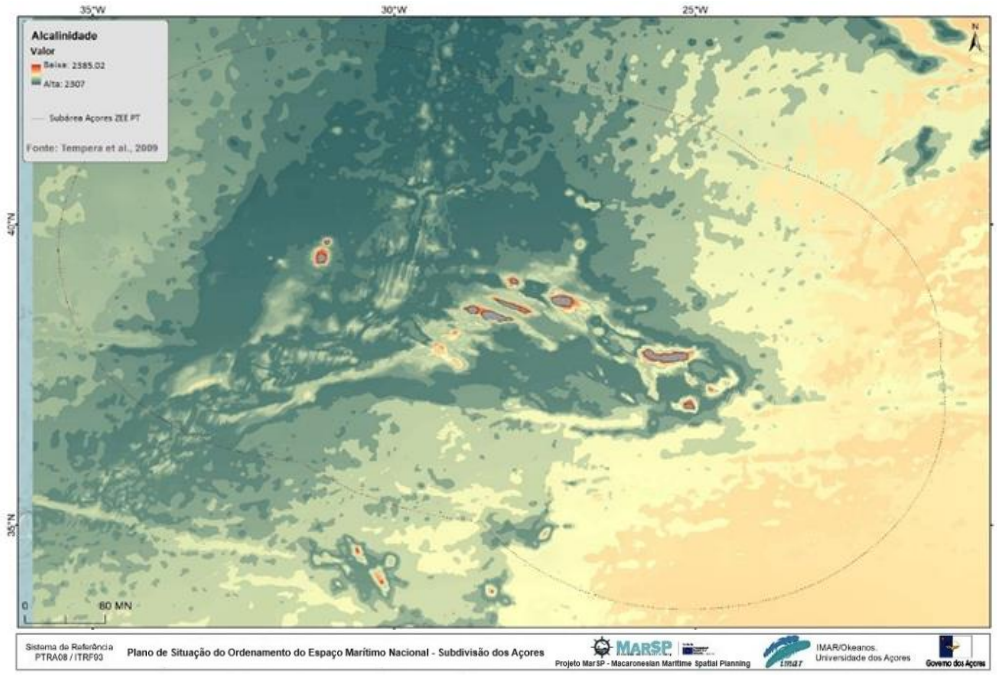
Existem já algumas evidências da tendência de acidificação na região dos Açores. De 1981 até 2004, registaram-se aumentos nas concentrações de CO_2 antropogénico nas camadas superficiais do oceano na região dos Açores, perspetivando-se essa tendência de aumento gradual. As correntes poderão também transportar para a região quantidades significativas de CO_2 antropogénico originárias de outras zonas, tendo em conta o considerável aumento de CO_2 antropogénico verificado entre os anos 1993 e 1998, devido a um possível aumento de advecção durante esse período de massas de água provenientes do Mar do Labrador. Adicionalmente, a água mediterrânica parece também transportar grandes quantidades de CO_2 de origem antropogénica para os Açores (Pérez *et al.*, 2010).

A variação temporal de pH não tem sido sistematicamente monitorizada no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Santos *et al.* (1995) caraterizaram as águas marinhas dos Açores com um pH entre 8,1 e 8,2. Contudo, os valores obtidos não diferem muito do pH médio na superfície dos oceanos, que é de 8.07 (The Royal Society, 2005). De acordo com o descrito por Burgos *et al.* (2015), a província biogeoquímica do Giro Subtropical Este, na qual se inclui a região dos Açores, apresenta valores de pH da água do mar mais reduzidos do que o seu homólogo Giro Subtropical Oeste. Na região dos Açores, Burgos *et al.* (2015) registaram valores de pH da superfície do mar, pressão parcial de CO_2 e gradiente de CO_2 oceano-atmosfera e fluxos de CO_2 mar-ar, de 7.94, 342.2 - 329.5 µatm, −50.9 - −63.5 µatm, e de −7.2 - −14.1 mmol.m−2.dia−1, respetivamente.

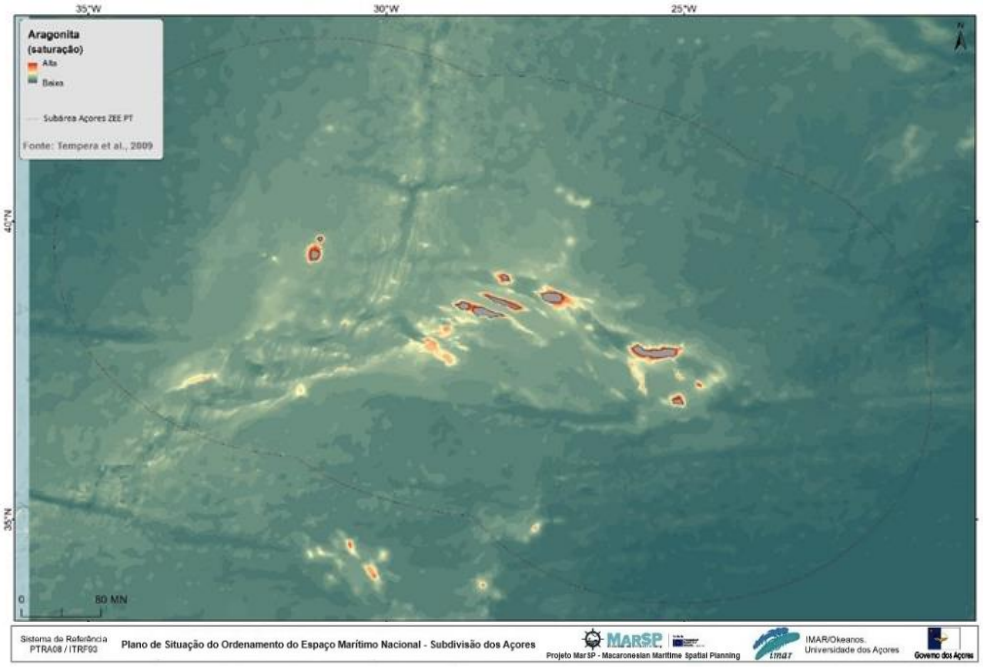
A Figura 35, a Figura 36, a Figura 37 e a Figura 38 ilustram a variabilidade espacial dos parâmetros ambientais de pH, alcalinidade, saturação da aragonita e saturação da calcita, no fundo do mar, nas águas marinhas do espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, de acordo com a informação compilada por Rodrigues *et al.,* 2020.



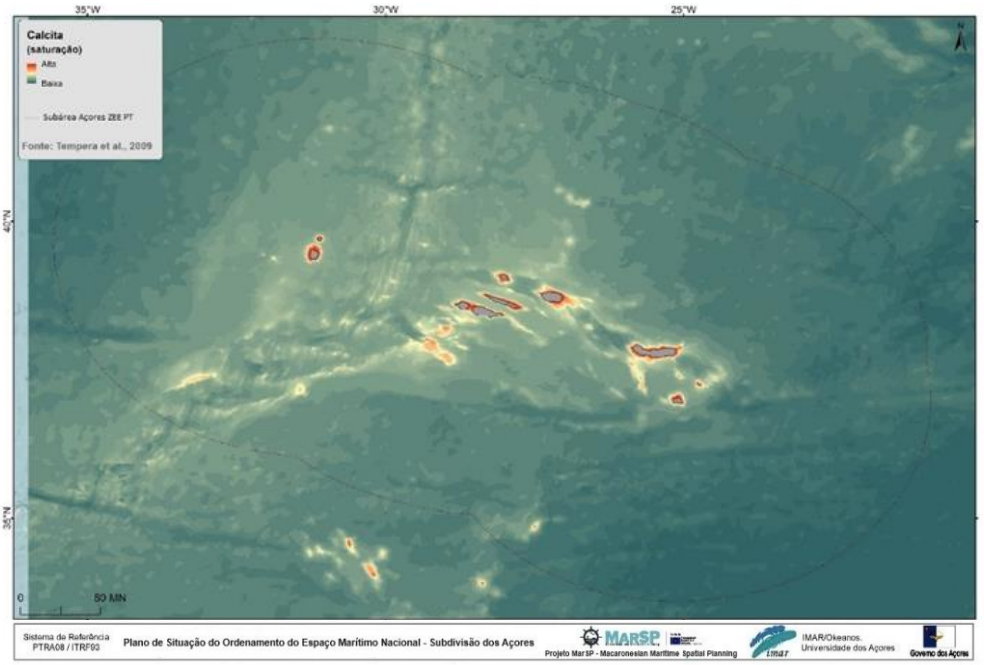
1287 FIGURA 35. PH NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET*
1288 *AL.*, 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).



1289 FIGURA 36. ALCALINIDADE NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE:
1290 RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).



1291 FIGURA 37. SATURAÇÃO DE ARAGONITA NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.
1292 FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).



1293 FIGURA 38. SATURAÇÃO DE CALCITA NO FUNDO DO MAR, NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.
1294 FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).

1295 NUTRIENTES

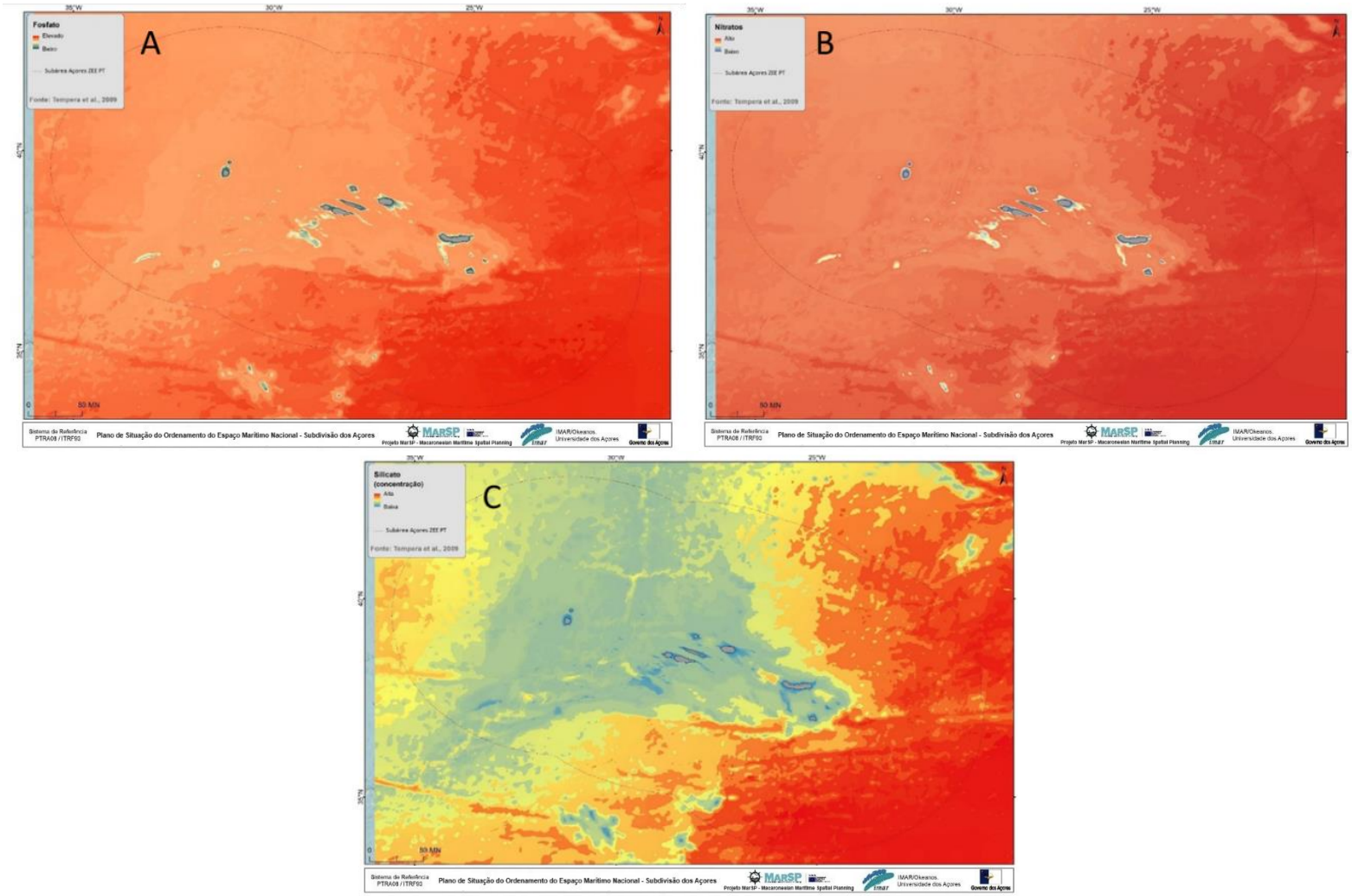
1296 Os nutrientes encontram-se dissolvidos na forma mineral na água do mar, sendo essenciais para
1297 a proliferação da vida marinha. As concentrações de minerais, tais como os nitratos, fosfatos e

silicatos são geralmente menores nas águas oceânicas do Atlântico Nordeste comparativamente a outros oceanos. Por outro lado, as águas profundas, por serem relativamente "jovens" e por apresentarem uma renovação das concentrações de nutrientes resultantes da remineralização das partículas sedimentadas, possuem concentrações de nutrientes comparativamente menores (Velasco *et al.*, 2009).

O arquipélago dos Açores caracteriza-se por pertencer a uma região oceânica essencialmente oligotrófica, com reduzida produção primária devido à baixa concentração de um ou mais nutrientes limitantes (Woods & Barkmann, 1995). Tal dever-se-á à natureza das correntes oceânicas e às elevadas profundidades registadas no arquipélago, pelo que grande parte das partículas orgânicas existentes se afundam, provocando empobrecimento de nutrientes em águas superficiais. Os afloramentos de águas profundas, ao redor dos montes submarinos e das ilhas, providenciam, no entanto, uma fonte adicional de nutrientes para as águas superficiais do espaço marítimo ao redor do arquipélago dos Açores.

Nos oceanos, existem grandes variações temporais e espaciais ao nível das concentrações de nutrientes devido aos processos físicos e biológicos, sendo que a maioria das concentrações de nitratos e de fosfatos, que desempenham um papel central na produtividade primária, encontram-se abaixo do nível de deteção (Patey *et al.,* 2008). Os nutrientes disponíveis na coluna de água sofrem variações sazonais (ex.: Woods & Barkmann, 1995; Ríos *et al.*, 2005; Santos, 2011). Durante a primavera, a termoclina aprisiona nutrientes na superfície, permitindo ao plâncton assimilar os componentes necessários para efetuar a fotossíntese e se multiplicar. Durante o verão, os restantes nutrientes disponíveis são consumidos pelo plâncton, e desaparecem gradualmente, acumulando-se no fundo após o uso pelos diferentes organismos. As temperaturas mais baixas e a dinâmica oceanográfica de outono estimulam a mistura da coluna de água, provocando afloramentos que transportam para a superfície mais nutrientes provenientes dos fundos marinhos. No inverno, a redução das temperaturas e a maior frequência de tempestades intensificam a mistura da coluna de água. Neste período, o plâncton não se mantém à superfície e tem reduzido acesso à luz do sol, sendo os afloramentos menos frequentes, pelo que a concentração de nutrientes nas camadas superficiais da água tende a aumentar (Santos, 2011).

O padrão espacial das concentrações de nutrientes nos fundos marinhos mostra um gradiente este-oeste (zonal) com concentrações mais baixas no lado oeste da CMA e ao redor das ilhas, e maiores concentrações na secção a este (Figura 39 e Figura 40).



1330 FIGURA 39. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES A) FOSFATO, B) NITRATOS E C) SILICATO NO FUNDO DO MAR (µMOL/L), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES
1331 *ET AL.*, 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).

De acordo com o descrito por Amorim *et al.* (2017), estes padrões longitudinais parecem coincidir com a presença de uma descontinuidade topográfica criada pela CMA, mas podem também refletir uma zona de transição oceanográfica entre as massas de água.

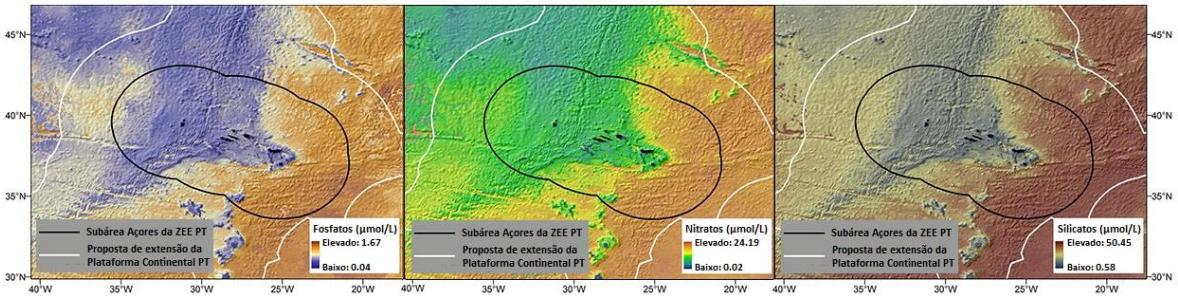


FIGURA 40. VALORES MÉDIOS DE NUTRIENTES (µMOL/L) -SILICATOS, NITRATOS E FOSFATOS - ESTIMADA NO FUNDO DO MAR, NA REGIÃO DOS AÇORES, POR METODOLOGIA DE REFINAMENTO DA RESOLUÇÃO BASEADA EM BATIMETRIA. A MÉDIA CLIMATOLÓGICA FOI CALCULADA COM BASE NOS DADOS DISPONÍVEIS, INDEPENDENTEMENTE DO PERÍODO DE TEMPO (DESDE O INÍCIO DE 1900). FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

É evidente a relação entre a profundidade e os parâmetros relacionados com os nutrientes, registando-se um aumento aparente dos nitratos, fosfatos e silicatos com a profundidade (Figura 41). O nitrato e o fosfato exibem o mesmo comportamento, apesar das diferenças inerentes de magnitude, sendo que ambos os nutrientes aumentaram de uma concentração de superfície de 0,44 ± 0,16 e 0,16 ± 0,02 µmol/L, até uma concentração máxima de 19,02 ± 0,93 e 1,17 ± 0,07 µmol/L a 1 000 m profundidade, respetivamente. Em águas mais profundas, ambos apresentaram um aumento ligeiro na concentração, com um maior nível de variabilidade em comparação com as camadas superiores. O padrão de aumento na concentração de silicato com a profundidade foi ligeiramente diferente aos restantes, tendo apresentado um aumento contínuo desde as águas superficiais até aos 5 000 m de profundidade, onde atingiu uma concentração média máxima de 46,36 ± 3,50 µmol/L (Amorim *et al.*, 2017).

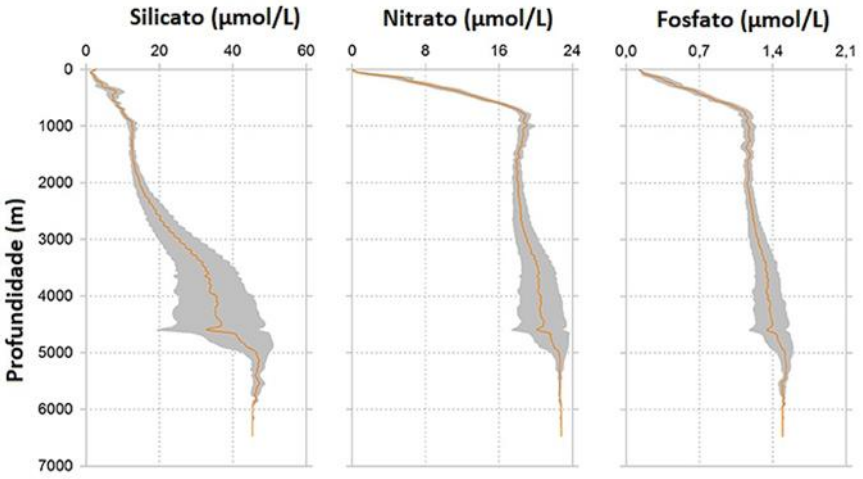


FIGURA 41. PERFIS VERTICAIS DE NUTRIENTES (µMOL/L) -SILICATO, NITRATO E FOSFATO - DA ÁGUA DO MAR NA REGIÃO DOS AÇORES, E DESVIO PADRÃO ASSOCIADO (A SOMBREADO) ATENDENDO À VARIABILIDADE ESPACIAL DOS VALORES OBSERVADOS A CADA PROFUNDIDADE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

Nas águas superficiais da região dos Açores, de um modo muito geral, as concentrações de nitratos e ortofosfatos tendem a aumentar de sul para norte (Velasco *et al.*, 2009). A concentração de nutrientes à superfície aumenta com a proximidade às costas das ilhas, devido ao fluxo de nutrientes provenientes de terra. No Atlântico Nordeste, em geral, a eutrofização marinha origina-se, essencialmente, no enriquecimento destes nutrientes provenientes das descargas das linhas de água, as quais estão associadas às atividades humanas e ao próprio uso do território e cuja redução constitui uma questão premente (Desmit *et al.*, 2018). Deste modo, as alterações biológicas devidas à eutrofização far-se-ão sentir com maior intensidade em zonas costeiras e, em particular, junto aos maiores centros populacionais e nas zonas mais abrigadas, como seja o caso de lagoas costeiras, baías semifechadas, portos e marinas. As fontes mais comuns de introdução de nutrientes no meio marinho são os efluentes domésticos, as escorrências agrícolas provenientes de práticas de agropecuárias e os efluentes industriais das unidades de processamento alimentar.

PRODUTIVIDADE, CLOROFILA-*A* E CICLO DO CARBONO

Embora o Atlântico Norte seja considerado como sendo uma das regiões marinhas com maior produtividade, o arquipélago dos Açores está localizado numa região de transição, entre uma zona menos produtiva, tropical e subtropical, a sul, e uma zona temperada a norte de 43° N, onde a produtividade é mais elevada (Amorim *et al.*, 2017; deYoung *et al.*, 2004). O espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores apresenta, tipicamente, uma elevada complexidade ao nível da circulação oceânica, bem como elevadas temperaturas e níveis de salinidade e um baixo regime de nutrientes (Santos *et al.,* 1995; Fontes, 2008).

Neste contexto oceanográfico, o regime de produtividade do espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores é essencialmente subtropical. As águas são oligotróficas, com uma produtividade primária relativamente baixa, devido à reduzida concentração de nutrientes limitantes. A concentração de clorofila-*a* aumenta consideravelmente no início da primavera, decrescendo no verão, com pequenos afloramentos no outono e inverno (Strass & Wood, 1998). No entanto, nas imediações dos montes submarinos e dos taludes das ilhas, a produtividade local é enriquecida pelos nutrientes trazidos à superfície pelo afloramento de águas profundas, com valores máximos no inverno e primavera e valores mínimos no verão, e pelos fluxos provenientes de terra (Bashmachnikov *et al.*, 2004; Fontes, 2008; Monteiro *et al.,* 1996; Morato *et al.*, 2008; Santos *et al.,* 2013).

No que se refere ao parâmetro da clorofila-*a*, esta corresponde a uma das muitas moléculas biológicas insaturadas que se encontram na microcamada à superfície dos oceanos, uma região com propriedades físicas, químicas e biológicas diferenciadas relativamente à restante massa de água subsuperficial (Liss, 1986, 1975; Liss & Duce, 1997; Reeser *et al.*, 2009). As concentrações de clorofila-*a* não são particularmente elevadas na região dos Açores (García *et al.,* 2018). De acordo com o descrito por Amorim *et al.* (2017), entre 2003 e 2013, a concentração de clorofila-*a* na região dos Açores variou entre 0,09 e 0,43 mg/m^3, sendo que estes valores baixos confirmam a natureza oligotrófica da região, conjuntamente com outros parâmetros químicos (Vezzulli *et al.,* 2002).

Os padrões de distribuição espacial de clorofila-*a* nos Açores são complexos, relacionando-se com as características das correntes marinhas que circulam na região (Martins *et al.,* 2004). Parece existir uma correlação negativa entre as concentrações de clorofila-*a* e a temperatura da superfície do mar

e uma correlação positiva entre os valores de clorofila-*a* e a intensidade do vento (Amorim *et al.,* 2009).

A Figura 42 ilustra a variabilidade espacial (A) e espácio-temporal (B) da concentração de clorofila-*a*, para o período de 2003 a 2013, de acordo com o descrito por Amorim *et al.* (2017). De um modo geral, a concentração de clorofila-*a* tende a aumentar com a latitude (Amorim *et al.*, 2009; Guimarães, 2008; Martins *et al.*, 2004; SRMCT, 2014). Foram registados valores mais elevados de clorofila-*a* para a zona norte da área da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (Figura 42) conjuntamente com a área adjacente da proposta de plataforma continental estendida apresentada por Portugal, isto é, entre 28° e 40° N e 17° e 41° W, enquanto que a variabilidade foi mais elevada nas zonas mais a sul desta mesma área. Paralelamente, foram observados valores mais elevados de clorofila-*a* nas zonas associadas às vertentes que rodeiam as ilhas. Foi identificada uma área localizada entre os grupos central e oriental com um padrão de variabilidade distinto, quando comparado com as zonas vizinhas, e que apresentava uma menor variação da clorofila-*a* (Amorim *et al.*, 2017).

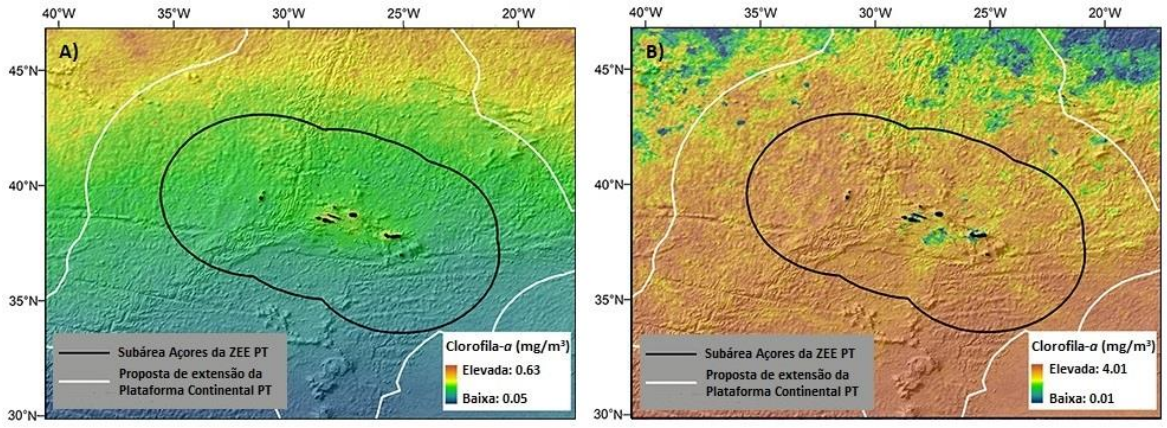


FIGURA 42. MÉDIA (A) E VARIABILIDADE (B) DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*A* (MG/M^3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, ENTRE 2003 E 2013. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

No que se refere à variabilidade sazonal, nos Açores, as concentrações máximas de clorofila-*a* correspondem aos períodos de menor temperatura da superfície do mar, que ocorrem geralmente durante o inverno e início da primavera, enquanto que o contrário é registado durante o verão e final da primavera, quando as temperaturas superficiais oceânicas são mais elevadas, pese embora a ocorrência de uma elevada variabilidade interanual (Figura 43) (Amorim *et al.,* 2017; Santos *et al.,* 2013; Guimarães, 2008; Amorim *et al.,* 2009).

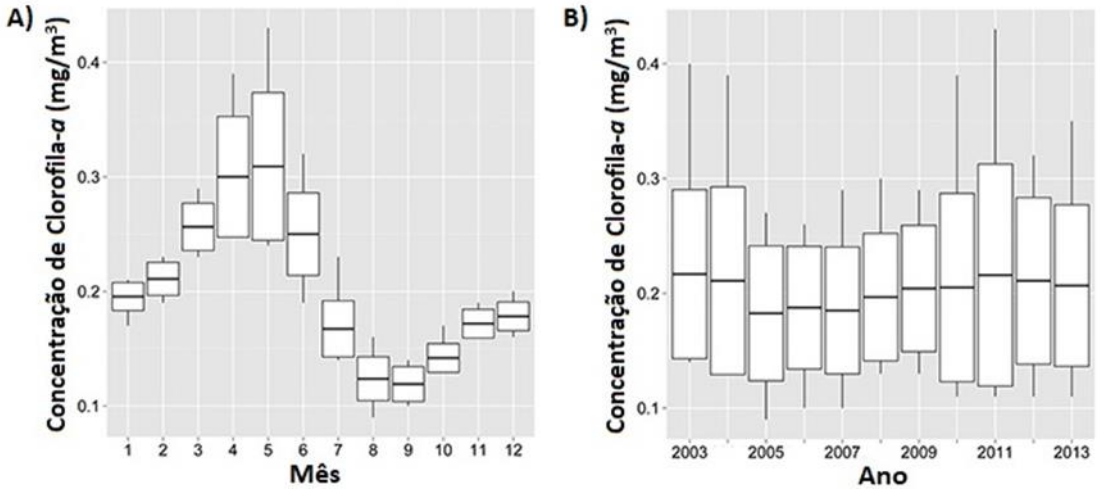


FIGURA 43. VALORES MENSAIS (A) E ANUAIS (B) DA MÉDIA, DESVIO PADRÃO E AMPLITUDE (*BOXPLOT*) DOS VALORES DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*A* (MG/M^3), PARA O PERÍODO DE 2003 A 2013, CALCULADOS PELA MÉDIA DOS VALORES ANUAIS DE CADA MÊS E DOS VALORES MENSAIS DE CADA ANO, RESPETIVAMENTE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

Ainda, no que concerne à dinâmica sazonal, ao nível da concentração de clorofila-*a*, todos os grupos de ilhas caracterizam-se por uma baixa concentração destes pigmentos durante o verão e um aumento no outono; este mesmo incremento deve-se ao rápido arrefecimento do oceano associado à passagem de tempestades e dos decorrentes fenómenos convectivos de mistura de massas de água, bem como à entrada de nutrientes provenientes de zonas mais profundas da termoclina e ao transporte de células fitoplanctónicas do máximo de clorofila-*a* de profundidade para as zonas mais superficiais da coluna de água (Lévy *et al.*, 2005; Valente, 2013). De facto, o padrão climatológico anual da distribuição da clorofila-*a* apresenta-se significativamente semelhante ao padrão relativo aos nutrientes, o que supõe que o fornecimento destes durante o inverno controla o padrão anual da concentração de clorofila-*a* (Valente, 2013).

Para além disso, Valente (2013) menciona a ocorrência de diferenças significativas entre os três grupos de ilhas, ao nível dos padrões de dinâmica inverno-primavera, para as concentrações de clorofila-*a*; assim, nos grupos Central e Oriental, os níveis de clorofila-*a* continuam a aumentar ao longo do período inverno-primavera, enquanto que para o Grupo Ocidental observa-se uma típica redução da concentração clorofila-*a* no inverno.

Caldeira & Reis (2017) verificaram ainda que o enriquecimento em nutrientes tem origem na Corrente do Golfo e que, durante o inverno, confluem para o arquipélago massas de água ricas em clorofila-*a* com origem a leste. Por conseguinte, estes autores propõem que o Grupo Central dos Açores seja considerado uma zona de confluência entre o oeste e o leste do Atlântico Norte, sendo de ponderar, igualmente, o importante aspeto que caracteriza estas mesmas zonas de confluência e que corresponde à inclusão de processos de absorção de carbono atmosférico devido à quantidade de produção primária que aí tem lugar. O facto de a concentração média de clorofila-*a* ser mais elevada durante a primavera (grupo central) e menor no inverno (grupo oriental) poderá sugerir que o enriquecimento biológico e nutricional local esteja muito dependente da interação das ilhas com as caraterísticas oceanográficas inerentes à Corrente do Golfo (Caldeira & Reis, 2017).

Na região são também frequentes afloramentos de inverno e ligeiros aumentos de concentração de clorofila-*a* durante o outono (Guimarães, 2008). O parâmetro da profundidade de clorofila máxima

(DMC, do inglês *Deep Chlorophyll Maximum*) encontra-se sempre a maiores profundidades durante o período de verão e a menores profundidades durante a primavera (Santos, 2011). Essas diferenças sazonais resultam provavelmente de uma combinação de vários fatores, nomeadamente da maior intensidade da luz no verão vs primavera e fatores associados (e.g., efeito de sombra), assim como a rarefação de nutrientes à superfície no verão associada ao aumento da estratificação da água à superfície, e a capacidade das células fotossintéticas em aproveitar produtos regenerados (e.g., amónia) na coluna de água (Santos, 2011).

Especificamente para o Canal Faial-Pico, existem, também, evidências de um ciclo sazonal, ao nível da concentração de clorofila-*a*, com o aumento da temperatura das águas, durante os meses da primavera e verão, em que esta concentração é, de um modo geral, mais baixa (Martins *et al.,* 2018). Num estudo focado no monte submarino Condor (Santos, 2011), verificou-se que na DMC, a concentração de clorofila-*a* no inverno/primavera (0,2 mg/m^3) atinge valores quatro vezes superiores aos que se verificam no verão (0,05 mg/m^3). A DMC apresentou uma variação de aproximadamente 50 m entre o verão e a primavera, localizando-se no verão sensivelmente aos 75 m de profundidade, no outono aos 50 m e, no inverno e primavera, aos 25 m. Comparando com estudos anteriores na região dos Açores, as principais diferenças relacionam-se com a DMC encontrada no verão (Santos, 2011): *Gaard et al.* (2008) detetaram a DCM entre 40 e 80 m de profundidade no verão; Head *et al.* (2002) localizou a DCM a mais de 100 m no verão e entre 50 e 80 m na primavera; Teiraa *et al.* (2005) detetaram a DCM entre os 100 e 120 m no verão, e entre os 20 e 40 m no inverno.

O regime de radiação em relação à profundidade da água é um dos principais fatores que influenciam a distribuição da biota fotoautotrófica e a sua contribuição para o ciclo do carbono (Schlager, 2003; Golubic *et al.,* 1975). O esquema do zonamento fótico distingue três diferentes zonas: eufótica, disfótica e afótica. A base da zona eufótica corresponde à profundidade onde a intensidade da radiação fotossintética disponível (PAR, do inglês *Photosynthetically Active Radiation*) diminui para 1% da irradiação da superfície e equivale aproximadamente ao limite fótico onde a fotossíntese equilibra a respiração. A base da zona disfótica, abaixo da qual não podem existir fotoautótrofos, é encontrada em cerca de 0,01% (Wisshak *et al.,* 2010). A profundidade eufótica é utilizada para descrever as propriedades óticas da coluna de água, considerando a profundidade da zona fótica com base no ponto de compensação onde a fotossíntese iguala a respiração (Kirk, 2010; Lappalainen *et al.,* 2019). Na subdivisão dos Açores, sendo uma região oligotrófica disposta numa zona de oceano aberto, a luz não se apresenta como um fator limitante e a ocorrência da maioria dos nutrientes é expectável ao nível da superfície por via de um processo dinâmico, como um filamento oceânico ou um redemoinho (Caldeira e Reis, 2017). Contudo, a profundidade da zona eufótica é menor no outono, ao contrário do que ocorre na primavera e verão, uma vez que a cobertura de nuvens é maior durante os meses de outono (SRMCT, 2014).

Na região dos Açores, a PAR apresenta um valor base para a zona fótica de, aproximadamente, 70 m de profundidade, enquanto que o limite disfótico situa-se, aproximadamente, a 150 m de profundidade (Wisshak *et al.,* 2011, 2010). Nas ilhas de São Miguel, Santa Maria e Terceira, observou-se que os valores de profundidade da zona eufótica variaram entre 30 -130 m, 20 - 105 m e 53-130 m, respetivamente (Neto *et al.,* 2009; SRMCT, 2014). Para além disso, foram registados valores para a zona eufótica de 33 m e de 4 m, respetivamente para as ilhas do triângulo (Faial, Pico e São Jorge) e para a ilha do Corvo (Costa *et al.,* 2012; SRMCT, 2014). Especificamente, para a zona sul do Canal Faial-Pico, a PAR variou entre 809 - 2611 µmol/fotões/m^2/s e entre 419 - 1797

µmol/fotões/m^2/s, respetivamente, acima e imediatamente abaixo da superfície da água; paralelamente, os níveis de luz decresceram exponencialmente com a profundidade, à exceção dos primeiros 5 m de profundidade (Wisshak *et al.,* 2010). Ainda de acordo com estes mesmos autores, e atendendo aos dados obtidos no seu estudo, o regime de luz, para a zona sul do Canal Faial-Pico, poderá ser classificado como correspondendo aos tipos óticos de água II a IB, na classificação de Jerlov (Jerlov, 1976, 1968). Wisshak *et al. (*2010) estabelecem igualmente que este regime está de acordo com o mapa da distribuição regional de Jerlov (1976), bem como com os perfis de radiação ativa fotossintética apresentados por Piazena *et al.* (2002) para o sul dos Açores. Nesta mesma zona a sul dos Açores, foi demonstrada ainda a ocorrência de fotossíntese efetiva para as zonas eufótica profunda e disfótica superior e um valor de 100m para o máximo de clorofila de profundidade (Fasham *et al.,* 1985; Piazena *et al.,* 2002; Wisshak *et al*., 2010).

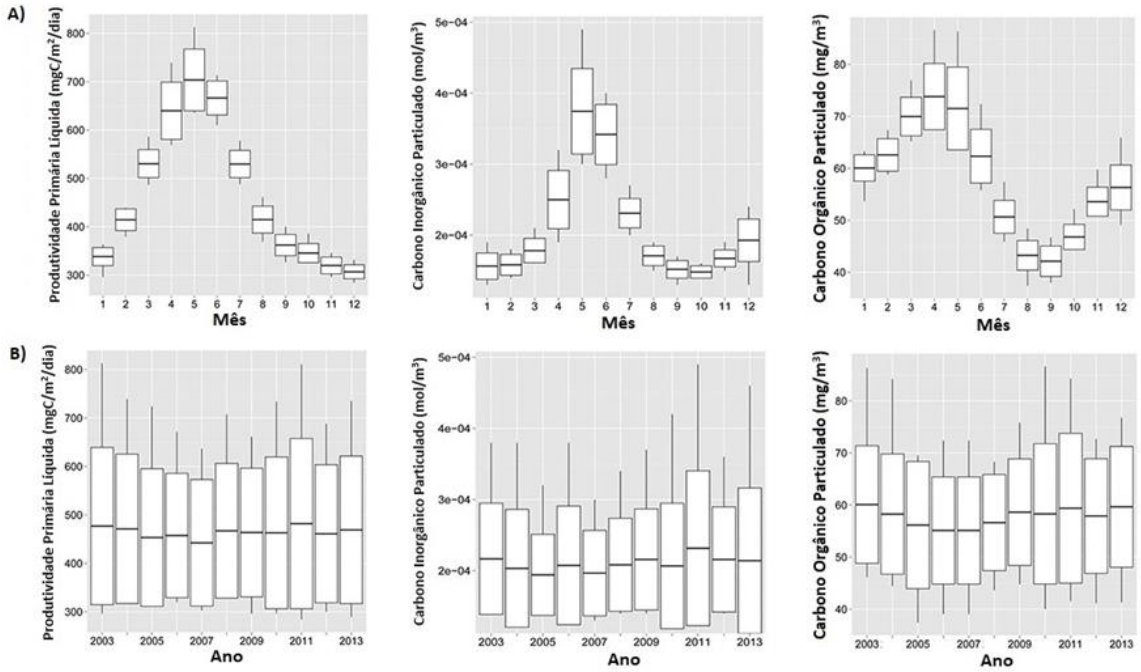


FIGURA 44. VALORES MENSAIS (A) E ANUAIS (B) DA MÉDIA, DESVIO PADRÃO E AMPLITUDE (*BOXPLOT*) DOS VALORES DA DA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA (NPP) (MGC/M^2/DIA), CARBONO INORGÂNICO PARTICULADO (PIC) (MOL/M^3) E CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (POC) (MG/M^3), PARA O PERÍODO DE 2003 A 2013, CALCULADOS PELA MÉDIA DOS VALORES ANUAIS DE CADA MÊS E DOS VALORES MENSAIS DE CADA ANO, RESPETIVAMENTE. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

No que se refere ao parâmetro da Produtividade Primária Líquida (NPP, do inglês *Net Primary Production*), baseado na concentração de clorofila-*a*, foi estimada a média para o período 2003-2013, correspondente a 464.3 ± 142.2 mgC/m^2/dia, conforme descrito por Amorim *et al.* (2017). Este parâmetro mostrou um padrão sazonal bem definido, com valores mais altos durante a primavera e mais baixos observados no outono ou inverno. As maiores concentrações registaram-se em maio (704 ± 64 mgC/m^2/dia) e as menores em dezembro (307±15 mgC/m^2/dia). De acordo com o mesmo estudo, entre 2003-2013, foram ainda estimados os parâmetros de Carbono Orgânico Particulado (POC, do inglês *Particulate Organic Carbon*) e de Carbono Inorgânico Particulado (PIC, do inglês *Particulate Inorganic Carbon*) (Figura 45). As estimativas médias mensais de POC oscilaram entre cerca de 42.1 ± 2.9 mg/m^3 no verão (setembro) e 73.8 ± 6.4 mg/m^3 na primavera (abril), tendo sido o POC mínimo de 37.43 mg/m^3 e o máximo de 86,61 ± 11.19 mg/m^3, enquanto a média anual

rondou os 57.75 ± 11.19 mg/m^3 (Amorim *et al.*, 2017). Os valores médios determinados para o PIC oscilaram entre 1.3 - 4.9 x 10-^{4} mol/m^3, com uma média de 2.1 ± 0.8 x 10-^{4} mol/m^3, revelando padrões sazonais de valores mais elevados durante a primavera e menores no outono ou inverno (Amorim *et al.,* 2017).

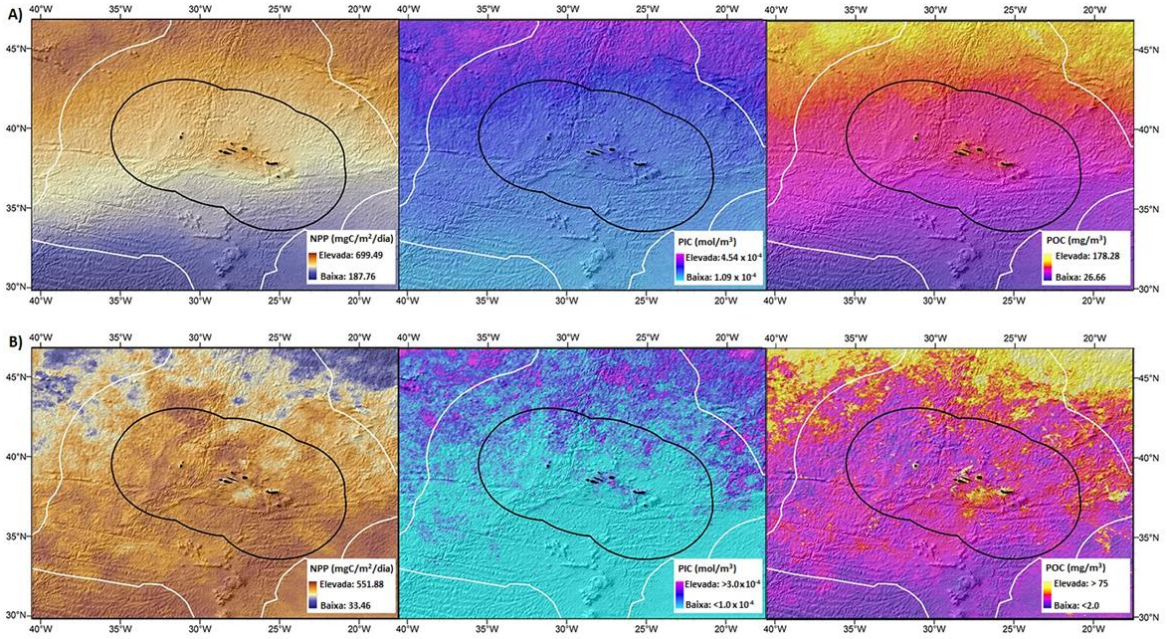
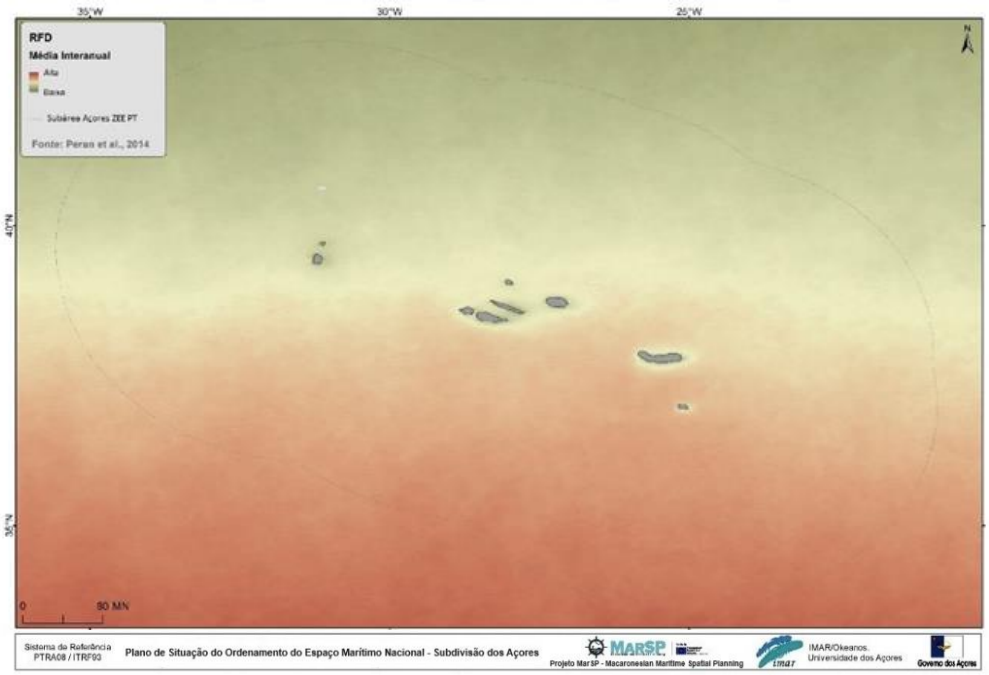


FIGURA 45. MÉDIA (A) E VARIABILIDADE (B) DA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA LÍQUIDA (NPP) (MGC/M^2/DIA), CARBONO INORGÂNICO PARTICULADO (PIC) (MOL/M^3) E CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (POC) (MG/M^3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA, ENTRE 2003 E 2013. FONTE: ADAPTADO DE AMORIM *ET AL.*, 2017.

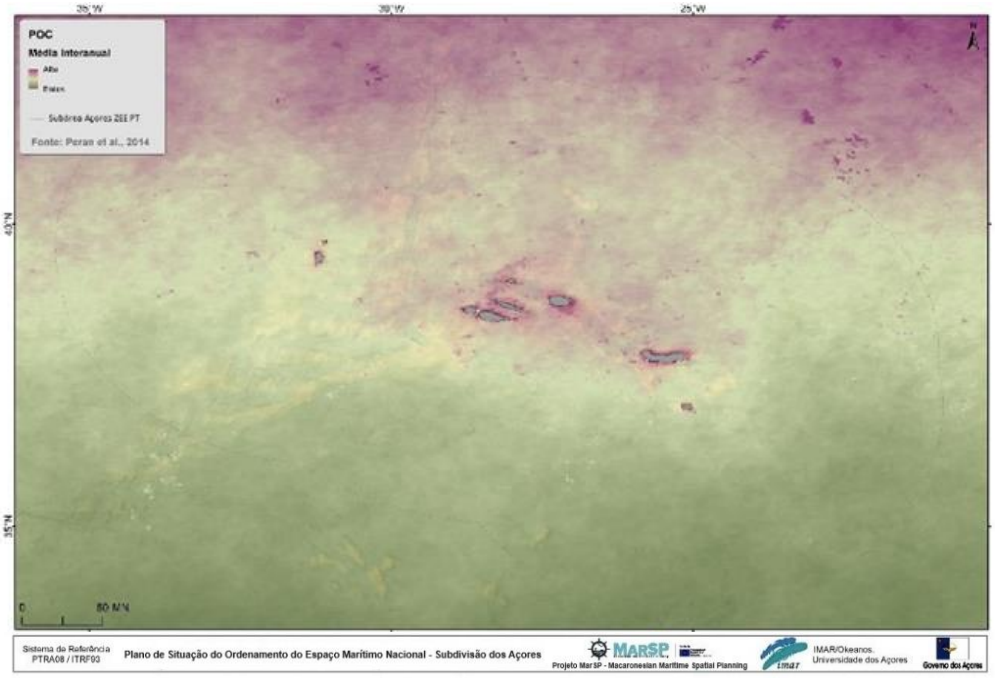
Valores médios inferiores de temperatura da superfície do mar foram encontrados na parte norte da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa, coincidindo com valores mais altos para concentração de NPP e carbono orgânico e inorgânico, à semelhança do que se verifica com a clorofila-*a*, tendência que também se verifica nas encostas ao redor das ilhas. O POC foi também maior em redor de alguns montes submarinos e grandes bancos. A NPP mostrou maior variabilidade na parte sul da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa, enquanto PIC e POC mostraram maior variabilidade em latitudes mais altas. À semelhança do que se verificou com a clorofila-*a*, uma área entre os grupos central e oriental exibiu padrões distintos de variabilidade quando comparada com as zonas vizinhas, nomeadamente um intervalo claramente mais baixo de NPP, enquanto a variabilidade de POC foi consideravelmente mais alta do que nas áreas adjacentes. Os parâmetros PIC e NPP apresentam uma correlação positiva, em que um aumento de PIC leva a um aumento de NPP, enfatizando o padrão semelhante de variabilidade observada nos mapas desses dois parâmetros ambientais (Amorim *et al.,* 2017) (Figura 46, Figura 47, Figura 48, Figura 49 e Figura 50).

1536 FIGURA 46. MÉDIA INTERANUAL DA CONCENTRAÇÃO DE CLOROFILA-*A* (MG/M^3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA
1537 (NASA OCEAN COLOR), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, PARA O PERÍODO DE 2002 A 2013.
1538 FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (PERÁN *ET AL.*, 2014).

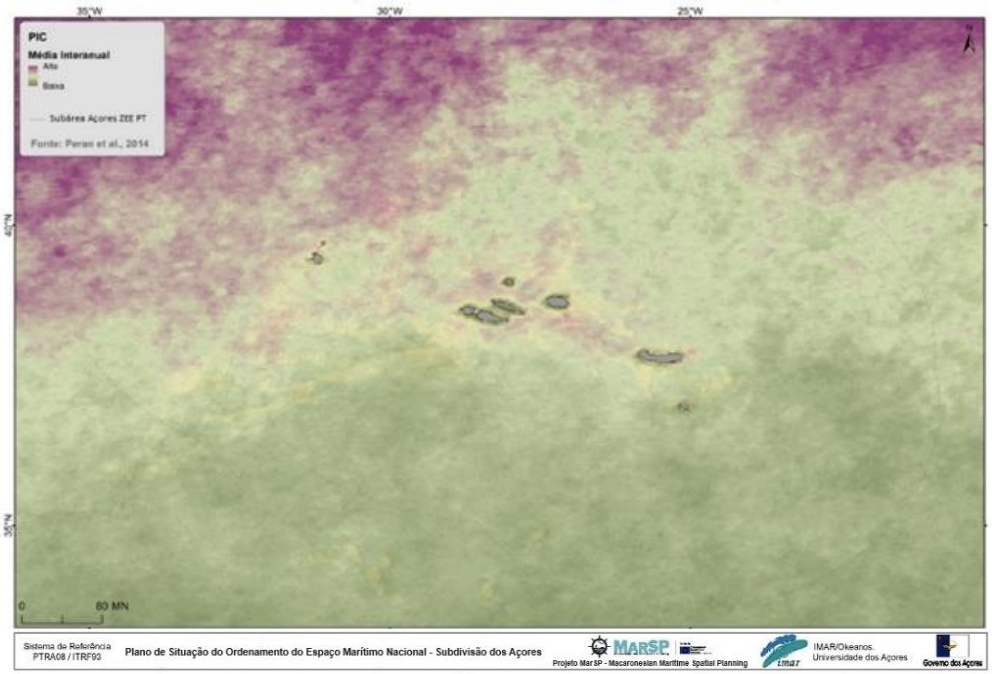


1539 FIGURA 47. MÉDIA INTERANUAL DA RADIAÇÃO FOTOSSINTÉTICA DISPONÍVEL (RFD) (EINSTEIN/M^2/DIA), OBTIDA A PARTIR DE
1540 DADOS DE DETEÇÃO REMOTA (NASA OCEAN COLOR), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, PARA O
1541 PERÍODO DE 2002 A 2013. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (PERÁN *ET AL.*, 2014).

1542 FIGURA 48. MÉDIA INTERANUAL DE PRODUTIVIDADE (MGC/M^2/DIA), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO REMOTA (NASA
1543 OCEAN COLOR), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, PARA O PERÍODO DE 2002 A 2013. FONTE:
1544 RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (PERÁN *ET AL.*, 2014).



1545 FIGURA 49. MÉDIA INTERANUAL DE CARBONO ORGÂNICO PARTICULADO (POC) (MG/M^3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE DETEÇÃO
1546 REMOTA (NASA OCEAN COLOR), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, PARA O PERÍODO DE 2002 A
1547 2013. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (PERÁN *ET AL.*, 2014).



1548 FIGURA 50. MÉDIA INTERANUAL DE CARBONO INORGÂNICO PARTICULADO (PIC) (MOL/M^3), OBTIDA A PARTIR DE DADOS DE
1549 DETEÇÃO REMOTA (NASA OCEAN COLOR), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, PARA O PERÍODO DE
1550 2002 A 2013. FONTE: RODRIGUES *ET AL.,* 2020 (PERÁN *ET AL.*, 2014).

1551 ## OXIGÉNIO

1552 A concentração do oxigénio dissolvido no oceano corresponde ao equilíbrio determinado pelas
1553 trocas gasosas entre a água do mar e o ar, pela difusão e mistura verticais e horizontais, bem como
1554 pela produtividade e pelos processos respiratórios (Deutsch, 2005; Emerson *et al.*, 2004; Montes *et*
1555 *al.*, 2016).

1556 O oceano Atlântico caracteriza-se pela existência de uma camada com um nível de oxigénio
1557 diminuído, embora mais acentuado na zona equatorial (Tsuchiya *et al.*, 1992; van Haren *et al.,* 2017).
1558 Contudo, para a Plataforma dos Açores e montes submarinos a sul do arquipélago, ao nível das
1559 camadas superficiais do oceano, foram registadas concentrações médias de oxigénio mais elevadas
1560 (Palma *et al.,* 2012).

1561 Na Plataforma dos Açores, foram registados valores de oxigénio dissolvido na ordem dos 93%
1562 (Palma, 2014). Ainda, nesta plataforma, que incluiu a Crista da Terceira, Palma (2014) registou
1563 valores de oxigénio dissolvido para 3 níveis diferentes de profundidades: (1) 0-550 m: variação entre
1564 76 e 103%; (2) 550-1500 m: variação entre 75 e 96%; (3) variação entre 90 e 106%. Para os primeiros
1565 200 m de profundidade, o oxigénio dissolvido demonstra pequenas variações, sendo que o mesmo
1566 diminui até a uma profundidade de aproximadamente 1000 m, a partir da qual, é registado um
1567 pequeno incremento, embora a partir dos 2000 m, a percentagem deste elemento químico
1568 dissolvido passe a apresentar um padrão de decremento (Palma, 2014).

1569 Nos Açores, em geral, as concentrações de oxigénio dissolvido na água do mar demonstram uma
1570 variação entre, aproximadamente, 5 e 6 ml/l (superfície) até <4 ml/l, nas zonas de águas mais
1571 profundas (Figura 51), sendo que, à superfície, ocorre uma tendência para aumentar e diminuir,

respetivamente, a norte e a sul e sudeste dos Açores (Goikoetxea *et al.,* 2010; SRMCT, 2014). As estações do inverno e primavera, que correspondem aos períodos de maior produtividade, não apresentam, contudo, os valores máximos no que respeita ao oxigénio dissolvido; a maior ocorrência de zooplâncton derivada de uma maior disponibilidade de fitoplâncton, no inverno, poderá ainda promover o consumo e naturalmente daí resultar uma menor concentração de oxigénio (Santos, 2011; SRMCT, 2014).

Na região dos Açores, apesar de existir uma relação evidente entre a profundidade e o oxigénio (oxigénio dissolvido, utilização aparente do oxigénio e saturação de oxigénio) e os parâmetros nutricionais (nitratos, fosfatos e silicatos), foram observados alguns padrões espaciais distintos que parecem evidenciar alguma independência relativamente à profundidade da água (Amorim *et al.,* 2017) (Figura 51 e Figura 52). Para além disso, no fundo da coluna de água, foi registado um valor mínimo de 4.28 ± 0.13mL L−1, com um decréscimo acentuado até aos 750 m de profundidade, embora com um valor máximo de 0.16mL L−1 e de 5.66 ± 0.12mL L−1 aos 2 000 m e 5 000 m de profundidade, respetivamente (Amorim *et al.,* 2017).

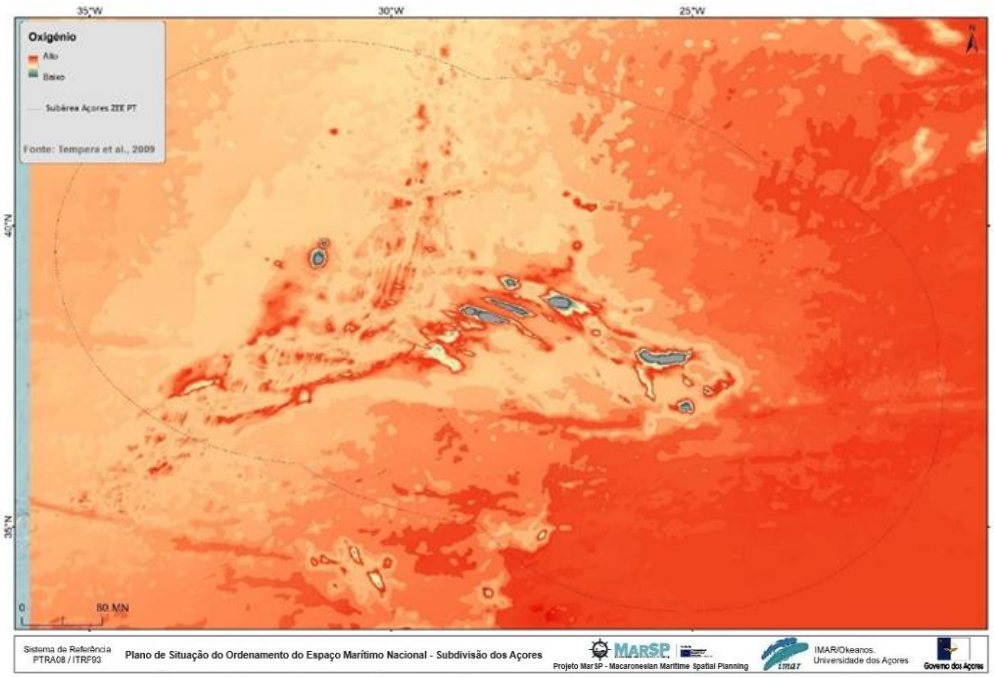
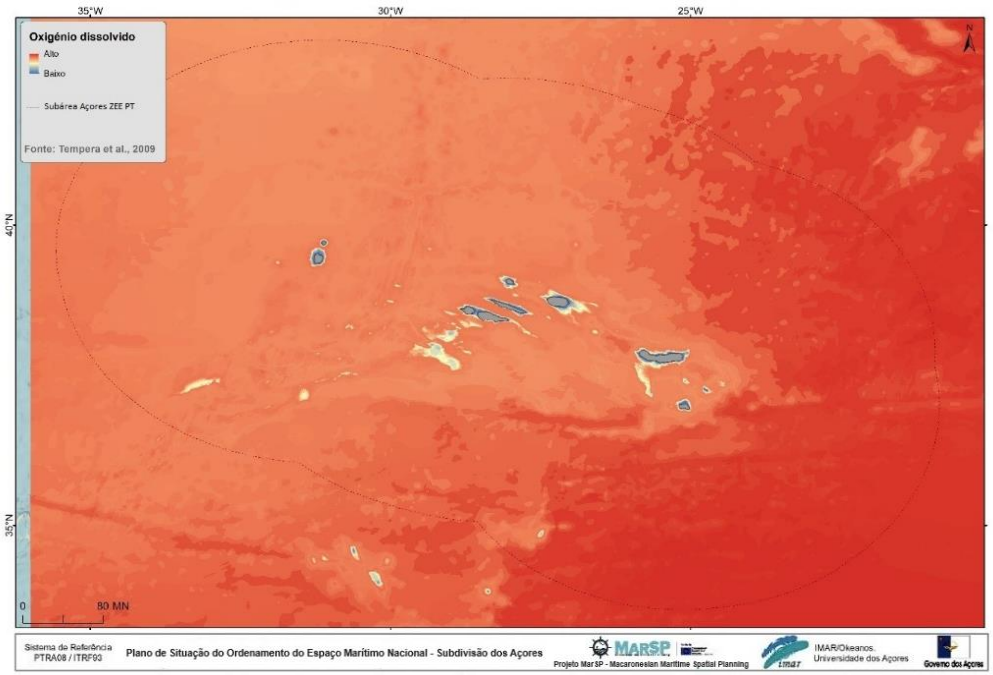


FIGURA 51. UTILIZAÇÃO APARENTE DE OXIGÉNIO (ML/L) NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).



1588 FIGURA 52. OXIGÉNIO DISSOLVIDO NO FUNDO DO MAR (ML/L) NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.
1589 FONTE: RODRIGUES *ET AL.,* 2020 (TEMPERA *ET AL.*, 2009).

1590 Referem-se de seguida os resultados de Santos (2011), onde se interpretam as concentrações de
1591 oxigénio dissolvido determinadas em vários pontos de amostragem no Canal Pico-Faial e no banco
1592 submarino Condor. No Canal Faial-Pico, abaixo dos 25-30 m de profundidade, o oxigénio dissolvido
1593 diminuiu com a profundidade, ocorrendo os picos de concentração durante o verão e outono. No
1594 Canal Pico-Faial, durante o período de inverno e primavera, as concentrações de oxigénio dissolvido
1595 (± 5,25 ml/l, Figura 53) não variaram ao longo da coluna de água, o que poderá dever-se à mistura
1596 da água do mar (Santos, 2011; SRMCT, 2014).

1597 Houve ainda a registar o facto do rácio do isótopo de oxigénio δ18Osw decrescer consistentemente
1598 com a profundidade (Wisshak *et al.*, 2010); na zona do porto da Madalena, Ilha do Pico, verificou-
1599 se que aos 3 m de profundidade, o oxigénio dissolvido apresentava uma maior variação, com alguns
1600 incrementos em algumas zonas no interior do porto e algumas relações preliminares em relação
1601 com outras variáveis, como por exemplo a concentração de clorofila-a (Martins *et al.,* 2018). Em
1602 zonas mais localizadas, como a marina de Ponta Delgada, os valores de oxigénio dissolvido variaram
1603 entre 8.75 e 17.6 mg/LDO, em que os valores mais baixos e mais elevados ocorreram
1604 respetivamente, durante o verão e o inverno (Micael *et al.,* 2018).

1605 No banco submarino Condor, o oxigénio dissolvido na coluna de água foi máximo aos 40 m no verão,
1606 aos 50 m no outono e à superfície (10 m) no inverno e primavera (Figura 53), o que correspondeu
1607 aproximadamente à zona da DCM. Após atingir o máximo, a concentração de oxigénio diminuiu até
1608 aos 700 m, atingindo o seu mínimo (4,0 ml/l) e voltou a aumentar. O facto de o mínimo de oxigénio
1609 se encontrar a 700 m de profundidade durante todo o ano dever-se-á, possivelmente, ao maior
1610 consumo de oxigénio pelos seres vivos a essas profundidades, e à diminuição dos processos
1611 fotossintéticos e de decomposição de matéria orgânica. Abaixo dessa camada, com o aumento da
1612 profundidade, torna-se maior a influência de águas frias polares ricas em oxigénio, fazendo-se notar

um aumento do mesmo (Figura 53). Tal aumento resultará também da diminuição da temperatura da água e do simultâneo aumento da solubilidade do oxigénio (Santos, 2011; SRMCT, 2014).

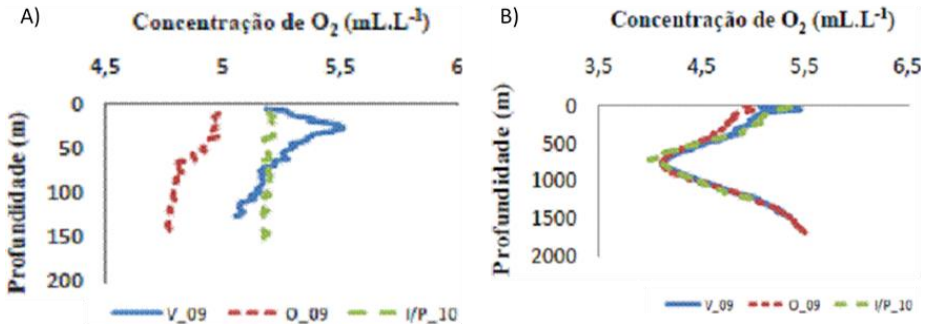
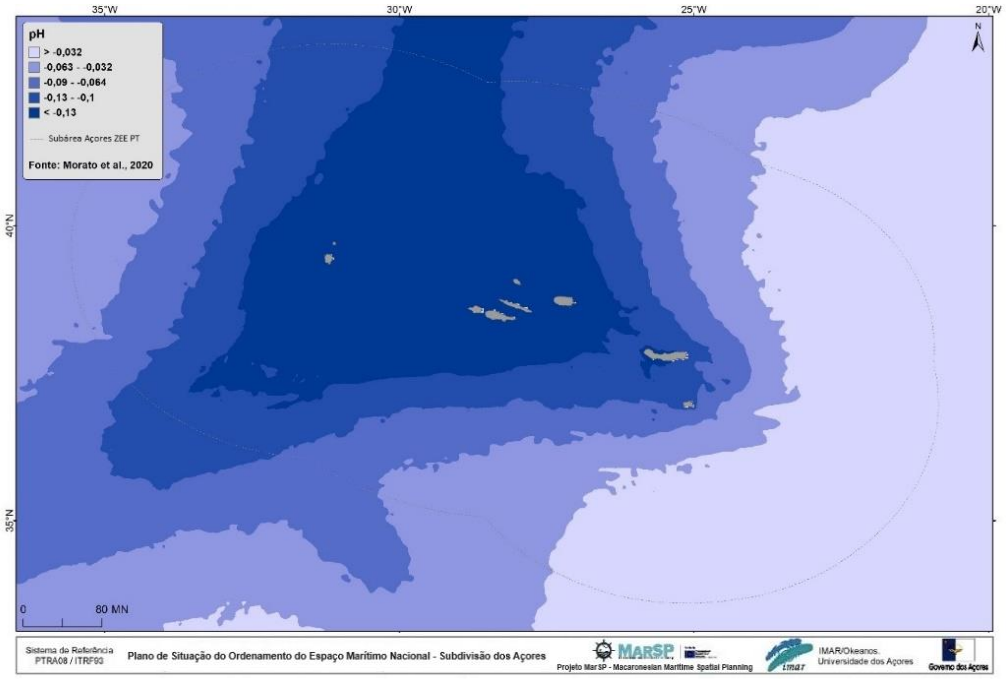


FIGURA 53. REPRESENTAÇÃO DA VARIAÇÃO SAZONAL DO OXIGÉNIO DISSOLVIDO NA COLUNA DE ÁGUA CONSOANTE DA PROFUNDIDADE NO CANAL PICO-FAIAL (A) E NO BANCO SUBMARINO CONDOR (B), DURANTE OS MESES DE VERÃO 2009 ("V_09"), OUTONO DE 2009 ("O_09") E INVERNO/PRIMAVERA DE 2010 ("I/P_10"). FONTE: SANTOS (2011) *IN* SRMCT (2014).

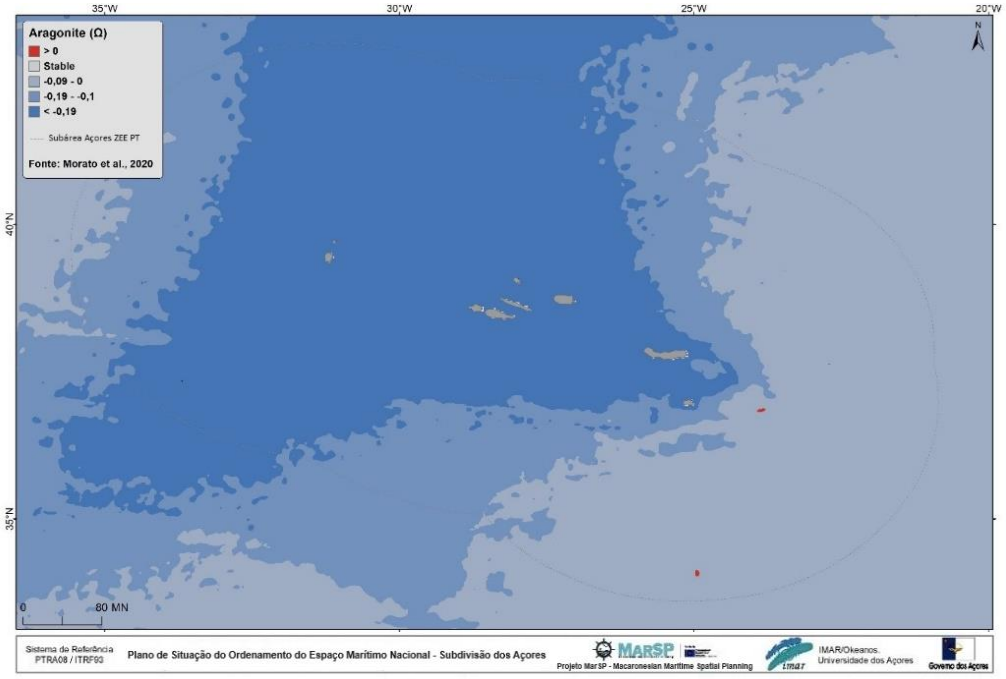
MUDANÇAS PREVISTAS EM VARIÁVEIS AMBIENTAIS

Projeções recentes relativas às propriedades das massas de águas profundas sugerem que determinadas áreas dos fundos marinhos no Atlântico Norte sofrerão mudanças significativas (Gehlen *et al.,* 2014; Sweetman *et al.,* 2017). Essas mudanças poderão afetar gravemente a produtividade nessas zonas, assim como a biodiversidade e a distribuição da fauna do fundo do mar, especialmente para espécies indicadoras de VME, podendo vir a comprometer os principais serviços dos ecossistemas (Levin & Le Bris, 2015; Levin *et al.,* 2019; Xavier *et al.,* 2019).

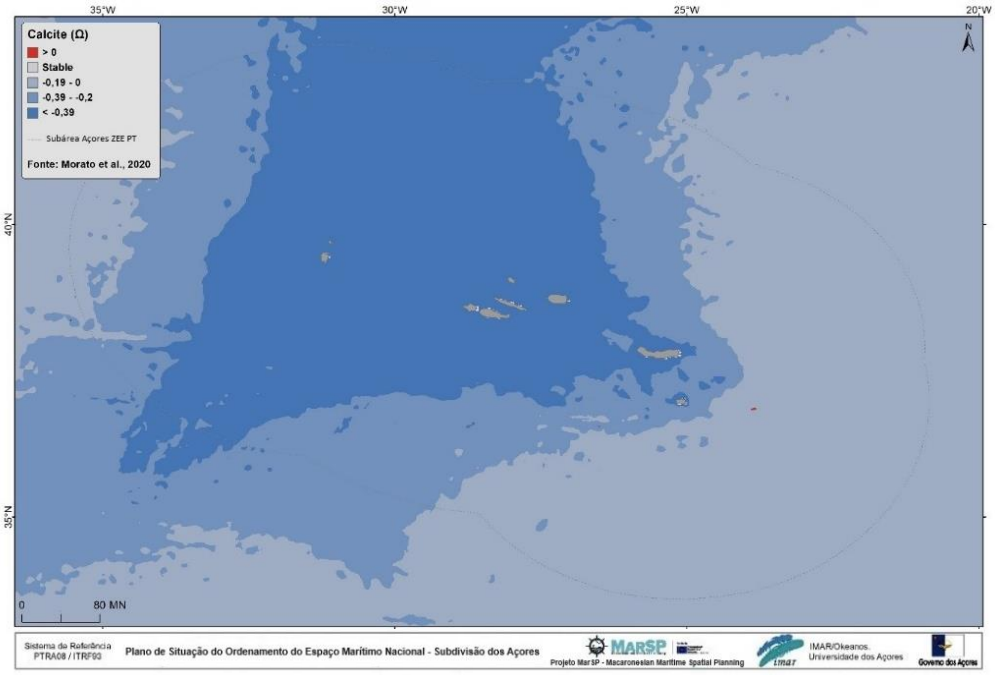
De acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020), da Figura 54 à Figura 59 estão representadas as variáveis ambientais oceânicas reamostradas a partir do estudo do Atlântico Norte, tendo sido projetadas as possíveis mudanças das propriedades das massas de água entre as condições presentes e as futuras, no ano 2100. Os resultados indicam que está prevista uma diminuição na temperatura da água do mar na maior parte da área, uma perda de oxigênio dissolvido de até 3,7%, uma redução de 40-55% no fluxo de matéria orgânica particulada para o fundo do mar, uma diminuição no pH superior a 0,3 unidades na maior parte da área, e uma diminuição no horizonte de saturação para a calcite e a aragonite.



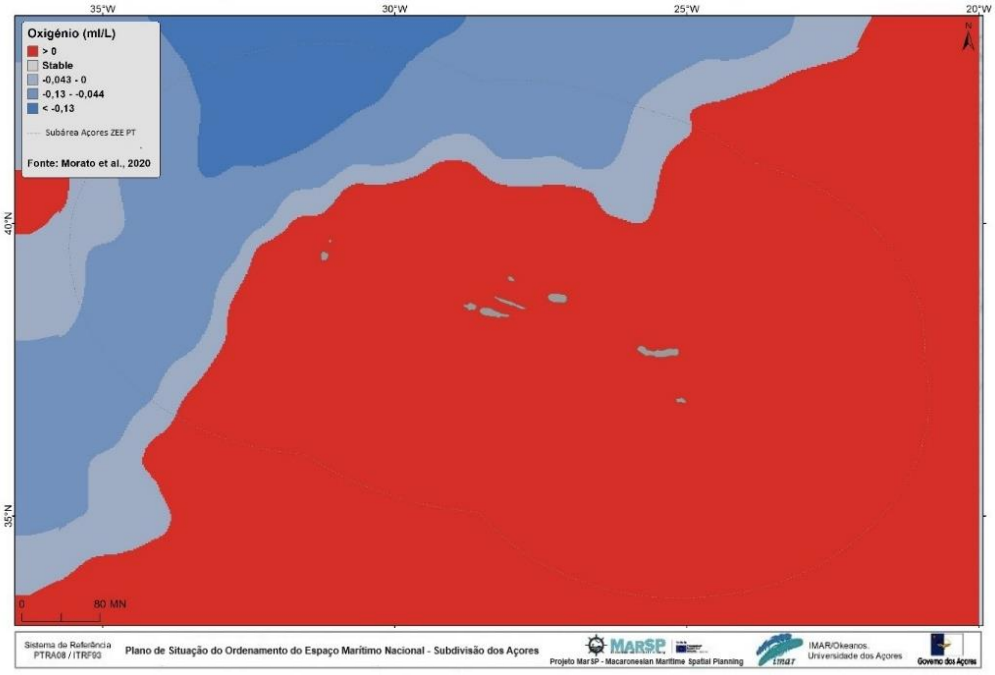
1633 FIGURA 54. PREVISÃO DE MUDANÇAS DE PH ENTRE AS CONDIÇÕES PRESENTES E FUTURAS (2100), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE
1634 AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (MORATO *ET AL.*, 2020).



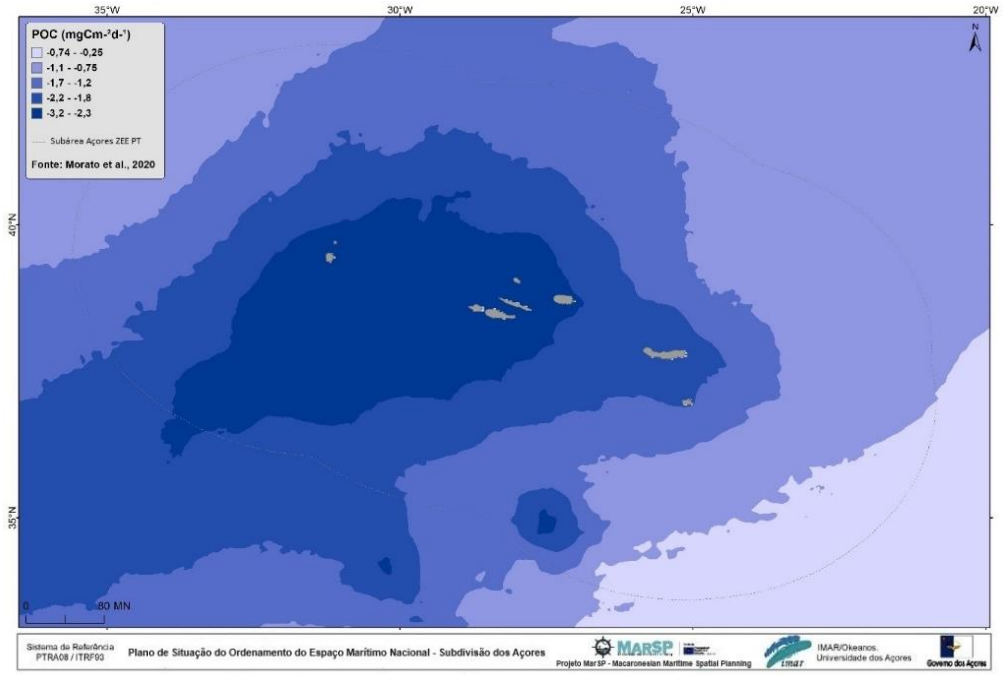
1635 FIGURA 55. PREVISÃO DE MUDANÇAS DA ARAGONITE (Ω) ENTRE AS CONDIÇÕES PRESENTES E FUTURAS (2100), NO ESPAÇO
1636 MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (MORATO *ET AL.*, 2020).



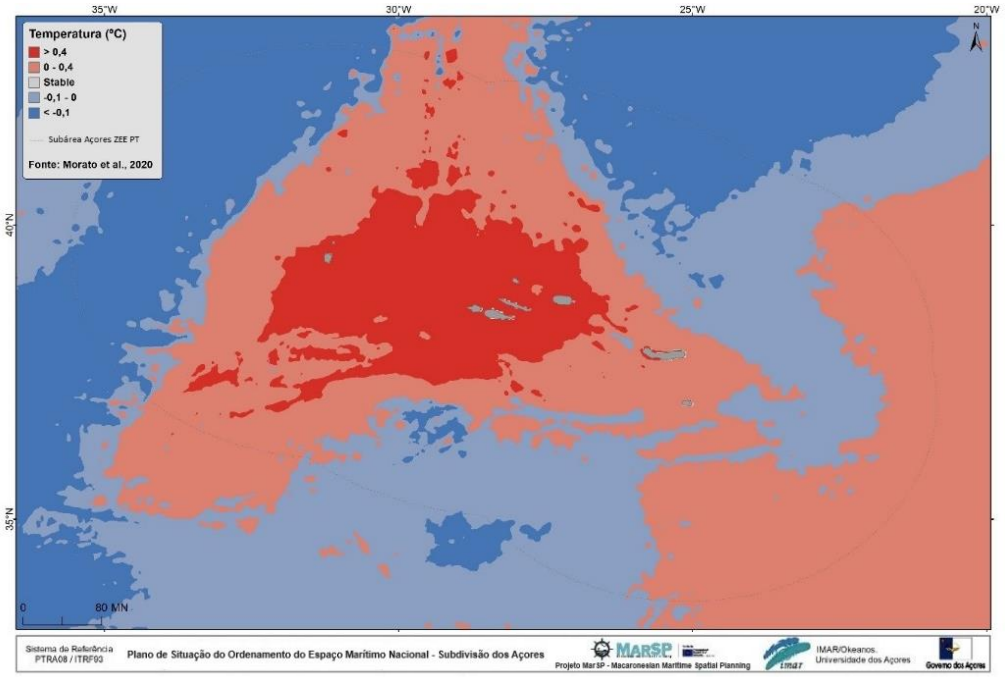
1637 FIGURA 56. PREVISÃO DE MUDANÇAS DA CALCITE (Ω) ENTRE AS CONDIÇÕES PRESENTES E FUTURAS (2100), NO ESPAÇO MARÍTIMO
1638 ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (MORATO *ET AL.*, 2020).



1639 FIGURA 57. PREVISÃO DE MUDANÇAS DO OXIGÉNIO (ML/L) ENTRE AS CONDIÇÕES PRESENTES E FUTURAS (2100), NO ESPAÇO
1640 MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (MORATO *ET AL.*, 2020).



1641 FIGURA 58. PREVISÃO DE MUDANÇAS DE PARTÍCULAS ORGÂNICAS DE CARBONO (MGC/M^2/DIA) ENTRE AS CONDIÇÕES PRESENTES E
1642 FUTURAS (2100), NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (MORATO
1643 *ET AL.*, 2020).



1644 FIGURA 59. PREVISÃO DE MUDANÇAS DE TEMPERATURA (ºC) ENTRE AS CONDIÇÕES PRESENTES E FUTURAS (2100), NO ESPAÇO
1645 MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (MORATO *ET AL.*, 2020).

PARTE III. INTERFACE TERRA-MAR

A.7. CARACTERIZAÇÃO GERAL

A caracterização sumária apresentada de seguida teve por base a informação constante do Guia Técnico para o Litoral da RAA (DRA, 2012). O litoral é, em geral, dominado por escarpas bem desenvolvidas, em consequência da erosão marinha, recortadas pontualmente por fajãs lávicas e de vertente. Nos grupos central e oriental, a orla costeira em geral evidencia maiores declives nas faces voltadas a norte, enquanto no grupo ocidental os perfis costa.

Em termos de dinâmica costeira, importa salientar que as correntes de maré nos Açores são, em geral, fracas com exceções pontuais. Por outro lado, a maré meteorológica assume valores ligeiramente variáveis ao longo da costa, com valores de oscilação mais significativos nas zonas costeiras encaixadas (baías), agravados com situações de persistência de ventos fortes ou ocorrência de pressões atmosféricas anómalas.

Quanto à agitação marítima, e com base nos dados existentes, todas as ilhas encontram-se expostas a um regime de agitação muito energético. Por outro lado, a frequência de tempestades nos Açores tem evidenciado uma grande variabilidade interanual.

A distribuição de rumos das ondas é localmente afetada por fenómenos de empolamento, refração, de difração e de reflexão. Há zonas parcialmente abrigadas, pelo menos em relação a alguns dos quadrantes, devido à existência de formações naturais ou de estruturas artificiais. Os fenómenos de empolamento e de refração verificam-se na interação da agitação com os fundos e agravam ou desagravam localmente as alturas das ondas. A difração verifica-se em torno de obstáculos à propagação da agitação, que proporcionam algum grau de proteção. As reflexões são mais acentuadas em paramentos verticais ou muito inclinados (arribas rochosas, cais, muros de suporte). As baías e enseadas proporcionam algum grau de abrigo natural em relação à agitação proveniente de alguns dos rumos. A intensidade das ações do mar varia ao longo da costa devido a fenómenos locais de deformação da agitação e da existência de algum grau de proteção natural, e a respetivas consequências variam ao longo da costa em função da constituição geológica/ geotécnica do interface terra-mar.

Nos Açores, as bacias hidrográficas melhor estruturadas desenvolvem-se a partir das zonas mais altas do interior das ilhas, onde a precipitação atinge quantitativos mais elevados. As regiões onde a orografia se apresenta mais acidentada tendem a apresentar maior densidade de drenagem. Contudo, os cursos de água na RAA não têm grande dimensão pelo que se considera a designação de ribeiras. A geologia dos terrenos exerce um papel fundamental na instalação da rede hidrográfica, ditando a sua suscetibilidade à erosão e controlando, em conjunto com os solos, a infiltração. Adicionalmente, no arquipélago dos Açores, a atividade humana já exerce um impacte significativo na hidrologia de superfície e, consequentemente, sobre as restantes variáveis do ciclo hidrológico (SRAA, 2015).

A zona costeira insular possui uma linha de costa com uma extensão total de cerca de mais de 940 km (1.020 km, com ilhéus), dimensão equivalente à extensão da linha de costa de Portugal continental (963 km) (Ferreira, 1999). O arquipélago apresenta uma zona costeira de grande

variedade geomorfológica, fortemente marcada pela sua origem vulcânica, originando formas morfológicas peculiares, tais como crateras, cones escoriáceos, lagoas, arribas muito altas e fajãs, entre outros.

Esta diversidade de paisagem, juntamente com a intensa atividade sísmica e com os efeitos das alterações climáticas, associados ao aumento da intensidade e frequência de eventos extremos, causa inúmeras situações de instabilidade. A orla costeira é a zona mais vulnerável de todo o conjunto de unidades biofísicas singulares, estando simultaneamente sujeita a fenómenos de erosão muito intensos. Os temporais no mar, quedas de blocos e cheias torrenciais são fenómenos naturais que contribuem para acentuar a vulnerabilidade verificada.

Este conjunto imenso de situações é potenciador de risco para populações (que tendem a fixar-se preferencialmente nestas zonas), ecossistemas e património edificado, devendo ser salvaguardado sempre através de um correto ordenamento do espaço e das estratégias assumidas para as atividades que ocorrem nesta interface e nas zonas marinhas envolventes.

Em suma, as características intrínsecas da orla costeira da RAA são marcadas, na generalidade, pela presença de um litoral com vulnerabilidades e riscos naturais elevados em alguns troços, a par de potencialidades e de apetências específicas capazes de suportar um desenvolvimento sustentável e equilibrado do território. A diversidade de trechos de paisagem, alguns fortemente notáveis pela sua morfologia, e a ocupação humana presente relevam, em geral, uma humanização da paisagem equilibrada, pontualmente marcada por elementos construídos dissonantes sobretudo nas áreas de maior pressão.

Salienta-se, neste âmbito, a implementação da Convenção Europeia da Paisagem a esta Região Autónoma, publicada pela Resolução do Conselho do Governo n.º 135/2018, de 10 de dezembro, que reconhece a paisagem como um recurso relevante, tanto na perspetiva ambiental como social, cultural e económica, constituindo-se como um fator identitário dos Açores, e devendo salvaguardar-se as suas especificidades. Adicionalmente, identifica as unidades de paisagem por ilha, assim como um conjunto de elementos naturais, que pela sua imponência ou singularidade são considerados elementos singulares da paisagem açoriana.

A esta diversidade geomorfológica associa-se igualmente sistemas ecológicos que apresentam diversidade de comunidades e de espécies de animais e de plantas que lhe conferem valor biológico elevado. A zona costeira é marcada pela presença de uma considerável diversidade de plantas endémicas, de algas, peixes e invertebrados, de muitos mamíferos marinhos, de tartarugas, e ainda de uma parte significativa das populações atlânticas de algumas aves marinhas. A distribuição da biodiversidade pelas diversas ilhas do arquipélago é desigual, sendo consequência de características próprias como o isolamento e a posição relativamente às outras ilhas e aos continentes, a idade geológica, a presença de vulcanismo ativo, e da maior ou menor intervenção humana, causadora de degradação do habitat, pressão sobre a costa e sobre os recursos naturais e das opções de ocupação do espaço pelas diversas atividades.

A.8. GEOMORFOLOGIA COSTEIRA

As ilhas dos Açores apresentam aspetos geomorfológicos muito diversificados, consoante os tipos de erupção que estiveram na sua origem. O vulcanismo, aliado à tectónica regional e local, explicam o alinhamento dos edifícios insulares bem como a disposição dos principais aparelhos eruptivos, enquanto as formas de relevo são condicionadas pelos estilos eruptivos (efusivos e explosivos), pela dinâmica evolutiva e pelo estado mais ou menos avançado dos processos de erosão. O grau de alteração depende da natureza dos materiais, da topografia e das condições climáticas, designadamente da quantidade de precipitação (SRAA, 2015). A regularidade dos episódios eruptivos faz com que as ilhas sejam pouco evoluídas em termos geomorfológicos (Azevedo, 1998).

A paisagem dos Açores é caracterizada, em traços gerais, pela orografia vigorosa, onde a elevada altitude está associada ao acidentado do relevo. As ilhas apresentam, em geral, grande desenvolvimento vertical: o interior montanhoso encontra-se rasgado por vales que se entalham profundamente nas encostas até ao nível do mar. Na generalidade da orla costeira erguem-se altas e instáveis falésias que alternam, pontualmente, com pequenas plataformas litorais, constituídas por escoadas basálticas ou pela acumulação de materiais resultantes do desmoronamento das arribas adjacentes (fajãs detríticas).

Os substratos rochosos e as praias de calhau são predominantes e só interrompidos por pequenos areais. O traçado da linha de costa apresenta-se retilíneo nos segmentos modelados pelos sistemas de falhas e bastante recortado ou mesmo irregular nos troços confinados às formações lávicas, onde se formam baías e enseadas abrigadas (SRAA, 2015).

Assim, a morfologia litoral das ilhas reflete, em grande parte, as características do vulcanismo da ilha, designadamente a sua natureza efusiva e a sua juventude, originando formas morfológicas diversas: arribas altas/baixas, fajãs, praias de areia escura ou litoral baixo rochoso. Esta diversidade de situações é realçada na descrição sumaria que se apresenta seguidamente (DRA,2012):

- Santa Maria: corresponde a duas ilhas soldadas entre si, que ocupam uma área ligeiramente inferior a 100 km^2 e um perímetro de cerca de 50 km. A parte ocidental da ilha é essencialmente baixa e plana enquanto a parte oriental se apresenta mais declivosa e sempre acima da cota de 200 m. A morfologia litoral é bastante recortada, com existência frequente de baías. A ilha é caracterizada por um litoral, em geral, alcantilado com arribas que atingem os 350 m de altura (Rocha Alta), embora a costa oeste apresente arribas mais baixas, da ordem dos 30-60 m de altura. Em alguns locais, como são os casos da Maia e S. Lourenço, observa-se a existência de imponentes depósitos de vertente. De um modo geral as arribas são talhadas em materiais vulcânicos com características homogéneas ou mistas, embora se registe a ocorrência de depósitos sedimentares intercalados nos depósitos vulcânicos. As duas principais praias são de areia branca, em consequência da presença de rochas carbonatadas (SRAA, 2015; DRA, 2012).

- São Miguel: maior ilha do arquipélago, caracteriza-se por duas áreas montanhosas ligadas por uma plataforma central. Assim, a zona oriental caracteriza-se pela zona montanhosa da Povoação, Furnas e Fogo que atinge a altitude máxima de 1105 m. Por seu lado, à zona ocidental (mais recente) corresponde a zona montanhosa das Sete Cidades que atinge uma cota de 875 m. Estas duas zonas encontram-se ligadas por uma plataforma que se

desenvolve entre as cotas 250 a 300 m, denominada de plataforma de Ponta Delgada. A ilha é caracterizada por um litoral onde as arribas costeiras representam cerca de 90% da costa, sendo que mais de 60% corresponde a arribas com mais de 50m de altura. O litoral é composto por arribas de altura elevada na parte Este da ilha e por um litoral mais baixo na parte Oeste. As arribas mais altas localizam-se no troço entre o Nordeste e a Povoação, com alturas superiores a 350 m. Em alguns setores da ilha as costas são talhadas em litologia vulcânicas relativamente homogéneas e, na maioria dos casos, em litologias vulcânicas mistas. Há algumas praias de areia na parte central da ilha tanto na Costa Sul como na Costa Norte (SRAA, 2015; DRA, 2012).

» Terceira: a terceira maior ilha, de forma arredondada com 29 km por 18 km (área de 402 km2). Composta por 4 complexos principais com estruturas semelhantes. A Serra de Santa Bárbara é o ponto de maior altitude com 1021 m. A extremidade nordeste é dominada por um grabben. Litoral variado com declives suaves (Praia da Vitória) e arribas de alturas variadas. A ilha é caracterizada por um litoral onde as arribas costeiras representam cerca de 70% da costa, sendo que 30% corresponde a arribas com mais de 50m de altura. São talhadas em litologias vulcânicas homogéneas e mistas.

» Graciosa: ilha em que a altitude máxima é menor (402 m na Caldeira de Enxofre) e uma das mais pequenas em extensão (62 km2). Forma oval com 75% da sua extensão com cotas abaixo de 150 m, corresponde a um cone vulcânico dissimétrico (por ação erosiva). Em geral os declives são inferiores a 5%, embora a zona central seja mais declivosa. A ilha é caracterizada por um litoral que alterna zonas alcantiladas e zonas onde os declives são mais suaves, com presença de algumas baías. De entre as arribas alcantiladas merecem referência: a costa SW, entre a Baía da Folga e Porto Afonso; a zona de Redondo e da Ponta da Barca; o troço entre Santa Catarina e Trás do Outeiro, na costa NE e o troço a sul de Fenais até à Ponta do Carapacho no extremo SE da ilha. Quanto aos setores com declives mais suaves há a salientar: a costa de Vitória entre Redondo e Ponta da Barca; a costa NE, desde o Barro Vermelho até Santa Catarina; o troço entre a Baía da Lagoa e Fenais; a costa entre a Ponta do Carapacho e a Baía da Folga, exceto a costa na Ponta do Enxudreiro e no Porto da Folga (SRAA, 2015; DRA, 2012).

» São Jorge: forma alongada com 55 km de comprimento e 7 km de largura. A intensa atividade vulcânica, tipo fissural, resultou num alinhamento central de cones de escórias com altitude máxima de 1.053 m. O litoral é dominado por escarpas abruptas recortadas por fajãs. O litoral NE da região ocidental da ilha é constituído por arribas declivosas e altas, com alturas entre os 300 e 400m. O litoral SW é um pouco mais acidentado do que a costa NE, apresentando um traçado menos retilíneo e alturas entre os 100 e os 400m (Madeira, 1998; SRAA, 2015, DRA, 2012)

» Pico: ilha com maior altitude do arquipélago (2.351 m) e uma das maiores em extensão. Apresenta duas unidades geomorfológicas distintas: a montanha do Pico (declives superiores a 40% acima de 1.200 m) e o Planalto da Achada mais ou menos plano, caindo algumas vezes abruptamente para o mar. A orla costeira é caracterizada por um litoral geralmente baixo, com um traçado curvo regular e raramente atinge alturas superiores ao 10m, constituído por manchas lávicas de pequena altitude, com exceção da zona central da ilha que se caracteriza por um litoral de arribas altas. Na região oriental o traçado da costa é quase sempre retilíneo, apenas interrompido pelas saliências de algumas fajãs lávicas e

pelo relevo do Topo (Madeira, 1998), entre a Ribeira do Meio e Santa Cruz das Ribeiras. As alturas do litoral nesta região da ilha são variáveis e podem ser superiores a 150m (SRAA, 2015; DRA, 2012).

» Faial: forma pentagonal, com uma área de 175 km2, caracterizando-se por um cone central (Caldeira, com 1.043 m de altitude) que se espraia em declives relativamente suaves para o mar. A zona a oriente da Caldeira é constituída por uma série de estruturas do tipo horst e grabben. A ocidente da Caldeira existe uma falha ao longo da qual se desenvolvem vários aparelhos vulcânicos que terminam no recente vulcão dos Capelinhos. A ilha é caracterizada por um litoral que alterna zonas alcantiladas e zonas onde os declives são mais suaves. O litoral da unidade geomorfológica Vulcão Central apresenta nas vertentes viradas a NW e SW uma costa rochosa, de arribas abruptas, pouco recortada e bordejada por calhau que, a espaços, se apresenta rolado. Atinge alturas entre os quase 300m, e os 50 metros na costa dos Cedros e o Morro do Castelo Branco. A costa entre o Porto do Salão e a Ponta da Ribeirinha é muito abrupta, com alturas entre os 50 e os 200 metros e orlada por uma faixa de calhau. O litoral entre a Ponta da Ribeirinha e a vertente NE da Espalamaca é o mais recortado da ilha. As alturas da arriba são variáveis e exprimem nitidamente a ação das falhas do *graben* (SRAA, 2015; DRA, 2012).

» Flores: ilha de forma alongada, com uma área de cerca de 150 km2 e com o ponto mais alto à cota 915 m. A ilha desenvolve-se em duas zonas planálticas (a norte entre os 600 e 700 m de altitude e a sul entre os 500 e 600 m). O relevo é em geral vigoroso e acidentado, com a morfologia litoral a evidenciar recorte acentuado e arribas impressionantes. A ilha é caracterizada por um litoral predominantemente alcantilado com arribas altas que chegam a atingir mais de 500m de altura na costa oeste (Rocha do Risco) e mais de 260m na costa leste (Cedros). São poucos os locais da ilha onde a costa é baixa. Apenas algumas zonas da costa de Santa Cruz das Flores, Fajãzinha, Fajã Grande e algumas fajãs de menor dimensão se constituem como exceções (Pacheco *et al.*, 2006) (SRAA, 2015; DRA, 2012).

» Corvo: ilha mais pequena do arquipélago. Atinge uma altitude superior a 700 m. Tem uma forma oval, com 6,5 km no eixo maior e 3 km no menor, a que corresponde uma área inferior a 20 km2. A morfologia é acidentada desenvolvendo-se apenas uma pequena zona plana, onde se situa a vila do Corvo. A ilha é caracterizada por um litoral, em geral, alcantilado com arribas altas que atingem uma altura máxima de 700m no setor NW da ilha. O principal contributo para a recarga do litoral provém do desmonte da orla costeira.

A.9. LITORALIZAÇÃO

De acordo com o último recenseamento geral da população (Censos 2021), na Região Autónoma dos Açores registou-se uma variação da população negativa em relação a 2011 (-4,1 %), tendo sido recenseados 236 657 indivíduos residentes (INE, 2021). As ilhas com maior peso populacional correspondem às ilhas de São Miguel e Terceira, cuja população representa 56% e 23%, respetivamente, face ao total da região. Esta concentração populacional nestas duas ilhas denota um desequilíbrio na distribuição percentual dos residentes no arquipélago, também traduzido nos valores de densidade populacional para estas duas ilhas, que apresentam valores bastante superiores às restantes (Figura 60).

É precisamente nas zonas litorais de todas as ilhas que se concentra a maior parte da população bem como das principais atividades económicas, em alguns casos resultado da orografia das ilhas, aliada a outras especificidades como as condições climatéricas, atratividade, localização dos principais centros de serviços e atividades, dos principais eixos de comunicação (terrestres, marítimos e aéreos) e um elemento fulcral na história do arquipélago – a conectividade com as outras ilhas e o exterior da Região fez-se sempre primeiramente por mar, daí que historicamente sejam estas as zonas que começaram primeiramente por ser povoadas, tendo sido dada uma continuidade "natural" a essa dinâmica.

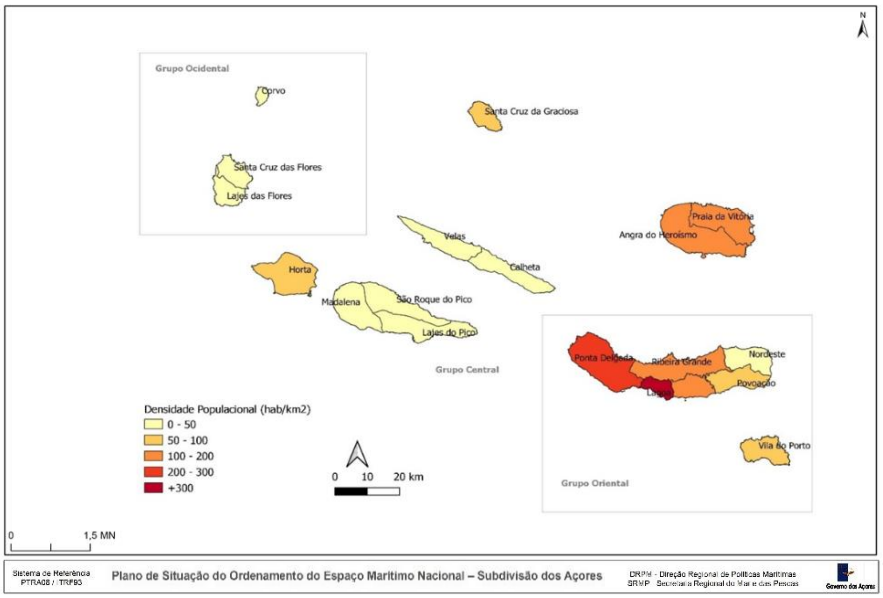


FIGURA 60. DENSIDADE POPULACIONAL POR CONCELHO NA RAA (2018).

Assim, a ocupação urbana da orla costeira caracteriza-se por uma litoralização expressiva, com maior incidência nas costas sul como consequência das melhores condições do estado do mar e do consequente assentamento histórico das primeiras povoações, abrangendo uma faixa de cerca de 2km, onde se observam as pressões urbanísticas mais significativas. Esta fixação de população levou a que alguns núcleos inicialmente distintos formem atualmente uma única mancha urbana (DRA, 2012). De referir que associado a esse processo de litoralização, está usualmente associado um processo de artificialização da zona costeira que se traduz, normalmente, em pressões sobre essa zona. Nesse âmbito, foi desenvolvido o projeto de Inventariação da Artificialização das Zonas Costeiras para a Região Autónoma dos Açores (Seaexpert, 2018).

O Faial é a ilha que ostenta, em termos proporcionais, o valor mais elevado de grau artificial, com 25% da faixa de inventariação, seguindo-se São Miguel (18,5%) e a Terceira (11,1%). Esta última destaca-se das restantes por possuir 83,3% do seu território semiartificial. Se submetidas a construções junto da costa, algumas freguesias da Terceira podem transitar para o grau artificial. Em geral, poder-se-á admitir que a classe seminatural é a mais representativa ao nível do arquipélago dos Açores (51%), seguindo-se a classe semiartificial com 33.1%, sendo de apenas 12% o grau de artificialização para toda a região dos Açores (Seaexpert, 2018).

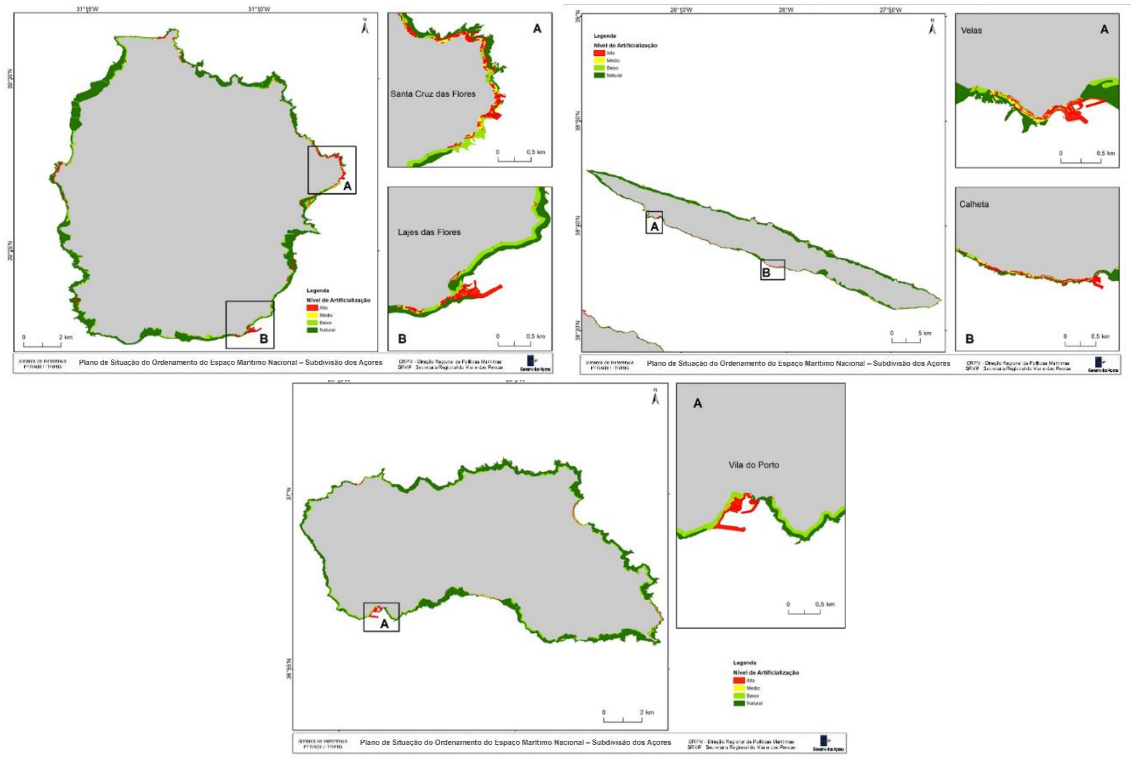


FIGURA 61. NÍVEL DE ARTIFICIALIZAÇÃO DA COSTA EM ILHAS DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE SEAEXPERT, 2018; SRMCT, 2020.

A Ilha do Corvo apresenta 87.7% da sua orla costeira com características naturais, enquanto apenas 0.7% da mesma demonstra um alto nível de artificialização, apesar de, ao nível do grau de artificialização, ter sido classificada como seminatural (SRMCT, 2020).

A Ilha das Flores demonstra níveis mais elevados de artificialização nas freguesias sedes de concelho, isto é, Santa Cruz e Lajes, apresentando também ambas um grau de artificialização semiartificial, enquanto que a freguesia da Fazenda apresenta o valor mais expressivo do reduzido nível de artificialização. A freguesia da Fazenda demonstra igualmente um grau semiartificial no que respeita ao grau de artificialização, enquanto as restantes freguesias são consideradas como seminaturais.

Na ilha do Faial, foi registada uma manifesta artificialização das freguesias urbanas do concelho da Horta, apresentando um alto nível de artificialização na área sujeita a inventariação, bem como no que respeita ao grau de artificialização; no que respeita às restantes freguesias, Praia do Norte e Capelo apresentam um nível natural bastante evidente, enquanto que para o grau de artificialização, o Capelo é classificado como natural e as restantes freguesias apresentam-se como seminaturais ou semiartificiais (SeaExpert, 2018).

Na Ilha do Pico, a freguesia da Madalena apresenta o valor percentual mais elevado para o nível de artificialização, enquanto que as restantes freguesias exibem, maioritariamente, áreas consideradas naturais; no que respeita ao grau de artificialização, a freguesia da Madalena encontra-se classificada como natural, ao passo que as freguesias da Ribeirinha e da Criação Velha são consideradas como naturais e as restantes como seminaturais (SeaExpert, 2018).

Relativamente à Ilha de São Jorge, a mesma apresenta valores superiores a 80% para o nível natural de artificialização, em todas as freguesias, sendo a freguesia da Urzelina a que demonstra um nível

de artificialização mais elevado; no que concerne ao grau de artificialização, todas a restantes freguesias apresentam-se como seminaturais, à exceção dos Rosais que é considerada como natural (SeaExpert, 2018).

Para a Ilha Graciosa, registou-se o valor percentual mais elevado na freguesia de São Mateus, seguindo-se em segundo lugar a freguesia de Santa Cruz da Graciosa, enquanto que Guadalupe apresenta a percentagem mais elevada no que respeita ao nível natural; relativamente ao grau de artificialização, todas as freguesias da ilha são tidas como seminaturais, à exceção de São Mateus que se apresenta como semiartificial (SeaExpert, 2018).

A ilha Terceira demonstra maiores níveis de artificialização para as freguesias de Nossa Senhora da Conceição, na cidade de Angra do Heroísmo, Cabo da Praia e São Mateus da Calheta; no que respeita ao grau de artificialização, existem duas freguesias consideradas como artificiais (Cabo da Praia e São Mateus da Calheta), quinze como sendo semiartificiais e somente uma (Agualva) como seminatural (SeaExpert, 2018).

Na ilha de São Miguel, a mais artificializada dos Açores, as freguesias do centro histórico de Ponta Delgada, bem como Vila Franca do Campo apresentam elevados níveis de artificialização, registando-se a particularidade da freguesia de São Sebastião não exibir a classe natural, enquanto que as freguesias de Lomba da Maia, Ribeira Quente e Algarvia demonstram os valores mais expressivos para o nível natural; quanto ao grau de artificialização, São Miguel apresenta 10 freguesias consideradas como artificiais, bem como 22 freguesias classificadas semiartificiais (SeaExpert, 2018).

No que concerne à ilha de Santa Maria, todas as freguesias desta ilha, à exceção de Vila do Porto, apresentam valores superiores a 80% relativamente ao nível natural de artificialização, com destaque para a Almagreira como o valor mais elevado; em relação ao grau de artificialização, Santa Maria, tal como o Corvo, demostra o grau de artificialização mais homogéneo, isto é, toda a ilha está considerada como sendo seminatural (SeaExpert, 2018).

No que respeita à artificialização costeira no arquipélago dos Açores, é possível observar que as ilhas do Corvo, São Jorge, Santa Maria e Pico possuem níveis naturais que superam os 80%, em contraste com as Ilhas Terceira, São Miguel e Graciosa que exibem as menores extensões naturais na área costeira. No que diz respeito ao nível de artificialização, as ilhas Terceira, Graciosa e Pico destacam-se pelos valores que superam os 6%, enquanto que a Ilha do Corvo apresenta somente 0.7% com alto nível de artificialização. Relativamente ao grau de artificialização, as ilhas do Corvo e de Santa Maria apresentam-se como sendo seminaturais, em toda a área inventariada, constituindo, como tal, ilhas com territórios naturais ou com segmentos costeiros destinados à agricultura e/ou à atividade pastorícia (SeaExpert, 2018).

PARTE IV. BIODIVERSIDADE MARINHA

A.10. HABITATS E BIÓTOPOS

O habitat marinho é a componente abiótica onde vive um conjunto de espécies de seres vivos, que compõem a comunidade (componente biótica), formando em conjunto um biótopo marinho, que formam os ecossistemas. A extensão dos biótopos marinhos e dos ecossistemas depende das condições abióticas a que estão sujeitos.

A biodiversidade marinha na subdivisão dos Açores é condicionada pelo enquadramento geográfico da região, de cariz marcadamente oceânico, clima temperado, pela juventude geológica das ilhas do arquipélago, pela sua pequena dimensão e pela presença de ambientes extremos associados às fontes hidrotermais. Como resultado destas especificidades, o número de endemismos marinhos não é elevado na maioria dos habitats e a grande maioria das espécies que aqui ocorrem têm ampla distribuição geográfica (SRMCT, 2014).

Os Açores possuem um mosaico complexo e diverso de habitats marinhos costeiros e oceânicos, que se interligam, atendendo à frequente proximidade entre ambientes costeiros e oceânicos, pelágicos e demersais. Os diferentes habitats do arquipélago servem como zonas de reprodução, abrigo, crescimento, alimentação ou descanso para numerosas espécies com distintas afinidades ecológicas e geográficas.

Pelas características oceanográficas e biológicas da região, diversos habitats do arquipélago suscitam interesse económico, sendo que, em muitos casos, a exploração dos recursos tem aumentado, bem como a utilização do espaço marítimo para fins turísticos e recreativos. Nesta secção é feita uma caraterização sucinta de alguns habitats importantes nos Açores.

A.10.1. BIÓTOPOS PELÁGICOS

O habitat que suporta os biótopos pelágicos, representado pelas massas de água da subárea dos Açores da ZEE de Portugal, tem uma natureza tridimensional, apresentando a maior área e volume disponíveis. Trata-se de uma área muito condicionada pelo regime de correntes oceanográficas que aí se verifica. Sendo um biótopo que não se encontra limitado por barreiras físicas, a grande maioria das espécies que aí habitam são espécies de ampla distribuição geográfica, geralmente ao nível do Atlântico, ou mesmo cosmopolitas. Existem importantes lacunas no conhecimento destes ambientes, tanto ao nível oceanográfico como ao nível biológico.

A.10.1.1. Zona Fótica - Epipelágica

A zona mais superficial deste biótopo, a zona fótica ou epipelágica, é aquela que se encontra sujeita a variações nas condições abióticas, sobretudo de luz, temperatura e agitação marítima, apresentando, por isso, um carácter sazonal muito marcado.

Este habitat tem sido tradicionalmente explorado na Região, seja através da (já extinta) baleação costeira, que incidia exclusivamente sobre os cachalotes (*Physeter macrocephalus*), seja através das várias pescarias que se desenvolvem na região, nomeadamente dirigidas ao atum, usando a arte de

salto-e-vara com isco vivo (incidindo por ordem de importância económica sobre as espécies *Katsowonus pelamis*, *Thunus obesus*, *Thunus alalunga*, *Thunus albacares* e *Thunus thynnus thynus*), ou mesmo através da pesca de palangre de superfície, dirigida a outros grandes peixes pelágicos, como sejam o espadarte (*Xiphias gladius*) e a tintureira (*Prionace glauca*). A pesca desportiva de alto-mar, *big game fishing* tem relevância, nos Açores, e incide sobre muitas das espécies anteriores. Por outro lado, destaca-se igualmente a atividade de observação turística de cetáceos, que incide sobre os cetáceos que ocorrem na região, tendo por alvo o já referido cachalote, a baleia-azul (*Baleanoptera musculus*), mas onde são regularmente observadas perto de uma dezena de outras espécies de cetáceos (exemplos, *Delphinus delphis*, *Stenella frontalis*, *S. coeruleoalba*, *Tursiops truncatus*, *Grampus griseus*, *Globicephala macrorhynchus*, *Balaenoptera physalus*, *B. acutorustrata*, *B. edeni* e *Megaptera novaeangliae*).

É também no habitat pelágico de superfície que vivem, durante parte do seu ciclo de vida, várias espécies de tartarugas marinhas (a tartaruga careta, *Caretta caretta*, a tartaruga-verde, *Chelonia mydas*, a tartaruga-de-couro, *Dermochelys coriacea*, e a tartaruga-de-escamas, *Eretmochelys imbricata*), e onde se alimentam várias espécies de aves marinhas nidificantes da Região (o cagarro, *Calonectris borealis*, o estapagado, *Puffinus puffinus*, o frulho, *P. baroli*, a alma-negra, *Bulweria bulweri*, o painho-da-Madeira, *Oceanodroma castro* e o endémico painho-de-Monteiro, *O. monteroi*), bem como outras espécies não nidificantes (ex. cagarro-de-coleira, *Ardenna gravis*).

Refira-se ainda que aí ocorrem várias espécies de macroinvertebrados planctónicos muito características desse habitat (as águas-vivas, *Pelagia noctiluca*, a caravela-portuguesa, *Physalia physalus*, a velela, *Velella velella*, o búzio-azul, *Janthina janthina*, o nudibrânquio pelágico, *Glaucus atlanticus, pirosomas, Pyrosoma atlanticum*, ctenóforos, *Beroe* sp. e *Bolinopsis infundibulum*), bem como alguns octópodes pelágicos (*Argonauta argo*, *Tremoctopus violaceus*).

É também nessa zona que vive uma multiplicidade de espécies de pequenos zooplanctôntes (copépodes, anfípodes, isópodes, poliquetas, quetognatas, taliáceos, apendiculários, pterópodes, larvas de crustáceos, peixes, etc.) que, em conjunto, constituem parte substancial da produção secundária. O zooplâncton dependente da produtividade primária, originada em diversas espécies de fitoplâncton (diatomáceas, dinoflagelados, cocolitoforídeos, etc.). As espécies de macroalgas não ocorrem neste habitat, com exceção dos saragaços pelágicos (*Sargassum natans* e *S. fluitans*).

O elevado dinamismo das águas marinhas que banham as costas das ilhas, a reduzida largura da plataforma insular e o seu declive acentuado, promove uma inter-relação muito estreita entre este ambiente e o ambiente pelágico oceânico adjacente, dificultando, por vezes, a definição de fronteiras entre eles, pelo que muitas espécies tipicamente oceânicas vivem com frequência perto da costa das ilhas. A aterina (*Atherina presbyter*), a sardinha (*Sardina pilchardus*) a prombeta (*Trachinotus ovatus*) e os juvenis de chicharro (*Trachurus picturatus*) e de goraz (*Pagellus bogaraveo*) recrutam também nas águas envolventes das ilhas. Por outro lado, peixes migradores como os carangídeos (Família Carangidae: *Seriola rivolinana* e *Pseudocaranx dentex*) agregam-se junto às costas das ilhas e de baixas costeiras nas épocas de verão e outono provavelmente para alimentação e reprodução.

A.10.1.2. Zona Disfótica e Afótica (meso-, abisso- e batipelágica)

Com o progressivo aumento da profundidade, a temperatura torna-se mais baixa, aumentando a pressão e há menor dinâmica oceanográfica, mas regista-se uma maior uniformidade destas

condições. A ausência de luz impede a produção primária, pelo que a generalidade das cadeias alimentares em profundidade fica dependente da matéria orgânica que caia da superfície, e que se torna progressivamente mais escassa.

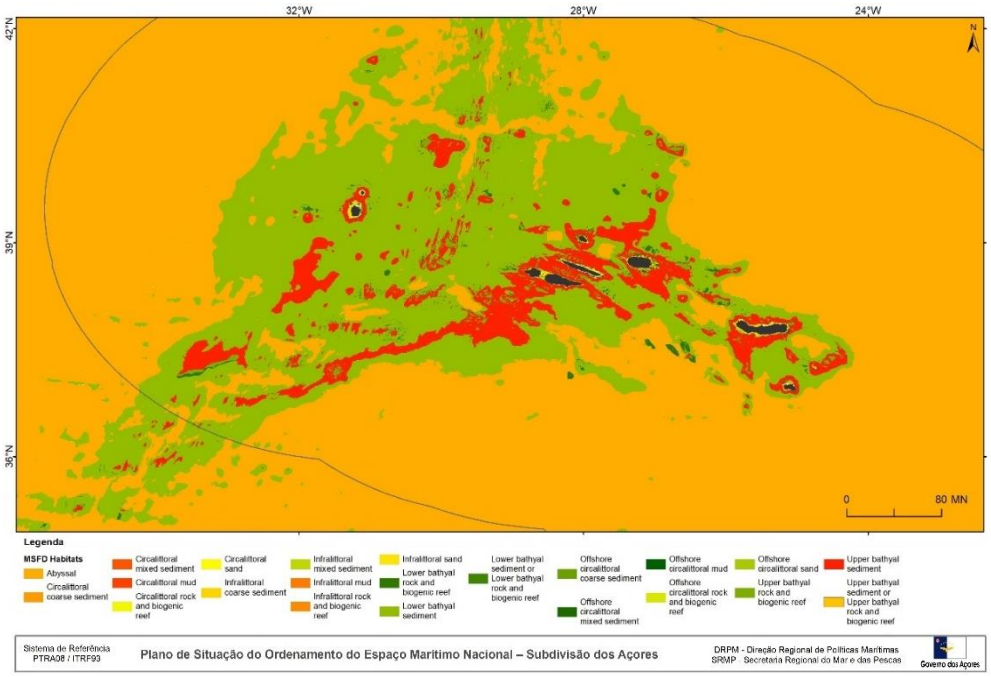
Os animais que vivem nas zonas profundas apresentam adaptações únicas, como seja a presença de bioluminescência, e metabolismos baixos. A nível dos invertebrados, há espécies de medusas, sifonóforos, ctenóforos, crustáceos decápodes, e lulas que ocorrem apenas a estas profundidades. Nos peixes há também muitas espécies típicas destes habitats nos Açores, sendo de salientar os mictofídeos, que podem ocorrer com alguma regularidade também junto das zonas costeiras.

A.10.2. Biótopos bentónicos

A profundidade, o tipo de substrato (duro e rochoso ou móvel e sedimentar) e outras características abióticas, são os fatores mais importantes para definir os biótipos bentónicos marinhos, sejam costeiros ou oceânicos.Poças de maré, costas rochosas, arenosas ou com fundos mistos, mais ou menos expostas, lagoas costeiras e grutas submersas ou semi-submersas, recifes costeiros e ilhéus vulcânicos, estão entre os habitats mais comuns à volta das ilhas dos Açores. Plataformas e taludes insulares, topos e encostas de montes submarinos mais ou menos profundos, cristas oceânicas e depressões, planícies abissais e campos hidrotermais são exemplos de habitats que cobrem nos fundos oceânicos da região. São habitats com grande importância económica dado que grande parte da pesca costeira, incide sobre estas comunidades, sobretudo as demersais até aos 1000m (Tempera *et al.*, 2013). Recifes e jardins de corais de águas frias e agregações de esponjas e de hidrários, entre outros, criam habitats secundários em montes submarinos e cristas rochosas.

No âmbito do projeto europeu Mesh Atlantic, Tempera *et al.*, 2013 publicaram uma lista com os habitats EUNIS (*European Nature Information System*) identificados para a região dos Açores, que inclui propostas para novas classes. Os autores identificam 90 habitats bentónicos previamente listados na EUNIS e 81 não incluídos na lista. Consequentemente, os autores propõem a sua inclusão, e indicam 18 habitats previamente identificados que requerem alteração, perfazendo um total de 196 habitats EUNIS na RAA (Tempera *et al.*, 2013).

A exposição das margens costeiras às condições oceanográficas intensas é significativa, dada a dimensão reduzida das plataformas insulares e a queda acentuada dos taludes, adjacente às ilhas dos Açores. Neste contexto, os habitats marinhos nesta parte do Atlântico Nordeste suportam comunidades características de habitats altamente expostos a ondas e a correntes oceânicas (Gubbay *et al.*, 2016). Os habitats identificados na região distribuem-se por uma variedade de contextos ecológicos (Figura 62) e na gama de profundidade que varia dos 3 a 4 metros acima da costa até profundidades de mais de 4.000 m (do supra-litoral ao abissal; *Schmiing et al.,* 2015).



2041 FIGURA 62. MAPA EM LARGA ESCALA DE HABITATS CONSIDERADOS NA DQEM PARA A SUBDIVISÃO DOS AÇORES, DE ACORDO COM
2042 DADOS EMODNET. FONTE: SRMCT, 2020.

2043 A avaliação da lista Vermelha dos Habitats da Europa considera que para a maioria dos habitats que
2044 ocorrem no Atlântico Nordeste (52 habitats, 60% - um número inferior ao que foi identificado em
2045 Tempera *et al.*, 2013), os dados existentes são insuficientes pelo que o BEA não pode ser avaliado
2046 (Gubbay *et al.*, 2016), embora se consiga determinar pressões, tendências e medidas de
2047 conservação. Dos restantes, 10% foram classificados como "Vulneráveis" (9 habitats), 12% "Em
2048 Perigo" (10 habitats) e 1% "Criticamente Ameaçado" (1 habitat; Gubbay *et al.*, 2016). Na subdivisão
2049 Açores ocorrem seis habitats ameaçados, quatro classificados como "Vulneráveis" e dois como "Em
2050 Perigo" (Tabela 2).

2051 TABELA 2. HABITATS DE CATEGORIAS EUNIS LISTADOS COMO AMEAÇADOS. FONTE: ADAPTADO DE GUBBAY *ET AL.* (2016) *IN*
2052 SRMCT (2020).

Habitat	Categoria	Açores
A1.24 Macaronesian communities of eulittoral rock moderately exposed to wave action	VU	-
A1.34 Macaronesian communities of lower eulittoral rock sheltered from wave action	VU	-
A2.31 Polychaete/bivalve-dominated mid-estuarine Atlantic littoral mud	EN	-
A2.32 Polychaete/oligochaete-dominated upper estuarine Atlantic littoral mud	EN	-
A2.33 Marine Atlantic littoral mud with associated communities	EN	-
A2.72 Mussel beds in the Atlantic littoral zone	EN	-
A5.13 Faunal communities in marine Atlantic infralittoral coarse sediment	VU	SIM
A5.14 Atlantic upper circalittoral coarse sediment	VU	SIM
A5.15 Atlantic lower circalittoral coarse sediment	VU	-

A5.25 Atlantic upper circalittoral fine sand	EN	SIM
A5.26 Atlantic upper circalittoral muddy sand	EN	-
A5.27 Atlantic lower circalittoral sand	EN	SIM
A5.35 Atlantic upper circalittoral fine sandy mud	EN	-
A5.36 Atlantic upper circalittoral fine mud	EN	-
A5.37 Atlantic lower circalittoral mud	EN	-
A5.44 Atlantic upper circalittoral mixed sediment	VU	-
A5.45 Atlantic lower circalittoral mixed sediment	VU	SIM
A5.51 Atlantic maerl beds	VU	SIM
A5.53 Seagrass beds on Atlantic infralittoral sand (Macaronesian)	VU	-
A5.53 Seagrass beds on Atlantic infralittoral sand (non-Macaronesian)	CR	-

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

No âmbito do programa BALA (Afonso *et al.*, 2015), e face à ausência generalizada de informação fisiográfica mais detalhada, foram desenvolvidos modelos para definir e contabilizar os habitats costeiros (até 50m de profundidade) e os habitats de plataforma (50m e 200m de profundidade), em redor do ilhéu das Formigas e de cada ilha do arquipélago dos Açores (Afonso *et al.*, 2015). Foi calculada a área total e a proporção de cada habitat na área costeira de cada ilha (<200m; usando a informação do Instituto Hidrográfico), e a representatividade (em percentagem) de cada tipo de habitat EUNIS (nível 3) dentro dos PNI (Schmiing *et al.*, 2015). As ilhas Faial e Pico foram consideradas em conjunto, uma vez que partilham a mesma plataforma insular e os recifes no canal entre as ilhas aumentam a conectividade biológica entre as ilhas. O ilhéu das Formigas pertencem ao PNI de Santa Maria, mas foi considerado separadamente porque o seu habitat é muito distinto das áreas costeiras (Schmiing *et al.*, 2015; Solleliet-ferreira, 2016).

TABELA 3. ÁREA TOTAL DOS DIFERENTES HABITATS EM REDOR DE CADA ILHA DO ARQUIPÉLAGO. FONTE: ADAPTADO DE AFONSO *ET AL.* (2015) *IN* SRMCT (2020).

Ilha	Habitat costeiro (km2)	Habitat de plataforma (km2)	Habitat costeiro rochoso (km2)	Área sem dados de habitat <50m (km2)
Santa Maria	73.44	82.30	32.19	8.22
Ilhéus das Formigas	3.33	35.82	NA	NA
São Miguel	189.62	352.00	70.99	30.36
Terceira	82.75	274.45	51.58	6.65
Graciosa	33.27	115.18	16.77	3.00
São Jorge	98.97	204.46	NA	NA
Pico	62.02	100.41	35.73	17.61
Faial	52.63	94.95	23.32	0.00
Flores	69.97	220.87	25.47	11.85
Corvo	20.26	31.44	NA	NA

O habitat costeiro estende-se até 50m de profundidade e o habitat plataforma estende-se entre os 50m e 200m de profundidade. NA= não aplicável.

Quanto à representatividade, os habitats foram classificados de acordo com as recomendações OSPAR (Jackson *et al.*, 2008): "ausente" = 0%, "mínimo"= <20%; "satisfatória"= 20-30%, "boa"= 30-40% ou "excelente"= >40% (Schmiing *et al.*, 2015). Em geral, e para todo o arquipélago, os três

habitats costeiros A3.3, A4.1, e A4.2 foram considerados como "menos comuns" (<5% da área total até 200m a volta da ilha), com a exceção de A3.3 no Corvo (Schmiing *et al.*, 2015). A representatividade destes habitats é nula ou mínima nos PNI de Santa Maria, Graciosa, Terceira, São Jorge, e Flores (Solleliet-ferreira, 2016). A área marinha protegida do Canal Faial/Pico abrange uma área significativamente maior do que outras ilhas, e inclui quase toda a gama de habitats costeiros com boa representatividade; apenas dois tipos de habitats, A5.24 e A5.26, não estão representados; além disso, o Canal Faial/Pico, juntamente com São Miguel e Terceira, são as únicas com habitat A5.3 (Solleliet-ferreira, 2016). São Jorge tem uma boa representatividade dos sedimentos grossos infralitoral e ao redor do litoral (A5.1), em contraste com as outras unidades de avaliação (Solleliet-ferreira, 2016). A Terceira tem a maior diversidade de habitats EUNIS mapeados, no entanto, demonstra as piores proporções de representatividade, pois o PNI completo cobre apenas 2,1% de toda a área costeira, e todos os habitats estão minimamente representados ou nem sequer estão representados (Solleliet-ferreira, 2016).

Considerando os 21 habitats de nível 3 e 4 da EUNIS, presentes na área de estudo, os habitats considerados menos comuns (representatividade < 5%; (Solleliet-ferreira, 2016) variaram entre quatro (PNI Terceira) e nove (PNI Faial/Pico). Os habitats A3.3; A4.1; A4.2 e A5.13, geralmente considerados menos comuns, consequentemente sub-representados, bem como os habitats A4.1 e A5.13 devem ser considerados como prioridade de proteção para a região, pois agrupam vários habitats listados como prioritários tanto pela convenção OSPAR quanto pela Diretiva Habitats (Solleliet-ferreira, 2016). O habitat nível 3 A4.1 inclui dois habitats nível 4 (A4.13 e A4.12): "jardins e recifes de coral e agregações de esponjas profundas" listados pela OSPAR (Afonso *et al.*, 2015). Além disso, esses dois habitats de corais e esponjas de águas frias subdividem-se em nove habitats de nível 5: A4.121; A4.132; A4.13_PT01; A4.13_PT02; A4.13_PT03; A4.13_PT04; A4.13_PT05; A4.13_PT06; A4.13_PT07 (Tempera *et al.*, 2013) (Solleliet-ferreira, 2016). Os habitats, de nível 4, A5.13, considerado pouco comum deve ser também uma prioridade de proteção, pois inclui uma única subclasse nos Açores, "associação com rodólitos em areias grossas e cascalho fino misturado por ondas (A5.138; (Tempera *et al.*, 2013), o que corresponde aos "campos de maërl" (Afonso *et al.*, 2015), considerados habitats prioritários pela comissão OSPAR (Solleliet-ferreira, 2016).

Tabela 4. Abundância (% de cobertura) de diferentes tipos de habitat (EUNIS nível 4) até aos 200m por ilha. Fonte: Adaptado de Schmiing *et al.* (2015) e Solleliet-ferreira (2016) *in* SRMCT (2020).

EUNIS 4	CORVO	FLORES	FAIAL/PICO	GRACIOSA	SÃO JORGE	TERCEIRA	SÃO MIGUEL	FORMIGAS	SANTA MARIA	AÇORES
A3.1	6.12	13.64	25.03	11.58	7.65	14.56	18.54	3.13	21.27	16.62
A3.2	15.18	6.47	10.79	1.38	16.62	5.54	5.34	16.10	2.42	7.27
A3.3	7.67	0.70	3.92	0.0	2.44	0.65	0.61	3.08	0.31	1.38
A4.1	0.01	0.03	0.98	0.12	0.16	0.14	0.06	0.23	0.08	0.22
A4.2	1.56	1.78	1.01	0.23	2.53	1.30	1.58	1.93	0.45	1.40
A4.3	29.13	38.51	25.66	3.66	37.55	17.52	8.88	26.14	2.46	19.88
A5.1	0.0	2.86	0.89	21.58	1.24	23.02	7.90	5.32	46.68	11.63
A5.2	20.24	9.38	15.17	17.63	5.15	5.52	33.65	6.97	12.78	16.37
A5.3	0.0	0.0	0.29	0.0	0.0	0.0	0.06	0.0	0.0	0.06
A5.4	20.09	23.63	16.27	43.51	26.66	31.75	23.39	37.11	13.55	25.18

Todos os habitats profundos (especialmente A5.15, A5.27 e A5.45) estão minimamente ou não estão representados na maioria das ilhas, exceto Corvo, Ilhéu das Formigas e Canal Faial/Pico (Solleliet-ferreira, 2016). Estes habitats cobrem menos de 25% da faixa de profundidade de 50m a 200m (8,4%; 3,4%; 24% e 12,8%, respetivamente) dos PNI da Terceira, Graciosa, São Miguel e Santa Maria (Solleliet-ferreira, 2016). Essa baixa representatividade dos habitats mais profundos deve-se, provavelmente à reduzida cobertura das áreas marinhas protegidas costeiras dos PNI que cobrem principalmente apenas a faixa de profundidade dos 0 a 50m (Solleliet-ferreira, 2016). Existe uma variedade considerável de acidentes topográficos incluídos neste complexo de habitats, tais como fontes hidrotermais, montes submarinos, paredes verticais rochosas, planos inclinados negativos, pináculos, entradas, cristas, lajes inclinadas ou plana, blocos de pedra, campos de seixos e campos de calhaus (Schmiing *et al.*, 2015).

A.10.2.1. Biótopos bentónicos costeiros

Nos Açores há vários tipos de zonas costeiras emersas que, generalizadamente, incluem: praias de areia, de calhau rolado ou mistas; baías abrigadas ou expostas com taludes rochosos; zonas de escarpas com geologias diversas; fajãs (plataformas costeiras resultantes do deslizamento da anterior linha de costa, normalmente alta, através de fenómenos geológicos catastróficos como terramotos) ilhéus vulcânicos ou recifes rochosos emersos; lajes ou plataformas com declives menos acentuados formadas por escoadas basálticas; cones vulcânicos ou caldeiras abertas ao mar por erosão.

Em muitos casos, as linhas costeiras são altas, principalmente nas costas voltadas a ocidente e são compostas pela alternância de escoadas lávicas erodidas intercaladas com fácies de pedra-pomes e piroclastos (ex.: cinzas, bombas vulcânicas e bagacinas). As arribas alternam com costas baixas dominadas por substratos rochosos de escoadas lávicas compactas ou blocos rochosos resultantes da sua erosão, verificando-se, por vezes, a retenção de areia ou gravilha nas fendas, depressões e canais. Os substratos puramente arenosos são raros no arquipélago, mas pequenas praias ocorrem em quase todas as ilhas, normalmente associadas a bacias de retenção. Muitos destes habitats são considerados de interesse europeu pela legislação comunitária, designadamente pela Diretiva Habitats (* - habitat prioritário):

1 – Habitats Costeiros e Vegetação Holófita:
11 – Águas marinhas e meios sob influência de marés:
1150 * - Lagunas costeiras
1160 - Enseadas e baías pouco profundas
1170 – Recifes
12 – Falésias marítimas e praias de calhau rolado:
1210 - Vegetação anual das zonas de acumulação de detritos pela maré
1220 - Vegetação perene das praias de calhaus rolados
1250 - Falésias com vegetação das costas macaronésicas (flora endémica)
8- Habitats Rochosos e Grutas:
83- Outros habitats rochosos:
8330 - Grutas marinhas submersas ou semi-submersas

Assim, a Diretiva Habitats da Rede Natura 2000 particulariza três habitats marinhos para a região com interesse para a conservação: baías abrigadas, grutas submersas ou semi-submersas e recifes (que incluem formações rochosas litorais, montes submarinos e campos hidrotermais de

profundidade; (SRMCT, 2014). A Convenção OSPAR referencia para a região diversos habitats considerados ameaçados e /ou em declínio, tais como jardins e recifes de corais e agregações de esponjas, no domínio profundo, campos litorais de maërl nas zonas costeiras e campos hidrotermais de baixa e de grande profundidade.

Relativamente às grutas costeiras submersas e semi-submersa (8330), verifica-se que este é um habitat que se distribui recorrentemente ao longo das costas de todas as ilhas dos Açores, dada a sua natureza geológica. Na subdivisão Açores, foram mapeadas 1617 grutas costeiras, cavernas ou estruturas similares em sete ilhas da RAA (Figura 63). Santa Maria é a ilha com maior número de grutas (n = 357), refletindo a elevada idade e natureza geológica distinta desta ilha (Schmiing *et al.*, 2015). Não se conhecem em profundidade as comunidades biológicas destes habitats, nem os impactes reais das atividades humanas na ecologia das mesmas. Nos Açores, a maior ameaça à estabilidade física das grutas é a erosão costeira em zonas expostas, com taxas de recuo consideravelmente elevadas (até 0,20 cm por ano, em média, para S. Miguel, por exemplo). Esta instabilidade é acrescida quando se verificam eventos naturais como sismos, maremotos, vulcões e tempestades. As derrocadas sucessivas das zonas costeiras podem alterar a fisiografia das grutas, até ao seu desaparecimento total; no entanto, os mesmos processos erosivos atuam também na formação de novas grutas, com exceção das cavidades de origem vulcânica. Por outro lado, as comunidades biológicas (relativamente pouco diversas, de acordo com a informação disponível) que vivem em grutas muito expostas à energia das ondas são mais resilientes aos fenómenos de hidrodinamismo extremo, por estarem adaptadas a essas condições adversas.

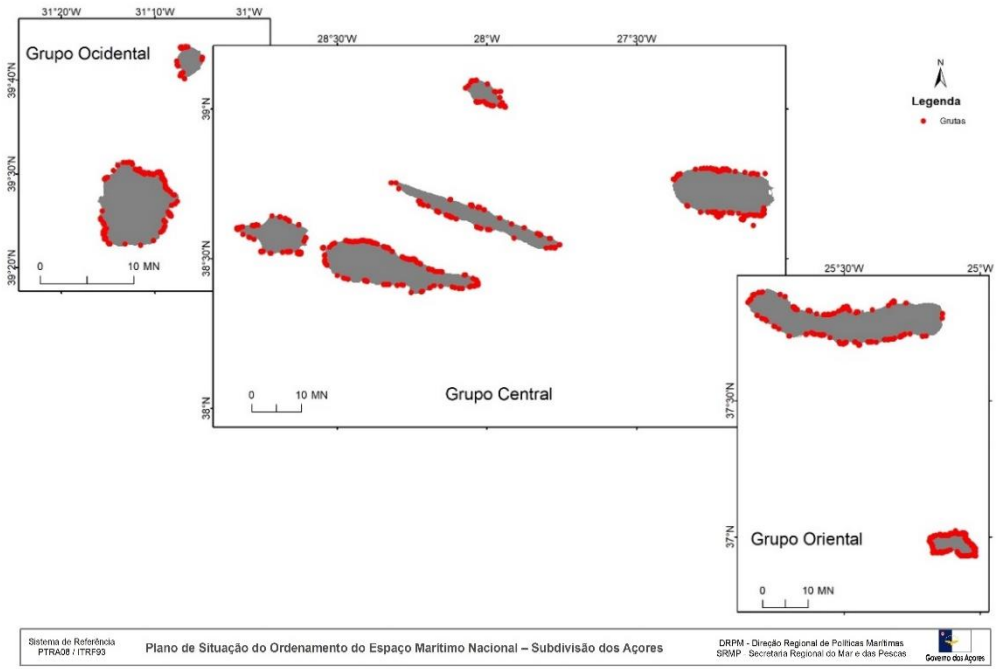


FIGURA 63. LOCALIZAÇÃO DAS GRUTAS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE SCHMIING *ET AL.*, 2015; SRMCT, 2020.

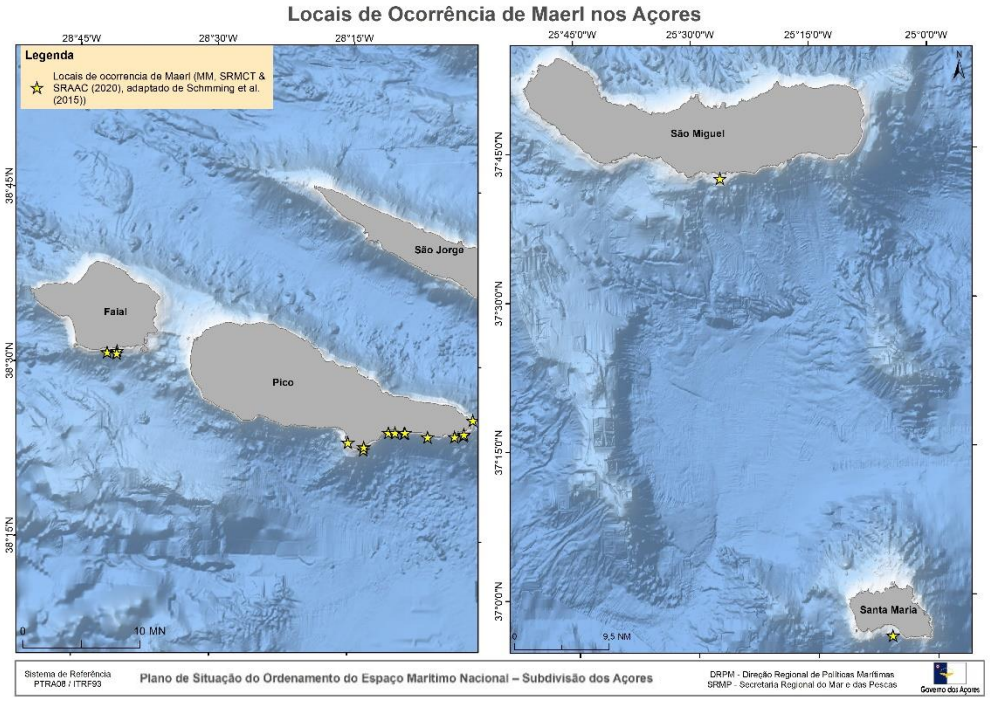
As enseadas e baías pouco profundas (1160) não são um habitat dominante na região, dado o elevado grau de exposição das zonas costeiras das ilhas às condições oceanográficas. Embora o conhecimento ecológico das comunidades que vivem ou dependem destes habitats seja limitado,

sabe-se que estas baías abrigadas funcionam como maternidade e zonas de crescimento e alimentação para uma diversidade de peixes costeiros. A maioria das baias abrigadas dos Açores têm fundos sedimentares (maioritariamente de areia), com ou sem recifes rochosos dispersos, enquadrados por fácies litorais rochosos diversos. Entre as baías abrigadas nos Açores destacam-se a baía de Porto Pim, no Faial, e a baía do Ilhéu de Vila Franca do Campo, em São Miguel. Outras baías abrigadas, não naturais, incluem baías portuárias que podem ser mais ou menos modificadas. As baías abrigadas incluídas nas áreas marinhas protegidas da Rede Natura 2000, e outras dos Parques Naturais de Ilha (como por exemplo Porto Pim e o Ilhéu de Vila Franca), estão sujeitas a medidas de gestão ambiental para a conservação dos valores em presença e dos serviços dos ecossistemas. Nestes locais a pesca é interdita assim como outras atividades humanas com impactos nos ecossistemas, como dragagens para extração de recursos minerais, deposição de dragados e atividades marítimo-turísticas. Estas baias são também zonas balneares onde a navegação e a ancoragem de embarcações são atividades condicionadas ou interditas e o lixo marinho acumulado é removido regularmente, também por campanhas de limpeza costeira.

No que se refere aos recifes (1170), esta categoria inclui uma diversidade de habitats marinhos que vão desde as baixas ou recifes costeiros até aos campos hidrotermais a mais de 2000 m de profundidade, passando pelos montes submarinos de todas as tipologias. Os recifes podem suportar comunidades bentónicas de algas e animais muito diversas, bem como formações biogénicas estruturantes de habitats, e são por isso considerados essenciais para a conservação marinha. Neste contexto, recife enquanto habitat, é um conceito de difícil operacionalização para avaliação do estado de conservação e monitorização. O habitat "recife" carece de definição com mais detalhe e precisão. Por exemplo, nos Açores existem dois tipos de "recifes" reconhecidos pela sua biodiversidade: as baixas e as pedras (Schmiing *et al.*, 2015). Neste sentido uma "baixa" caracteriza um recife com uma elevação significativamente mais elevada do que o fundo do mar em redor, independente do tipo de substrato do mesmo e, uma "pedra" define um pequeno recife com sedimento à volta (Schmiing *et al.,* 2015).

O conhecimento existente sobre as comunidades associadas às baixas costeiras é considerável, mas o número dessas estruturas que tem sido estudado e monitorizado é relativamente reduzido. Estes habitats, assim como ilhéus vulcânicos costeiros e oceânicos (e.g. Formigas) e montes submarinos oceânicos cujos topos atingem as águas mais superficiais (i.e. D. João de Castro, Princesa Alice) são particulares por albergarem comunidades tipicamente costeiras e agregarem organismos das comunidades oceânicas epipelágicas, que interagem ecologicamente entre si. Estas estruturas estão geralmente muito expostas às intensas correntes oceânicas e costeiras e podem beneficiar de um acréscimo de produtividade localizada, devido ao aporte de nutrientes das águas mais profundas.

Os registos conhecidos de habitats de *maërl* ocorrem em quatro ilhas (Figura 64) num total de 17 registos (Schmiing *et al.*, 2015): três no Faial (entre 43 - 69m de profundidade), 12 no Pico (<5 – 70m), um em São Miguel (<5m) e um em Santa Maria (79m). A taxonomia das espécies que ocorrem nos Açores ainda é pouco conhecida, no entanto sabe-se que incluem *Neogoniolithon brassica-florida* e *Lithophyllum crouanii*, que provavelmente ocorrem mais em áreas abrigadas, por exemplo no ilhéu de Vila Franca em São Miguel, e por *Phymatolithon calcareum*, no subtidal (Rosas-Alquicira *et al.*, 2009).



2208 FIGURA 64. LOCAIS DE OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE CAMPOS LITORAIS DE MAËRL NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE:
2209 DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SCHMIING *ET AL.*, 2015; SRMCT, 2020).

2210 Os ecossistemas costeiros estão, de um modo geral, sujeitos à ação das marés e correntes oceânicas
2211 ou costeiras, bem como à agitação marítima, provocada por ondulação e ventos fortes ou
2212 escorrências de águas pluviais. Essa instabilidade física que interfere com as comunidades costeiras
2213 é notória durante os meses de inverno e nas costas mais expostas à ondulação de oeste e norte. A
2214 composição, estrutura e distribuição espacial das comunidades marinhas litorais dos Açores são
2215 condicionadas por um conjunto de fatores. O tipo de substrato é, entre as variáveis ambientais, a
2216 mais determinante na fixação de determinada comunidade; as comunidades que vivem em
2217 ambientes arenosos são muito diferentes das que se fixam sobre fundos de rochosos. Em segundo
2218 lugar, a profundidade e a altitude em relação à superfície do mar são também bastante importantes
2219 por influenciarem o tempo de exposição ao ar, a luminosidade e a pressão entre outros fatores
2220 abióticos e bióticos que influenciam a ocorrência das espécies.

2221 De acordo com a profundidade e altitude, há três tipos de habitats principais: 1) zona intertidal ou
2222 mesolitoral - faixa costeira sobre influência das marés, incluindo o supralitoral; 2) zona infralitoral -
2223 zona permanentemente submersa, sujeita à ação da luz, que é dominada por vários grupos de algas;
2224 e 3) o andar circalitoral - zona em que a penetração da luz é insuficiente para o desenvolvimento
2225 algal, passando a dominar os povoamentos animais. O grau de hidrodinamismo a que cada um dos
2226 tipos de habitats primários está sujeito (exposto vs. abrigado), favorece o estabelecimento de umas
2227 espécies em detrimento de outras. Assim, com base no tipo de substrato, na profundidade e na
2228 exposição ao hidrodinamismo, identificam-se os principais ambientes costeiros dos Açores.

2229 ### A.10.2.1.1. ZONA INTERTIDAL

2230 A área que a zona intertidal ocupa é relativamente reduzida, mas é constituída por uma variedade
2231 considerável de habitats marinhos, resultado das diferentes condições geomorfológicas e

oceanográficas em redor das ilhas. A zona intertidal (ou entremareal) carateriza-se, independentemente do tipo de substrato, por uma faixa delimitada pela maré-alta e pela maré baixa, logo ficando sujeita aos ciclos diários e lunares das marés.

A extensão da zona intertidal varia com o declive de costa e com a altura de maré. Como o declive das costas das ilhas é normalmente bastante acentuado e a amplitude de maré relativamente baixa, a zona intertidal está reduzida a uma estreita faixa costeira em redor das ilhas, mais ampla em zonas mais planas.

A zona entre marés possui elevada energia. As algas e animais que aí habitam ficam sujeitos, alternadamente, à exposição ao ar e à água, às variações bruscas de temperatura (tanto do ar como do mar) e de salinidade (provocadas pela evaporação e chuva). Além disso, esta faixa está constrangida pelo hidrodinamismo típico das zonas costeiras, causado pela dissipação da energia das ondas e das correntes marinhas locais, que intercetam o litoral. O grau de agitação marinha pode, inclusivamente, alterar a estrutura das comunidades existentes nessa zona; zonas mais expostas têm comunidades diferentes das zonas abrigadas. Assim, a maioria dos organismos característicos da zona intertidal possuem adaptações que lhes permitem viver nesses ambientes extremos do litoral.

As comunidades intertidais são, de modo geral, dominadas por algas que criam microhabitats ao fornecer substrato, alimento e abrigo para organismos marinhos, essencialmente invertebrados (Neto *et al.*, 2005). Esta zona intertidal é percorrida por várias espécies de aves marinhas que procuram alimento disponibilizado pelas ondas, como é o caso de borrelhos (*Charadrius hiaticula* e *Charadrius semipalmatus*), pilritos (*Calidris alba*, *C. fuscicollis*, *C. malanotus*), rolas-do-mar (*Arenaria interpres*), gaivotas (*Larus michahellis atlantis*) e maçaricos (*Numenius phaeopus* e *Limosa limosa*).

A.10.2.1.1.1. AMBIENTES DO INTERTIDAL ROCHOSO

Por norma, a maioria da costa, por estar exposta a ondulações, é dominada por algas de pequeno porte, lapas e cracas de várias espécies.

O intertidal rochoso pode-se subdividir em várias tipologias consoante o tipo de substrato: laje, calhau rolado (maioritariamente resultante de erosão costeira) e paredes verticais. Em qualquer dos casos a faixa supralitoral é estreita e faz a transição para o ambiente terrestre.

De um modo geral, o supralitoral rochoso tem uma extensão vertical variável dependendo da inclinação da costa e da exposição à agitação marítima e faz a transição para os ambientes terrestres. Para além de algumas espécies marinhas, cuja composição pode ser um pouco variável, ocorrem qui diversas espécies de líquenes (*Xanthoria ectaenoides* e *Rocella* spp.) e alguma vegetação terrestre (fetos, gramíneas, juncos, etc.).

O intertidal rochoso de laje, constituído de escoadas lávicas compactas ou por blocos rochosos de grandes dimensões e paredes verticais, é constituído por três faixas principais:

i. faixa supralitoral ou de gastrópodes: zona de salpicos, raramente submersa, sobretudo na parte superior. Os animais dominantes são os gastrópodes, essencialmente *Melarhaphe neritoides* e *Littorina striata*, vivendo a primeira espécie numa faixa superior à segunda. Estes dois gastrópodes atingem abundâncias mais elevadas nas fissuras das rochas (Morton *et al.*, 1998), onde estão mais abrigados dos efeitos do sol. A rocha pode estar coberta de cianobactérias (*Rivularia* sp.) ou líquenes, incrustantes (*Verrucaria maura*) ou foliosos (*Lichina pygmaea*) em

zonas abrigadas (Morton *et al.*, 1998; Neto *et al.*, 2005). A fauna associada inclui isópodes (ex.: *Ligia italica*) e é aqui que ocorrem sobretudo os caranguejos fidalgos (*Grapsus adscencionis*) (Morton *et al.*, 1998).

ii. faixa eulitoral ou de cracas: zona submersa por pouco tempo em cada ciclo de maré. O limite superior pode ser banhado apenas pela ondulação. A rocha está geralmente coberta por várias espécies de pequenas cracas, das quais a mais abundante é *Chthamalus stellatus* (ex.: Morton *et al.*, 1998). Ao mesmo nível das cracas vivem as algas *Ulva* spp. e *Blidingia* spp., durante todo o ano, *Porphyra* spp. no inverno e primavera e *Nemalion helminthoides* na primavera e início de verão (Wallenstein *et al.*, 2009). Na parte superior desta faixa também ocorrem geralmente algas cianófitas, líquenes e moluscos litorinídeos (Morton *et al.*, 1998; Azevedo *et al.*, 2001). Na parte inferior surgem lapas (predominantemente a lapa-mansa, *Patella candei gomesii*), que se estendem também para a faixa seguinte mais funda. Na parte inferior desta faixa encontram-se normalmente musgos algais e por vezes algas frondosas, como *Fucus spiralis*, *Gelidium microdon* e *Caulacanthus ustulatus* (Neto *et al.*, 2005; Wallenstein *et al.* 2009). Os "musgos" algais tendem a ser multiespecíficos, não calcários nos níveis superiores e calcáreos nos níveis mais baixos (Wallenstein *et al.*, 2009).

iii. faixa sublitoral ou de algas: os fundos rochosos do limite inferior da zona entre marés são cobertos por tapetes de algas, cuja composição específica varia à medida que se afunda e de acordo com o grau de exposição hidrodinâmica da costa. Nos locais mais abrigados, as algas intertidais crescem predominantemente sob a forma de um "musgo" baixo e normalmente poliespecífico, enquanto os povoamentos de litorinídeos e de cracas são esparsos ou inexistentes. No geral, o número de espécies que constituem estes "musgos" algais aumenta com a profundidade (Azevedo *et al.*, 2001). Algas características da faixa eulitoral, como *Fucus spiralis* ou *Gelidium microdon*, podem ocorrer na parte anterior desta faixa, mas as algas características do limite superior desta faixa eulitoral formam tapetes musciformes (20-30 mm de espessura), muitas calcárias e de pequeno porte (ex.: *Corallina* spp. e *Jania* sp.). Associadas a estes tapetes encontram-se com frequência algas filamentosas ou cartilaginosas dos géneros *Centroceras*, *Chondracanthus* e *Laurencia* (Neto *et al.*, 2005). O andar intermédio da faixa sublitoral é caracterizado pela presença de algas frondosas maiores, como *Pterocladiella capillacea*, *Cystoseira abies-marina* e *Corallina elongata* (Neto *et al.*, 2005). As algas *Codium adhaerens*, *Pterocladiella capillacea*, *Polysiphonia* spp. e *Ceramium* spp. podem também ser abundantes (Azevedo *et al.*, 2001). As comunidades dominadas pela *alga Cystoseira abies-marina* localizam-se preferencialmente em zonas muito expostas. A maioria das espécies da parte inferior desta faixa (a qual está emersa apenas por breves períodos) estende-se também pela zona infralitoral. Caranguejos (*Pachygrapsus marmoratus* e *P. maurus*) e gastrópodes (*Stramonita haemastoma*) são espécies dominantes desta faixa litoral (Azevedo *et al.*, 2001). Ocorrem também aqui lapas mansas (*Patella candei gomesi*) e bravas (*P. aspera*), bem como lesmas-do-mar pulmonadas (*Onchidella celtica*). Apesar de típicos de zonas mais profundas, podem-se observar já nesta faixa os ouriços *Arbacia lixula* e as estrelas-do-mar predadoras (*Marthasterias glaciaris* e *Ophidiaster ophidianus*). O tipo de rocha pode contribuir para diferenças nas comunidades que vivem em habitats semelhantes. O ouriço *Paracentrotus lividus*, por exemplo, escava cavidades onde se aloja, pelo que está presente apenas em locais em que a rocha é suficientemente macia.

Nesta faixa podem ocorrer grutas semisubmersas e emersas que constituem um habitat particular, fazendo geralmente a transição para as grutas submersas, mas tem geralmente biótopos pobres, dado que a ausência de luz impede o crescimento de organismos autotróficos e isso limita a fixação de animais. Apesar disso da pobreza no número de espécies, estas podem ser peculiares e, por isso, interessantes. É por esta razão e por não serem comuns que estes habitats estão classificados pela Rede Natura 2000 (RN2000).

Nas ilhas, os habitats intertidais abrigados restringem-se praticamente ao interior dos portos. Devido ao seu carácter oceânico, no arquipélago existem poucas baías com baixo grau de exposição à hidrodinâmica marinha. Ao contrário dos portos antigos, construídos em pedra vulcânica basáltica, com superfície rugosas e irregulares, os portos mais recentes, normalmente, têm superfícies de cimento lisas, o que condiciona a fixação de muitas espécies, diminuindo a biodiversidade específica destes ambientes (Morton *et al.*, 1998). Adicionalmente, é expectável que os portos mais poluídos também tenham menor riqueza específica (Morton *et al.*, 1998). Assim, as comunidades intertidais nos portos (essencialmente nos mais modernos), caraterizam-se pela predominância de algas intertidais musciformes poliespecíficos (Azevedo *et al.*, 2001), incluindo por exemplo a alga coralina *Corallina officinalis*, o líquen *Lichina pygmaea* e cianófitas endolíticas (Morton *et al.*, 1998). Os povoamentos de gastrópodes, como os litorinídeos, e de cracas tornam-se esparsos ou inexistentes com o aumento da proteção contra a ondulação (Morton *et al.*, 1998; Azevedo *et al.*, 2001). Os isópodes do género *Ligia* são presença frequente nos portos regionais (Morton *et al.*, 1998). Por vezes, são também comuns algas de maior porte como é o caso das algas verdes *Enteromorpha linza* e *Ulva rigida*, e da alga vermelha Rhodymenia pseudopalmata; assim como o crustáceo tanaído *Tanais dulongii* (Morton *et al.*, 1998).

O intertidal rochoso de calhau rolado é formado pela fratura e separação de blocos de rocha costeiros por processos erosivos naturais (ex.: ondas, sismos, gravidade, chuva, etc.) que, em contato dinâmico com outros blocos, se talham e arredondam. Esses fundos estão normalmente muito expostos à ação das ondas, sendo fisicamente instáveis. Os graus de arredondamento e tamanho dos calhaus tendem a aumentar e a diminuir respetivamente, com o aproximar da linha de água. O tamanho dos blocos varia diretamente com o hidrodinamismo. Em áreas pouco expostas, os calhaus são grandes e raramente são movidos, permitindo o desenvolvimento da cobertura algal. Quando o hidrodinamismo é maior, os calhaus são de pequenas dimensões e movem-se constantemente, impedindo a fixação de macro-organismos. O efeito do hidrodinamismo é mais complexo, envolvendo as respetivas variações sazonais e interanuais e ainda o efeito de correntes. Não existe uma apreciação global destes efeitos na fauna e flora deste habitat. A informação sobre as comunidades biológicas que aqui vivem é ainda escassa e restrita a grupos específicos (Azevedo *et al.*, 2001). Sabe-se, no entanto, que essas comunidades apresentam pouca diversidade específica, sendo essencialmente dominadas por povoamentos de musgos finos de algas verdes – "musgo verde" (*Enteromorpha ramulosa*, *Enteromorpha linza* e *Ulva rigida*) e por vezes algas castanhas – "musgo castanho" (*Jania crassa* e *Corallina officinalis*) (Costa, 1994; Neto *et al.*, 2005), que formam a base da cadeia trófica do habitat. A fauna tipicamente associada às algas compreende essencialmente pequenos crustáceos herbívoros, como o isópode *Ligia italica* que se avista frequentemente a alimentar-se de algas, e um conjunto de outros animais detritívoros, como os anfípodes *Hiale* spp., *Orchestia* spp. e *Parhyale aquilina* (ex.: Castro e Viegas, 1983; Lopes *et al.*, 1993) e gastrópodes pulmonados da família de Ellobiidae (Morton *et al.*, 1998). Como as camadas inferiores dos calhaus estão relativamente estáveis, acabam por permitir a vida de vários grupos de animais, salientando-se gastrópodes pulmonados da família Elobiidae, com a seguinte

estratificação: *Myosotella myosotis* (em zonas raramente cobertas pela maré), *Ovatella vulcani* e *Pedipes pedipes* e, por último, *Pseudomelampus exigus* e *Auriculinella bidentata*. Os gastrópodes rissoídeos *Cingula trifasciata* e *Peringiella ovummuscae* podem também fazer parte da fauna típica associada a este habitat particular. Anfípodes, pequenos ácaros, oligoquetas, nemertíneos e pequenos platelmintes, costumam-se associar à flora e fauna, acima mencionada, nestes habitats intertidais de calhau (Morton *et al.*, 1998). Poliquetas poderão estar presentes nas camadas inferiores dos calhaus, sendo inclusivamente explorados para isco de pesca (*Nereis diversicolor*). Os caranguejos-mouras (*Pachygrapsus marmoratus* e *P. maurus*) são comuns neste habitat, percorrendo os espessos entre os calhaus. Em locais com menor hidrodinamismo ou locais com pedras de maiores dimensões ainda na fase inicial do desmonte das fácies costeiras basálticas, a cobertura algal e a diversidade de macro-organismos tende a ser maior. Neste habitat acumulam-se algas que se desprendem dos fundos marinhos adjacentes, e de outro biota flutuante que arroja sobre e entre as pedras nas zonas de marés (ver abaixo - intertidal de fundos de areia, mais informações sobre o biota que usualmente arroja nas costas açorianas).

A.10.2.1.1.2. HABITAT/BIÓTOPO POÇAS DE MARÉ

As poças de maré são enclaves do infralitoral em zonas do mediolitoral, pelo que são essencialmente constituídos por espécies do infralitoral superior, algumas bem-adaptadas a este habitat, cuja importância ecológica depende da altura a que se situam na costa e do seu tamanho. Estes habitats ficam temporariamente isolados do meio litoral envolvente, quando a maré desce e a água do mar fica aprisionada em depressões e buracos dos substratos rochosos. As poças albergam maior diversidade do que as rochas expostas, mas os residentes destes habitats são, por norma, menos resistentes à exposição ao ar e ao hidrodinamismo. Todavia, a água aprisionada nas poças sofre constantes variações de salinidade e temperatura, causadas por fatores ambientais como a precipitação, insolação, evaporação e hidrodinamismo. Os organismos que vivem nestas poças estão adaptados a essas variações diárias bruscas dos parâmetros abióticos. Também devido à oscilação da maré, os organismos das poças têm ciclos alimentares marcados e sincronizam a libertação de esporos e larvas, com a maré cheia. A composição da fauna e flora varia entre poças de maré, consoante a sua distância à linha de costa na maré baixa, e a profundidade e largura das poças. Estes habitats extremos têm um papel importante na ecologia do litoral, apresentando elementos faunísticos específicos e outros que vivem nos ambientes subtidais adjacentes (Azevedo *et al.*, 2001).

As poças que se situam mais alto na costa são normalmente ocupadas por algas verdes dos géneros *Enteromorpha*, *Blidingia* e *Ulva* (Azevedo *et al.*, 2001). Por outro lado, as poças características do mediolitoral inferior são dominadas por algas castanhas dos géneros *Cystoseira* e *Sargassum*; como espécies acompanhantes ocorrem as *Codium adhaerens*, *Padina pavonica* e algas coralináceas de porte ereto (Azevedo *et al.*, 2001). A rocha exposta serve de substrato (superfície) para inúmeras espécies, como as cracas (*Balanus* spp.) e lapas (*Patella* spp.). Os gastrópodes *Melarhaphe neritoides* e *Littorina striata*, as cracas *Chthamalus stellatus*, as lapas *Patella candei gomesii* e as algas anteriormente discriminadas para este tipo de habitat, são normalmente os mais comuns, caraterizando as poças litorais (Morton *et al.*, 1998). Caranguejos (*Eriphia verrucosa* e *Liocarcinus marmoreus*), pequenos camarões (*Palaemon* spp.) e peixes blenídeos (*Parablennius parvicornis* [caboz-das-poças], *Coryphoblennius galerita* [caboz-de-crista], *Lipophrys pholis* [caboz-gigante] e *Ophioblennius atlanticus* [rói-anzóis]), gobiídeos [*Gobius paganellus*] e tripterigídeos (*Tripterygion delaisi* [caboz-de-três-dorsais]) ocorrem habitualmente em poças de maré (Morton *et al.*, 1998).

Note-se que a generalidade dos peixes blenídeos, possui adaptações à vida nas zonas intertidal e subtidal superior. Ouriços juvenis (*Paracentrotus lividus* e *Arbacia lixula*), anémonas (ex.: *Aiptasia mutabilis* e *Actina equina*), ouriços (ex.: *Paracentrotus lividus*) e eremitas (ex.: *Clibanarius erythropus*) são também vulgarmente encontrados em poças. Sob pedras encontram-se ofiurídeos (*Ophiothrix fragilis*) e gastrópodes (*Columbella adansoni* e *Mitra nigra*). Estes habitats são também usados como maternidade por algumas espécies marinhas, como as tainhas (*Chelon labrosus* e *Liza aurata*), e bodiões (*Symphodus caeruleus*, *Thalassoma pavo* e *Coris julis*) e até mesmo meros (*Epinephelus marginatus*) (Morton *et al.*, 1998). Por vezes, os peixes adultos podem também ficar presos nas poças desde a vazante até à preia-mar seguinte, especialmente cardumes de tainhas (*Chelon labrosus*), sargos (*Diplodus sargus*) e salemas (*Sarpa salpa*) (Pereira, 1995). Predadores, como exemplares juvenis de polvo-comum (*Octopus vulgaris*), podem também aproveitar-se temporiamente destes habitats.

Considerando que muitas áreas do litoral insular são formadas por escoadas lávicas solidificadas de modo irregular, a incidência de habitats de poça de maré é elevada no arquipélago. Note-se ainda que os organismos das poças de maré são frequentemente perturbados por fatores antropogénicos, especialmente durante os meses mais quentes do ano, sendo utilizadas como local de banhos e como zonas didáticas para educação ambiental (Morton *et al.*, 1998).

A.10.2.1.1.3. HABITAT/BIÓTOPO INTERTIDAL SEDIMENTAR - PRAIAS

De um modo geral, o supralitoral arenoso tem uma extensão vertical variável dependendo da inclinação da costa e da exposição à agitação marítima, que condiciona a granulometria do sedimento, e faz a transição para os biótopos terrestres. Por essa razão, a sua composição pode ser um pouco variável, embora se registe frequentemente a presença de vegetação terrestre resistente à salinidade (fetos, gramíneas, etc.). Nas zonas de praia podem formar-se pequenas dunas de areia onde se fixa esta vegetação terrestre. Nas praias de calhau rolado este tipo de vegetação é menos notório, ou ausente.

As praias de areia basáltica são pouco comuns nos Açores (cerca de 3 dezenas), surgem normalmente em porções relativamente abrigadas das costas das ilhas e algumas, por vezes, desaparecem. Note-se que o número de zonas balneares nos Açores é muito superior já que aí também se incluem zonas rochosas. Nas zonas próximas de rocha de tufo, o sedimento tem tendência a criar praias de areia mais clara, que estão limitadas a poucas ilhas (São Miguel: Praia Formosa; Santa Maria: Praia da Maia, Praia de São Lourenço, Praia Formosa; Terceira: Prainha no Porto de Pipas, areal da Praia da Vitória; Faial: Praia de Porto Pim; Graciosa: Praia de S. Mateus). Praias de areia basáltica negra são mais comuns e existem em maior ou menor extensão em todas as ilhas (São Miguel: Praia das Contendas, Praia de São Roque - Pópulo, Praia do Fogo; Praias de Água de Alto, Praia da Povoação, Praia da Amora, Praia dos Trinta Reis, Praia da Vinha da Areia e Praia do Degredo, Praia da Pedreira, Praia do Corpo Santo, Praia da Leopoldina e Praia da Baixa da Areia - Ribeira das Tainhas; Santa Maria - Praia dos Anjos; Faial: Praia da Conceição, Praia do Almoxarife, Fajã da Praia do Norte; Terceira: Praia da Riviera, Praia dos Sargentos; Pico: Prainha do Galeão; Flores: Fajã-Grande; Corvo: Portinho da Areia).

As praias de areia basáltica são um habitat pobre em espécies, devido à dinâmica e à exposição à ondulação e às correntes costeiras. Em muitas praias da região, a areia está apenas presente nos meses de verão, sendo depois arrastada para bacias mais profundas, dando lugar a praias de calhau (rolado) no inverno. Além do mais, as águas dos Açores são essencialmente oligotróficas, sendo a

quantidade de nutrientes que se deposita nas praias muito baixa. No segmento intertidal das praias de areia, a macroflora é inexistente (limita-se a filmes de microalgas na camada superior da areia) e a fauna pouco diversa e especializada. O principal elemento faunístico são os anfípodes (principalmente *Platorchestia platensis*, *Orchestia gammarellus*, *Talitrus saltator* e *Hyale schmidti*), que se alimentam principalmente do material biológico arrojado na praia (Morton *et al.*, 1998). Essa matéria orgânica alóctone compreende essencialmente algas desprendidas dos fundos duros do eulitoral e subtidal adjacente (maioritariamente *Sargassum* spp.), mas também propágulos vegetativos, fitoplâncton e zooplâncton, transportados por ondas e correntes. Entre o mega-zooplâncton arrojado destacam-se os organismos de Medusozoa de maiores dimensões e mais abundantes como as caravelas-portuguesas (*Physalia physalis*), águas-vivas (*Pelagia noctiluca*) e, em menor número, *Vellela vellela* (Morton *et al.*, 1998). Materiais flutuantes que chegam às praias, como plásticos e madeiras, transportam também algas e vários animais como percebes, bivalves e moluscos perfuradores de madeira (Morton *et al.*, 1998), que permitem a proliferação temporária de detritivos (terrestres, marinhos e aéreos) nos ambientes intertidais arenosos. Morton *et al.* (1998) destacou alguns pequenos poliquetas, bivalves e crustáceos como os mais conspícuos elementos destes ambientes, cujas populações, todavia, têm abundâncias baixas. Transitoriamente, durante a maré cheia, a faixa submersa do intertidal arenoso pode ser frequentada por peixes, alguns deles residentes na zona subtidal adjacente, como o peixe-aranha (*Echiichthys vipera*) (Azevedo *et al.*, 2001).

As praias de calhau rolado fazem a transição entre o habitat de praias arenosas nitidamente sedimentares e o habitat rochoso-duro, pelo que a sua composição pode variar grandemente em função do tamanho dos blocos que as compõem, mas é normalmente um habitat com biótopos pobres e efémeros com espécies típicas dos fundos rochosos.

A.10.2.1.2. ZONA INFRALITORAL

Esta zona é a continuação do intertidal na zona permanentemente imersa, daí também se designar por subtidal, e são mais extensos que o interdidal. De qualquer forma, estes biótopos estão dependentes da natureza do substrato.

A.10.2.1.2.1 HABITAT/BIÓTOPO INTERTIDAL ROCHOSO

Os fundos rochosos subdividem-se em paredes verticais, plataformas lávicas, depressões, grutas e túneis de lava, e fundos cobertos por blocos de diversas dimensões e com arestas mais ou menos erodidas. Estes habitats ocorrem em baias mais ou menos abrigadas, trechos de costa exposta de pendor muito variável, recifes rochosos costeiros ou separados por profundidade até 40-50 m de profundidade (costeiros) e estão sujeitos a condições hidrográficas distintas.

As comunidades destes habitats são dominadas pelos povoamentos de macro-algas. Assim, os organismos marinhos do subtidal de baixa profundidade apresentam diversidade elevada e abundante. O conhecimento taxonómico e ecológico dos organismos que aqui vivem é relativamente bom, devido à generalização do uso de escafandro autónomo e às linhas de investigação em curso, principalmente na Universidade dos Açores. Todavia, esta diversidade de seres vivos do subtidal costeiro rochoso organiza-se espacialmente de forma muito complexa criando múltiplos padrões, como resposta a fatores abióticos (ex.: profundidade, rugosidade, declive e estabilidade do substrato, exposição à luminosidade e hidrodinamismo) e bióticos (adaptações eco-fisiológicas, competição intraespecífica por espaço e alimento). Assim, torna-se

difícil fazer uma caracterização discreta destes habitats, já que existem muitas combinações entre os elementos florísticos e faunísticos dominantes (ex.: ver publicações do projeto OGAMP).

Morton *et al.* (1998) observaram que os povoamentos de algas macrófitas no sublitoral não são espacialmente consistentes, mas que, geralmente, são dominadas pela alga vermelha *Corallina officinalis*. Na tentativa de caraterizar estes biótipos com base em espécies algais, Tittley & Neto (2000) identificaram a *Zonaria tournefortii* como a espécie típica do subtidal, mas também observaram que as algas *Dictyota* spp., *Halopteris filicina* e *Sphaerococcus coronopifolius* podem ser localmente abundantes. O mesmo acontece com a rodófita *Pterocladiella capillacea*.

Estão registados para os Açores cerca de quatro centenas de espécies de algas (Neto, 1997), mas destas apenas uma pequena percentagem é relevante no contexto da delimitação de biótopos. Trabalhos recentes têm demonstrado que existe uma zonação destas associações em profundidade, a qual estará provavelmente relacionada com fatores como a iluminação e o hidrodinamismo (Neto *et al.*, 2005). Não existem trabalhos extensos de mapeamento destas comunidades para todas as ilhas do arquipélago.

A fauna associada a estes biótopos inclui invertebrados de pequenas dimensões como crustáceos anfípodes e isópodes, sipunculídeos, gastrópodes e poliquetas que vivem nos tapetes algais musciformes (Morton *et al.*, 1998). Estes invertebrados vivem em associação com algas, em fendas na rocha ou debaixo de calhaus (Azevedo *et al.*, 2001). O papel ecológico dos moluscos e crustáceos é muito importante pois constituem a base da dieta de inúmeras espécies de macroinvertebrados e peixes (Azevedo *et al.*, 2001).

O espirógrafo *Sabella spallanzanii* destaca-se neste ambiente como a espécie mais conspícua pelas suas cores e dimensão. Ouriços (principalmente *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula* e *Sphaerechinus granularis*) (Morton *et al.*, 1998), assim como holotúrias (ex. *Holothuria forskali*) e estrelas-do-mar (*Marthasterias glaciaris*, *Ophidiaster ophidianus* e *Coscinasterias tenuispina*) ocorrem também frequentemente sobre superfícies horizontais, estando entre os elementos faunísticos mais conspícuos. Nesta zona encontram-se também crustáceos sésseis como a craca-gigante (*Megabalanus azoricus*), ou móveis como o cavaco (*Scyllarides latus*), a santola (*Maja brachydactyla*), e a lagosta (*Palinurus elephas*), embora a distribuição destas últimas espécies se estenda para profundidades maiores. Existem ainda algumas dezenas de outras espécies de macro-crustáceos bênticos. Entre os moluscos subtidais de maiores dimensões, a lapa-brava (*Patella aspera*), o polvo (*Octopus vulgaris*) e o búzio *Stramonita hemastoma* são também comuns. Contudo, estão inventariados para este habitat cerca de 140 espécies de macro e mega moluscos, num total de aproximadamente 100 espécies de gastrópodes, 40 de bivalves e 2 de quitões. Debaixo de calhaus rolados e durante o dia destaca-se a presença do verme-de-fogo (*Hermodice carunculata*) e ofiurídeos (Azevedo *et al.*, 2001).

Os peixes são elementos faunísticos chave na ecologia do subtidal, sendo particularmente abundantes e diversos no substrato rochoso. Neste habitat vivem cerca de 70 espécies de peixes litorais predominantemente sobre substrato rochoso. Muitas são bênticas, isto é, passam a maior parte do tempo em contacto com o fundo, como os rascassos (Scorpaena spp.), meros (*Epinelhelus marginatus*), cabozes (ex.: *Parablennius incognitus* e *P. ruber*), góbios (ex.: *Gobius paganellus*), moreias (*Enchelycore anatina*, *Muraena helena*, *M. augusti* e *Gymnothorax unicolor*) ou a viúva (*Gaidropsarus guttatus*). Outras espécies são mais móveis, mas o facto de se alimentarem de organismos bênticos faz com que mantenham uma estreita relação com o substrato. É o caso das

salemas (*Sarpa salpa*), que se alimentam de algas, dos labrídeos (ex.: *Symphodus caeruleus*, *S. mediterraneus*, *Coris julis*, *Thalassoma pavo*, *Bodianus scrofa*) e vejas (*Sparissoma cretense*) que se alimentam de invertebrados associados ao substrato. A fauna ictiológica costeira é muito semelhante entre as várias ilhas, embora tenham sido documentadas diferenças a nível das abundâncias relativas das várias espécies. Os fatores ecológicos responsáveis por estas diferenças são desconhecidos (Azevedo *et al.*, 2001).

As áreas rochosas sem cobertura algal evidente localizam-se (i) em faixas do subtidal superior em alguns locais com grandes concentrações de ouriços *Arbacia lixula*, (ii) em pontos isolados onde a densidade do ouriço *Sphaerechinus granularis* atinge valores elevados, ou (iii) em zonas em que existe abrasão por areia ou outros materiais. Nestes locais, a rocha é coberta em grande parte por algas incrustantes de pequena dimensão, na sua maioria coralináceas (Azevedo *et al.*, 2001).

A presença de herbívoros representa localmente um impacto importante na estrutura das comunidades, principalmente *Arbacia lixula* nas zonas de baixa profundidade e *Sphaerechinus granularis* mais abaixo (Azevedo *et al.*, 2001). As estrelas-do-mar são predadoras de outros equinodermes (nomeadamente ouriços) e de alguns moluscos e são, por sua vez, predadas por gastrópodes como *Charonia lampas*. Esta relação algas - ouriços - estrelas-do-mar - gastrópodes predadores está sujeita a oscilações com consequências ecológicas importantes, conforme tem sido demonstrado em várias áreas geográficas. Uma vez que não são explorados comercialmente, a diversidade e distribuição de abundâncias relativas da comunidade de pequenos invertebrados num dado local refletem as interações bióticas e ambientais a que está sujeita (Azevedo *et al.*, 2001). Poderão por isso ser indicadores do estado do habitat (Azevedo *et al.*, 2001), apesar de certos *taxa* como os búzios (principalmente Charonia lampas), terem também interesse comercial, sendo explorados.

Ambiente Infralitoral Sedimentar

O conhecimento do ambiente infralitoral sedimentar, numa perspetiva ecológica integradora, é ainda reduzido. Os fundos sedimentares subtidais ocorrem normalmente junto às praias com intertidal arenoso, ou em locais de algum modo abrigados onde manchas de sedimentos, de granulometria variável, ocorrem entre fundos predominantemente rochosos (Morton *et al.*, 1998). Adicionalmente, os fundos estritamente arenosos são raros, pois muitos encontram-se parcialmente cobertos por calhaus de forma e tamanho variável (Morton *et al.*, 1998). O habitat arenoso subtidal típico é desprovido de macroalgas, sustenta usualmente uma epifauna esparsa e alguns organismos móveis mais ou menos conspícuos. A maioria da fauna de substratos arenosos vive total ou parcialmente enterrada na areia (endofauna). De um modo geral, a fauna dos fundos sedimentares tende a ser mais diversa e abundante com a aproximação aos fundos rochosos adjacentes por estes apresentarem maiores índices de produção de matéria orgânica (Azevedo *et al.*, 2001).

Morton *et al.* (1998) destaca o bivalve *Ervilia castanea* como o elemento dominante dos fundos sedimentares marinhos costeiros do arquipélago. Outros invertebrados, habitantes frequentes de fundos arenosos costeiros, incluem os foronídeos (*Phoronis muelleri* e *P. psammophila*), as poliquetas serpulídeos (*Ditrupa arietina*), os opistobrânquios cefalaspídeos (*Retusa truncatula* e *R. multiquadrata*), os caranguejos (*Calappa granulata* e *Albunea carabus*), o ouriço-coração (*Brissus unicolor*), e diversos bivalves (ex: *Abra alba*, *Tellina incarnata*, *Callista chione*, *Gari costulata*,

Timoclea ovata, *Angulus squalidus* e a vieira-rainha *Aequipecten opercularis*) e gastrópodes (ex: *Mangelia nebula* e *Hinia incrassata*).

A endofauna típica de fundos de cascalhos (por vezes também de areias grosseiras) inclui os bivalves (*Moerella donacina*), gastrópodes, poliquetas (*Ditrupa arietina*), sipúnculos (*Aspidosiphon muelleri*) e paguros (*Anapagurus laevis*) (Morton *et al.*, 1998).

Os peixes mais comuns sobre os fundos sedimentares incluem os salmonetes (*Mullus surmuletus*), a solha (*Bothus podas*) ou o peixe-lagarto (*Synodus saurus*), que se apresentam normalmente com maior frequência perto de fundos rochosos (Azevedo *et al.*, 2001). Ujas e ratões (*Dasyatis pastinaca* e *Teaniura grabata*) são também comuns nestes fundos. O peixe-porco (*Balistes capriscus*), apesar de ser pelágico-oceânico, faz as suas posturas neste habitat. O bodião-da-areia (*Xyrichthys novacula*) e o peixe-aranha (*Echiichthys vipera*) são também espécies típicas deste habitat.

Em portos, onde a circulação marinha é mais restrita, acumulam-se geralmente nos fundos vasa (lodos). Estes ambientes estão relativamente mal estudados, mas algumas espécies, especialmente de endofauna, são relativamente comuns (ex.: o equíuro *Ochetostomas azoricum*), bem como os gastrópodes *Murex trunculus* e *Engina turbinella* que ocorrem nos portos da Horta e Ponta Delgada. Dada a sua situação isolada, cada um destes habitats tem características diferentes e alberga comunidades distintas. São, portanto, únicos do ponto de vista ecológico (Morton *et al.*, 1998).

Habitat/Biótopo Grutas

No arquipélago dos Açores, devido à origem vulcânica das suas ilhas, todas as zonas costeiras rochosas de todas as ilhas do Arquipélago possuem grutas totalmente ou parcialmente submersas. As parcialmente submersas acabam por ser habitats expostos com reduzida flora e fauna. As de maior dimensão eram o habitat utilizado pela extinta população açoriana de foca-monge (*Monachus monachus*). As grutas permanentemente imersas acabam por constituir enclaves de habitats mais profundos (circalitoral) nas zonas infralitorais. As paredes e os fundos são constituídos por rochas, embora o fundo possa estar recoberto por blocos rochosos, calhaus ou areia. Para além da menor iluminação, são também habitats mais confinados no que se refere à circulação de águas, pelo que acabam por ser colonizados por uma fauna diferente das áreas exteriores. As grutas albergam povoamentos ciáfilos particulares ainda muito escassamente estudados. Em grutas, fendas e outros locais com reduzida luminosidade, as algas estão naturalmente em menor densidade ou mesmo ausentes. O foraminífero *Miniacina miniacea*, mais de duas dezenas de espécies de esponjas incrustantes, poliquetas como *Pomatoceros triqueter* e *Spirobranchus polytrema*, corais solitários como *Caryophyllia smithii* e *C. inornata*, briozoários tunicados e hidrários diversos, constituem as espécies dominantes destes ambientes. Os corais negros (*Anthipatella wollastoni*) e anémonas (*Corynactis viridis* e *Parazoanthus axinellae*) são também ocorrências comuns. Entre a fauna vágil típica das grutas destacam-se os crustáceos *Dromia marmorea*, *Scyllarus arctus* e *Stenopus spinosus*, e os peixes *Apogon imberbis*, *Conger conger*, *Phycis phycis*, *Gaidropsarus guttatus* e muitas servem de abrigo a cardumes de *Pseudocaranx dentex* e *Pomatomus saltatrix* (Micael *et al.*, 2006; Tempera *et al.*, 2001).

As grutas de maior dimensão sobretudo as parcialmente submersas estão inventariadas em todas as ilhas do arquipélago (Corvo: Gamela; Flores: Furna dos Enxaréus – Ponta da Caveira, gruta do Galo; Faial: grutas do Monte da Guia; Pico: grutas dos ilhéus da Madalena, furnas de Santo António; São Jorge: Gruta dos Corais - Velas, grutas do Mouro de Lemos - Velas, grutas Urzelina; Graciosa:

gruta do ilhéu do Carapacho; Terceira: gruta do ilhéu das Cabras, gruta das Cinco Ribeiras, gruta das Anchovas e gruta dos Cavacos – Monte Brasil; São Miguel: grutas arcos do Hotel Caloura, grutas baixa das Coroas; Santa Maria: caverna da Maia, gruta do ilhéu do Romeiro/São Lourenço), muitas delas situadas em áreas protegidas. Algumas destas estruturas têm aberturas amplas, formando arcos inteiramente submarinos (ex. São Jorge: Urzelina; Pico: arcos do Pocinho, arcadas de São Roque, arcada do porto de Santo Amaro, arcos da Formosinha; Terceira: arcadas do porto Judeu; S. Miguel: arcos da Caloura e Galera) ou com partes emersas (ex. Pico: Arcos do Cachorro; S. Jorge: arco das Velas) (adaptado de Morton *et al.*, 1998, VerAçor, 2007; ART, 2010).

Habitats/ Biótopos – Ilhéus Costeiros

Os ilhéus costeiros são também habitats particulares, autênticos enclaves terrestres na zona marinha, de natureza rochosa (basalto ou tufo), que criam habitats intertidais e subtidais tipicamente rochosos, que geralmente têm grutas submersa ou semi-submeras, rodeadas frequentemente por fundos de natureza sedimentar (areias ou cascalho), permitindo a colonização pela flora e fauna marinha costeira. Contudo, é na parte emersa que estes habitats se tornam mais relevantes, dado que são importantes zonas de reprodução para muitas espécies de aves marinhas, algumas em mau estado de conservação. Todas as ilhas sem exceção têm ilhéus costeiros, muitos destes considerados como Áreas Protegidas nos Parques Naturais das diversas ilhas (Tabela 5). Os ilhéus das Formigas são os mais oceânicos de todos, situando-se a algumas dezenas de milhas da ilha mais próxima.

TABELA 5. PRINCIPAIS ILHÉUS DOS AÇORES, QUE FORMAM UM HABITAT PARTICULAR. APGHE – ÁREA PROTEGIDA DE GESTÃO DE HABITAT OU ESPÉCIES; APRG -ÁREA PROTEGIDA DE GESTÃO RECURSOS; RN – RESERVA NATURAL; F.-P. – FAIAL-PICO.

Ilha	Ilhéu	Área emersa (ha)	Altitude (m)	Estatuto legal*
São Miguel	Ferraria	<0,1	<3	APGHE (SMG15)
São Miguel	Mosteiros	1,7	72	-
São Miguel	Vila Franca	61,6	62	APGHE (SMG06); APGR (SMG19)
São Miguel	Rosto de Cão	<0,1	26	-
Santa Maria	Vila	8,1	61	RN (SMA02)
Santa Maria	Romeiros/São Lourenço	2,5	92	(PNI) APGRs
Terceira	Cabras	18,2	147	APGR (TER17)
Terceira	Fradinhos	0,4	4	-
Terceira	Mina	0,1	6	APGR (TER16)
Graciosa	Baleia	0,9	41	APGR - Costa Noroeste (GRA08)
Graciosa	Baixo	74	150	RN (GRA01)
Graciosa	Praia	12	51	RN (GRA02)
Graciosa	Gaivota	<0,1	<4	APGR -Costa Sudeste (GRA07)
São Jorge	Topo	12,1	19	APGR (SJO13)
São Jorge	Urzelina	0,3	<4	-
São Jorge	Rosais	0,5	73	APGR - Costa Oeste (SJO10)
Pico	Madalena	0,5	59	APGR - Canal F.-P./ S. Pico (PICO22)
Pico	Santo António	0,2	5	APGHE - Furnas de Santo António
Pico	Delgado	<0,1	<4	-
Pico	Escamirro	0,2	6	-
Pico	Pesqueiro	<0,1	<4	-
Pico	Moças	<0,1	4	-
Faial	Feteira	<0,1	<4	APGR - Canal F.-P./S. Faial (FAI10)

Ilha	Ilhéu	Área emersa (ha)	Altitude (m)	Estatuto legal*
Faial	Negro	<0,1	<4	APGR - Canal F.-P./S. Faial (FAI10)
Flores	Maria Vaz	10	151	APGR - Costa Norte (FLO09)
Flores	Monchique	0,3	30	-
Flores	Alagado /Garajau	0,1	18	APGR - Costa Norte (FLO09)
Corvo	Torrais	<0,1	<4	-
Corvo	Torrão	<0,1	<4	-
Oceano	Formigas	0,9	11	RN (SMA01)

Habitats/ Biótopos – Baixas Costeiras e Oceânicas

Tal como existem ilhéus em redor de todas as ilhas dos Açores, há também baixas rochosas imersas-recifes, mas ainda em maior número, praticamente o dobro dos ilhéus, chegando todos eles à zona infralitoral, sendo por isso acessíveis através do escafandro autónomo. Estes habitats são importantes sobretudo para a flora e fauna do subtidal rochoso. Alguns deles são próximos da costa, pelo que podem ser considerados como baixas costeiras (ex. Baixa-da-Pedrinha – Santa Maria; Baixa-dos-badejos – Santa Maria; Banco-João Lopes – Santa Maria; Baixa-da-Serreta – Terceira; Baixa-Vila Maria – Terceira; Baixas-da-Ponta-dos-Rosais – São Jorge; Baixa-da-Urzelina – São Jorge; Baixa-do-Sul – Canal Faial-Pico; Baixa-do-Norte – Canal Faial-Pico; Baixa-da-Barca – Pico; Morros; Baixa-Rasa-Lajedo-Flores; Baixa-de-São-Pedro - Flores; Baixa-do-Escolar- Flores; Baixa-do-Boqueirão - Flores; Baixa-do-Fonseca - Flores; Baixa-fora do Porto das Poças - Flores; Baixa-do-Amigo - Flores; Baixa-do-Cabeço do Garajau - Flores; Baixa-da-Ponta da Caveira – Flores; Baixa-do-Moldinho - Corvo). Outros, situam-se a grande distância da costa, pelo que são já verdadeiros habitats oceânicos – montes submarinos (ex. Recife-Dollabarat, Banco D. João Castro, Banco Princesa Alice).

A.10.2.1.2.2. HABITATS / BIÓTOPOS BENTÓNICOS OCEÂNICOS

Nos Açores, as zonas bentónicas profundas, correspondentes às zonas disfóticas e afóticas, podem ocorrer na zona costeira, nos declives insulares, mas a maioria dele ocorre em zonas mais afastadas e, portanto, são de natureza marcadamente oceânica. Aqui se incluem os habitats circalitorais, mais costeiros, e os vastos habitats batiais e abissais, onde se incluem a maioria dos montes submarinos e as fontes hidrotermais de profundidade.

A.10.2.1.3. ANDAR CIRCALITORAL

Nos habitats circalitorais (dos 50 aos 200m) dos Açores, os povoamentos algais tornam-se progressivamente mais raros em profundidade, em virtude da crescente ausência de luz, sendo substituídos por povoamentos animais, detritívoros e suspensívoros, dependente da natureza dos fundos (duros vs. sedimentares). São também habitats menos sujeitos à ação da agitação marítima e por isso, mais estáveis, que representam uma extensão considerável das faixas costeiras das ilhas e de alguns montes submarinos mais próximos da superfície, mas são, eventualmente, menos conhecidos do que alguns dos andares oceânicos mais profundos. Apesar disso, são habitats com grande importância económica dado que grande parte da pesca costeira, índice sobre estas comunidades, sobretudo as demersais (Tempera *et al.*, 2013).

Taludes insulares, depressões, plataformas, planícies e montes submarinos e cristas oceânicas, são as estruturas típicas dos fundos marinhos circalitorais e batiais da subárea dos Açores da ZEE de

Portugal. Estes elementos geomorfológicos formam um mosaico heterogéneo de zonas sedimentares, rochosas e mistas, com declive, extensão, rugosidade e aspeto variáveis. A composição, estrutura e distribuição das faunas sobre estas paisagens submarinas resulta da combinação de fatores geomorfológicos e oceanográficos e refletem a evolução filogeográfica das comunidades e espécies que as compõem. Fatores bióticos e ritmos sazonais e anuais de produtividade e diversidade influenciam a reprodução, crescimento e as relações tróficas entre as espécies (Tempera *et al.*, 2013).

O regime de correntes tem implicações na fixação da fauna bentónica, já que influencia a produtividade local endógena e o transporte e advecção de compostos orgânicos particulados e dissolvidos e de organismos planctónicos, que servem de alimento a espécies filtradoras e suspensívoras, como esponjas e corais (White *et al.* 2007). Adicionalmente, nas zonas sujeitas a correntes intensas a sedimentação é menor e os fundos rochosos são normalmente mais abundantes.

Neste contexto, os montes submarinos e as cristas oceânicas, sujeitos a hidrodinamismo intensificado e estruturalmente mais complexos e rochosos, são biologicamente mais diversos e produtivos do que as planícies e depressões batiais e abissais, onde o ambiente sedimentar é mais extenso e homogéneo e a disponibilidade e matéria orgânica menor (White *et al.* 2007). Aparentemente, os taludes insulares das ilhas estão sujeitos a um aporte acrescido de matéria orgânica e de sedimentos de origem terrestre, mas as eventuais diferenças entre estes ambientes e os montes submarinos oceânicos não estão completamente clarificadas.

Como não é possível estudar estes habitats e biótopos por escafandro autónomo, o seu conhecimento baseia-se em observações por métodos indiretos (dragas, redes de arrasto, armadilhas, etc.), que incidiram principalmente sobre as espécies demersais de peixes, e só recentemente começaram a ser observados diretamente através de submersíveis ou de Veículo Operado Remotamente (ROV). Assim, as áreas estudadas até agora incluem principalmente zonas restritas em plataformas e taludes insulares do Faial, Pico (principalmente na entrada sul do canal entre as ilhas) e no Banco das Formigas (Tempera *et al.*, 2013).

Para este andar batimétrico, Tempera *et al.* (2012) e Tempera *et al.* (2013) registam 7 biótopos (4 jardins de corais; 2 agregações de esponjas e 1 classificado como outros biótopos). Todos são de substratos rochosos ou mistos, já que a megafauna séssil dominante fixa-se em superfícies duras (Tabela 6).

TABELA 6. PRINCIPAIS BIÓTOPOS DE PROFUNDIDADE DOS AÇORES. FONTE: TEMPERA *ET AL.* (2013), BRAGA-HENRIQUES (2014), SRMCT (2014).

ANDAR	SUBSTRATO	TIPO DE BIÓTOPO	COMUNIDADE / BIÓTOPO	OCORRÊNCIA (LOCAL)	PROF. (M)	REF.
Circalitoral	Rochoso e misto	Jardim de corais	*Antipathella wollastoni*	Banco das Formigas. Graciosa; Canal Faial-Pico	20 - 50	Tempera *et al.*, 2012a
			Tanacetipathes sp. e hidrários altos	Canal Faial-Pico	60 - 90	Tempera *et al.*, 2012a
			Antipathella subpinnata	Canal Faial-Pico	140 - 170	Tempera *et al.*, 2012a; de Matos *et al.*2014

ANDAR	SUBSTRATO	TIPO DE BIÓTOPO	COMUNIDADE / BIÓTOPO	OCORRÊNCIA (LOCAL)	PROF. (M)	REF.
		Agregação de esponjas	Esponjas brancas planas e incrustantes	Faial	100 - 200	Tempera *et al.*, 2012a
			cf. *Phakellia* e esponjas incrustantes	Pico	130 - 166	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação de hidrozoários	*Polyplumaria flabellata* e esponjas	Banco das Formigas. Graciosa; Canal Faial-Pico	100 - 180	Tempera *et al.*, 2012a,b; Braga-Henriques *et al.* 2012
		Agregação de ostras	*Neopycnodonte cochlear*	Banco das Formigas. Graciosa; Canal Faial-Pico	60 - 110	Tempera *et al.*, 2012a
Batial Superior	Rochoso e misto	Jardim de corais	*Dentomuricea* cf. *meteori*	Banco Condor	200 - 300	Tempera *et al.*, 2012a
			Acanthogorgia sp. e gorgónias Primnoidea	Banco Condor; Banco D. João de Castro. Faial; S. Miguel	300 - 500	Tempera *et al.*, 2012a
			Errina dabneyi e esponjas	Banco Açor. Faial; S. Jorge	350 - 400	Tempera *et al.*, 2012a
			Gorgónias	Mar da Prata	445 - 500	Laubier, 1972
			Viminella flagellum e braquiópode	Mar da Prata	445 - 500	Pérès *et al.*, 1972; Laubier, 1972
			Viminella flagellum, gorgónias e esponjas	Mar da Prata	445 - 500	Pérès *et al.*, 1972; Laubier, 1972
			Viminella flagellum	Banco Condor; Banco Açor	156 - 526	Tempera *et al.*, 2012a; Laubier 1972; Pérès 1992
			Viminella flagellum e *Dentomuricea cf. meteori*	Banco Condor	200 - 287	Tempera *et al.*, 2012a
			Gorgónias esparsas	Mar da Prata	600	Laubier, 1972
			Paragorgia johnsoni	Cavala	603 - 613	Tempera *et al.*, 2012a
			Coral chicote	Menez Gwen; Cavala	764 - 828	Tempera *et al.*, 2012a
			Candidella imbricata e *Leptopsammia* cf. *formosa*	Banco Condor; Menez Gwen	837 - 995	
			Candidella imbricata, *Lophelia pertusa* e outros corais	Menez Gwen	906 - 923	Tempera *et al.*, 2012a
		Recife *Lophelia pertusa*	*L. pertusa* e *M. oculata*	Menez Gwen. S. Jorge	790 - 1108	Tempera *et al.*, 2012a
			L. pertusa e *M. oculata*	Menez Gwen.	800 - 800	Tempera *et al.*, 2012a
			Escleractíneos mortos	Menez Gwen; Lucky Strike; Menez Hom	793 - 1987*	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação de esponjas	Esponjas incrustantes	Banco Açor. Faial	136 - 402	Tempera *et al.*, 2012a
			Esponjas diversas e antipatários	Banco Condor, Baixo de São Mateus. S. Jorge	438 - 714	Tempera *et al.*, 2012a
			Esponjas e braquiópode	Mar da Prata	445 - 500	Laubier, 1972
			Esponjas diversas	Mar da Prata	445 - 500	Laubier, 1972
			Esponjas Euplectellidae e Rossellidae	Mar da Prata	670 - 800	Tempera *et al.*, 2012a
			Pheronema carpenteri	Banco Condor, Banco Açor; Banco Cavala; Mar da Prata	700 - 924	Tempera *et al.*, 2012a; Laubier, 1972
			Esponjas Hexactinallidea diversas	Mar da Prata	700	Laubier, 1972
			Esponjas e crinóide	Mar da Prata	730	Laubier, 1972
			Esponjas brancas incrustantes	Menez Gwen, Menez Hom	805 - 1808*	Tempera *et al.*, 2012a
			Esponja branca em cortina	Cavala	792 - 822	Tempera *et al.*, 2012a

ANDAR	SUBSTRATO	TIPO DE BIÓTOPO	COMUNIDADE / BIÓTOPO	OCORRÊNCIA (LOCAL)	PROF. (M)	REF.
		Agregação multiespecífica	Esponja branca em cortina, *Gorgonecephalus* sp. e *Anthomastus* sp.	Menez Gwen; Cavala	804 - 829	Tempera *et al.*, 2012a
			Esponjas e corais	Mar da Prata	670	Arnaud, 1972
			Gorgónia vermelha e esponjas	Mar da Prata	700	Laubier, 1972
			Corais Primnoidea, Stylasteridae, Alcyoniidae e esponjas	Banco Condor	714 - 837	Tempera *et al.*, 2012a
			Esponjas e corais	Mar da Prata	820	Arnaud, 1972
		Agregação de hidrozoários	Hidrozoário penatulado castanho	Menez Gwen	811 - 850	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação de ostras e crinoides	*Neopycnodonte zibrowii* e *Cyathidium foresti*	Faial; S. Jorge, Terceira	420 - 845	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação de equinodermes	Crinoide *Cyathidium foresti*	S. Jorge	837 - 905	Tempera *et al.*, 2012a
		Outros biótopos	Fundos nus	Crista vulcânica da Serreta	364 - 420	Tempera *et al.*, 2012a
	Sedimento	Agregação de esponjas	Esponja branca digitiforme	Banco Condor. Faial	170 - 240	Tempera *et al.*, 2012a
			Esponja amarela tubular	Faial	184 - 400	Tempera *et al.*, 2012a
			Pheronema carpenteri	Banco Condor; Banco Açor	720 - 860	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação de hidrozoários	*Lytocarpia myriophyllum*	Banco Condor, Baixo de São Mateus	199 - 470	Tempera *et al.*, 2012a
			cf. *Nemertesia*	Cavala	817 - 833	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação de equinodermes	*Calveriosoma hystrix*	Mar da Prata	650 - 800	Arnaud, 1972
			Ouriços Cidaridae	Banco Condor; Mar da Prata; Cavala. S. Jorge	670 - 1100	Pérès *et al.*, 1972; Tempera *et al.*, 2012a
			Ouriços Cidaridae e ceriantários	Mar da Prata	800	Laubier, 1972
Batial Médio	Rochoso	Jardim de corais	*Chrysogorgia* sp. e *Acanella* sp.	Fossa Hirondelle (talude). S. Jorge	1047 - 1065	Tempera *et al.*, 2012a
			Coral chicote	Mar da Prata	1180	Laubier, 1972
			Madrepora oculata	Mar da Prata	1180 - 1670	Laubier, 1972
			Coral chicote espiralado branco	São Miguel	1650 - 1690	Tempera *et al.*, 2012a; Pérès *et al.*, 1972
		Agregação multiespecífica	Esponjas e corais	Mar da Prata	1270	Laubier, 1972
			Esponjas e corais	Talude plateau dos Açores, NE S. Miguel	1880 - 2010*	Zibrowius, 1972
		Outros biótopos	Ascídeas e esponjas em lua	Menez Hom, Lucky Strike	1780 - 2167*	Tempera *et al.*, 2012a
	Sedimento	Jardim de corais	*Acanella* sp.	Mar da Prata; Chaucer. São Miguel	2000 - 2030*	Tempera *et al.*, 2012a; Pérès *et al.*, 1972
		Agregação de esponjas	Esponjas Euplectellidae esparsas	Talude plateau dos Açores, E Santa Maria; N São Miguel	1650 - 2900*	Tempera *et al.*, 2012a; Pérès *et al.*, 1972
		Jardim de penatuláceos	*Scleroptilum grandiflorum*	Mar da Prata; Talude plateau dos Açores, SW e NE S. Miguel	1500 - 2500*	Laubier, 1972
		Agregação multiespecífica	Esponjas, corais e equinodermes	Talude plateau dos Açores, N S. Miguel	1990 - 2080*	Pérès *et al.* , 1972
		Agregação de equinodermes	*Benthodytes* cf. *janthina* (multiespecífico)	Talude dos Açores, E Santa Maria; N São Miguel	1990 - 2100*	Arnaud, 1972; Pérès *et al.*, 1972
		Outros biótopos	Ceriantário negro, esparso	Saldanha. S. Jorge	811 - 2378*	Tempera *et al.*, 2012a

ANDAR	SUBSTRATO	TIPO DE BIÓTOPO	COMUNIDADE / BIÓTOPO	OCORRÊNCIA (LOCAL)	PROF. (M)	REF.
			Xenofióforos	Banco Condor. S. Jorge; S. Miguel	821 - 2070*	Tempera *et al.*, 2012a
			Scaphopoda	Mar da Prata	1500	Laubier, 1972
			Lebenspurren	Chaucer; Princesa Alice; Sarda; Lucky Strike	1584 - 2639*	Tempera *et al.*, 2012a
Batial Profundo	Rochoso	Agregação de esponjas	Esponjas Hexactinellida brancas caneladas	Menez Hom; Saldanha,	2165 - 2304	Tempera *et al.*, 2012a
		Jardim de corais	Coral bambo púrpura	Saldanha	2140 - 2230	Tempera *et al.*, 2012a
			Iridogorgia sp. e outras gorgónias	Menez Hom; Saldanha,	2097 - 2437	Tempera *et al.*, 2012a
		Agregação multiespecífica	Esponjas e corais	Talude plateau dos Açores, NE S. Miguel	2010	Zibrowius, 1972
		Agregação de equinodermes	Crinoides e estrelas Brisingida (multiespecífico)	Saldanha; Rainbow	2370 - 2838	Tempera *et al.*, 2012a
	Sedimento	Agregação de esponjas	*Cinachyra* sp.	Saldanha. S. Jorge	2300	Biscoito *et al.*, 2006
		Jardim de penatuláceos	cf. *Funiculina*	Mar da Prata	2010 - 2170	Tempera *et al.*, 2012a
			Pennatulacea	Talude plateau dos Açores, S e NE S. Miguel	2400 - 2800	Saldanha, 1972; Zibrowius, 1972
		Agregação multiespecífica	Esponjas, corais e equinodermes	Talude plateau dos Açores, SW S. Miguel; W S. Maria	2020 - 2165	Pérès *et al.*, 1972
			Esponjas, corais e equinodermes	Talude plateau dos Açores, N São Miguel	2120	Pérès *et al.*, 1972, 1992
		Agregação de equinodermes	Ouriços Cidaridae	Talude plateau dos Açores, N S. Miguel	2050	Pérès *et al.*, 1972
			Holotúrias cf. Synallactidea (multiespecífico)	Talude plateau dos Açores, E S. Maria	2350	Arnaud, 1972
			Ouriços brancos	Talude plateau dos Açores, N S. Miguel	2030 - 2030	Pérès *et al.*, 1972; Tempera *et al.*, 2012a
			Hydrasterias sexradiata (multiespecíficos)	Talude plateau dos Açores, S. Miguel	2200	Carpine, 1972
			Benthodytes cf. *typica* (multiespecíficos)	Talude plateau dos Açores, SW, NE S. Miguel	2500 - 2600	Carpine, 1972
			Ofiurídeos	Talude plateau dos Açores, E S. Maria	2608	Arnaud, 1972
			Holotúrias cf. Synallactidea e ofiurídeos	Talude plateau dos Açores, E S. Maria	2650	Arnaud, 1972
		Outros biótopos	Vasas abissais	Bancos Chaucer; Princesa Alice; Sarda; Saldanha; Lucky Strike	2000 - 3230*	Tempera *et al.*, 2012a
			Ascídeas Octacnemidae	Mar da Prata (talude)	2010 - 2170	Tempera *et al.*, 2012a
Abissal	Sedimento	Agregação de esponjas	Esponjas diversas	Talude plateau dos Açores, SW S. Miguel; W S. Maria	2950 - 3050	Pérès *et al.*, 1972
	Misto		Esponjas pedunculadas	Plateau dos Açores, SW S. Miguel	2780 - 2980	Tempera *et al.*, 2012a
	Sedimento	Outros biótopos	*Lebenspurren*	Talude plateau dos Açores, S S. Miguel	3150 - 3300	Saldanha, 1972

2703 *Ambientes do Circalitoral Rochoso*

Os jardins de corais identificados neste andar são dominados por três antipatários aparentados: *Tanacetipathes* sp.; *Antipathella subpinnata* e *A. wollastoni*. Cada um destes biótopos, tipificados por corais negros arborescentes, são estruturalmente monoespecíficos. No seu conjunto, os povoamentos encontrados cobrem um gradiente de profundidade desde os 20m até ao limite inferior deste andar.

Os jardins de *A. wollastoni* ocorrem entre 20 e 50 m de profundidade. As colónias fixam-se em densidades elevadas (uma ou mais colónias por m2) em paredes rochosas, reentrâncias ou mesmo junto à entrada de grutas. Jardins desta espécie são conhecidos pelo menos no circalitoral do Faial, Pico, Terceira e Banco Formigas-Dollabarat, mas a sua distribuição no arquipélago é certamente mais vasta. Embora *A. wollastoni* seja dominante, observaram-se colónias *Tanacetipathes* sp., outra espécie de coral-negro semelhante, mas a proporção entre ambas não é conhecida. A importância deste habitat para outras espécies foi estudada por D'Udekem D'Acoz *et al.* (2001) e D'Udekem D'Acoz & Wirtz (2002) que registaram 7 espécies de crustáceos decápodes associados a colónias de *A. wollastoni*. Algumas destas espécies foram encontradas pela primeira vez em corais negros (e.g. *Nematopagurus longicornis*) e *Periclimenes wirtzi* foi descrita como simbionte comensal, possivelmente obrigatório, deste coral (Wirtz & D'Udekem D'Acoz, 2001). A possibilidade de aceder a estes povoamentos por escafandro autónomo facilita a sua observação e tornam-nos em bons modelos para investigar a biologia e ecologia de habitats de corais de águas frias, comuns na região.

Entre 60 e 90 m encontrou-se um povoamento de *Tanacetipathes* sp. com hidrários (*Nemertesia* spp., *Aglaophenia* cf. *acacia*) e pequenas esponjas incrustantes. Este é um povoamento esparso, com a megafauna fixa em cristas rochosas, em fundos com mais de 50% de cobertura de sedimento. É só conhecido do talude insular do Canal Faial-Pico.

No limite inferior do circalitoral (140-207 m) encontrou-se um povoamento de *Antipathella subpinnata*, numa pequena colina submarina na encosta SW do Pico, junto ao canal Faial-Pico, com o topo a 150 m de profundidade (de Matos *et al.* 2014). A densidade deste povoamento, mais elevada no topo do monte, atinge em média 0,75 colónias/m2, com abundância máxima de 2,64 colónias /m2 (colónias pequenas). As maiores colónias podem atingir cerca de 70 cm de altura e 1,4 m de largura. Pequenas esponjas de diversas espécies, não identificadas, fixam-se entre as colónias. Hidrários e briozoários são os principais grupos de epibiontes. Cerca de 70 % das colónias desta espécie tem fauna associada. As 15 colónias estudadas foram capturadas acidentalmente em outras ilhas e montes submarinos, até pelo menos aos 400 m de profundidade, o que pode indicar a presença deste biótopo em alguns nestes locais. Jardins de corais-negros desta espécie são conhecidos no Mediterrâneo, Golfo da Biscaia, sudoeste de Portugal e monte submarino Gorringe (Bo *et al.*., 2009; OCEANA, 2011).

Os locais onde estes povoamentos de corais-negros ocorrem são hidrologicamente dinâmicos, com correntes intensificadas; transporte de partículas necessárias. A existência de microzooplanctívoros, como castanhetas (*Chromis chromis*), em A. wollastoni e outros peixes (*Anthias anthias* e *Calanthias ruber*) em *Antipathella subpinnata* indicam disponibilidade de alimento pelágico importante para ambas as espécies. Macrocarnívoros (ex. *Serranus atricauda*, *Phycis phycis*, *Bodianus scrofa*) mais comuns no andar superior podem também ocorrer aqui.

Outro dos biótopos encontrados no circalitoral superior são bancos de ostras (*Neopycnodonte cochlear*) em grandes quantidades, juntamente com outros bivalves (*Chama circinata*), esponjas incrustantes e o ouriço-de-espinhos longos (*Centrostephanus longispinus*). Esta associação foi

encontrada no Canal Faial Pico e no Banco das Formigas, em fundos rochosos com calhaus, entre 60 e 110 m de profundidade. Agregações de hidrários e esponjas, dominados por *Polyplumaria flabellata* e *Auletta* cf. *sycinularia* (*Demospongiae*), respectivamente, foram encontrados nos mesmos locais entre os 100 e os 180 m.

Durante observações com ROV efetuadas em 2008, para documentar estas comunidades mal conhecidas dos Açores, foram encontrados jardins exuberantes de hidrários no banco das Formigas a 150-180 m de profundidade. Os frondes de algumas das colónias de hidrários atingem os 80 cm de altura e servem de habitat para uma variedade de espécies de peixes necto-bentónicas, incluindo uma espécie de labrídeo (*Lappanella fasciata*) que não era conhecida nos Açores.

Nos taludes insulares do Canal Faial Pico registaram-se dois tipos de agregações de esponjas; um dominado por cf. *Phakellia* com outras incrustantes (130-166 m); e outra de esponjas planas e incrustantes brancas, cf. *Petrosia ficiformis*, em paredes rochosas (100-200 m).

Ambientes do Circalitoral Sedimentar

Os povoamentos sedimentares circalitorais dos Açores são mal conhecidos. É provável que a grande diversidade específica destes biótopos seja constituída por elementos da endo-fauna, como acontece noutras regiões oceânicas. De um modo geral pensa-se que estes biótopos sejam muito semelhantes ao que se conhece para este tipo de substrato no andar seguinte, dominados por esponjas, hidrários e equinodermes.

A.10.2.2. Biótopos bentónicos oceânicos

A.10.2.2. 1. ZONA BATIAL SUPERIOR (200-1000 M)

Os habitats batiais caracterizam-se pela progressiva ausência de luz, sendo dominados pelas espécies animais, que formam biótopos diferentes consoante a natureza do fundo e o regime de correntes submarinas. Como geralmente ocorrem a maior distância da costa acabam por fazer a transição no domínio bentónico entre a zona costeira e oceânica.

Até agora inventariaram-se no batial superior 44 biótopos: 13 jardins de corais; 14 agregações de esponjas; 4 agregação de equinodermes; 3 agregações de hidrários; 2 tipos de recifes de escleractíneos; 4 povoamentos multiespecífico de corais e esponjas; 1 povoamento multiespecífico de corais, esponjas e equinodermes; e 3 biótopos de outros organismos (Tempera *et al.*, 2013). A maioria ocorre em fundos rochosos e mistos (85%). Em fundos de sedimentos registaram-se agregações de esponjas, hidrários e equinodermes. É de referir que as megaesponjas constituem podem ser bastante numerosas no batial dos submarinos (ex. Pheronema carpenteri no monte submarino Condor – Pereira, 2013).

Estudos como os de Braga-Henriques *et al.* (2011), Carreiro-Silva *et al.* (2011) e Tempera *et al.* (2013) identificam os Açores com importantes povoamentos de corais frios, sendo mesmo considerado um local "hotspot" de biodiversidade para este grupo, com 164 espécies registadas (Braga-Henriques *et al.*, 2013). Aqui existem, inclusivamente, algumas populações relíquia de elevado valor patrimonial e científico e dos mais idosos organismos. A título de exemplo, a datação de um coral da espécie Leiopathes sp. revelou uma idade de 2320 anos (Carreiro-Silva *et al.*, 2013).

Ambientes do Batial Superior Rochoso

Nas camadas mais profundas do circalitoral surgem biótopos que se estendem pelo batial superior. A gorgónia-chicote (*Viminella flagellum*) é uma das espécies estruturantes da parte superior deste andar (dos 156 a 526 m). Este coral é dominante em 5 biótopos, com composições faunísticas distintas. No Mar da Prata, a Sul de S. Miguel, Laubier (1972) registou duas associações com *V. flagellum*, uma com um braquiópode (cf. Dyscolia sp.) e outra com gorgónias, provavelmente da família Primnoidea (referida como cf. *Stachyodes* sp.) e mega-esponjas, ambas entre 445 e 500 m de profundidade. Nos bancos Condor (Braga-Henriques *et al.*, 2013; Tempera *et al.*, 2012a) e Açor foi referenciado um biótopo dominado por esta espécie de coral-chicote, com stilasterídeos, gorgónias (e.g. *Acanthogorgia* sp.) e o hidrário cf. *Lytocarpia myriophyllum* (156-526m). No Banco D. João de Castro, a 477 m, Braga-Henriques *et al.* (2013) descrevem um povoamento onde *V. flagellum* dominava com 80,8% dos organismos sésseis e o alcionídeo (*Anthomastus* cf. *agaricus*) representava 10%, sendo os restantes organismos gorgónias do género *Acanthogorgia* e uma plexaurídea não identificada.

No entanto, talvez o povoamento mais denso e exuberante de *Viminella flagellum* é co-dominado com a gorgónia mostarda (*Dentomuricea* cf. *meteori*), ocupando vastas áreas rochosas e/ou de calhaus rolados nos topos aplanados do Banco Condor, entre os 200 e os 300 m de profundidade (Braga-Henriques *et al.*, 2013; Tempera *et al.*, 2012a). A proporção entre as duas gorgónias varia espacialmente com a composição do substrato, sendo que o biótopo dominado quase exclusivamente pela gorgónia-mostarda ocorre sobre fundos mistos com mais sedimentos, ou rochosos cobertos por uma camada fina de sedimento. A comunidade inclui outros hidrários, gorgónias Primnoidae pouco abundantes, esponjas diversas, crustáceos, moluscos, ouriços e peixes. A ictiofauna é muito diversa e compreende peixes ecologicamente dependentes destes habitats (de corais, esponjas e outra megafauna séssil) e outros, com ecologias mais flexíveis, que o usam, aproveitando a concentração de alimento potencial.

Um pouco mais fundo (entre os 300-500 m), encontraram-se outros dois jardins de coral: um dominado por *Acanthogorgia* spp., com gorgónias primnoides (*Callogorgia verticillata*, *Paracalyptrophora josephinae*) e plexaurídeas (cf. *Bebryce mollis*, *Dentomuricea* sp.), para além de antipatários esparsos e esponjas diversas, nos taludes do Faial, nos bancos Condor e D. João de Castro e no talude SW de S. Miguel; o outro, dominado pelo stilasterídeo Errina dabneyi, endémico desta região, e por uma elevada diversidade de esponjas, que se fixam em beiras rochosas expostas nos taludes do Faial, S. Jorge e Banco Açor.

Braga-Henriques *et al.* (2012) descreve estes biótopos, no âmbito de um estudo de comportamento transportador do caranguejo-aranha *Paromola cuvieri*, onde a gorgónia *Acanthogorgia* sp. representa cerca de 62% da fauna séssil observada entre 316 e 424 m de profundidade, sobre os fundos mistos de sedimento com afloramentos rochosos. Neste trabalho foram encontradas comunidades formadas pelo menos por 35 espécies, das quais, 19 esponjas (i.e. Demoesponjas; *Auletta* cf. *sycinularia* e *Phakelia ventilabrum*), 12 corais (gorgónias [Acanthogorgiidae, Coralliidae, Ellisellidae, Plexauridae e Primnoidea]; antipatários, [Aphanipathidae e Leiopathidae]; escleractíneos, [Dendrophylliidae] e; dois hidrários [*Polyplumularia flabellata* e *Errina dabney*]).

Num estudo de avaliação da potencialidade de *E. dabney* para análises geoquímicas que indiquem as condições ambientais em que as colónias estiveram submetidas, Wisshak *et al.* (2009) refere que no Canal Faial-Pico a maior densidade desta população é encontrada em zona de elevado hidrodinamismo por volta dos 450 m, muitas vezes em associação com povoamentos da ostra Neopycnodonte zibrowii com o crinóide *Cyathidium foresti* (ver este biótopo mais abaixo). Os

autores notam ainda que as superfícies destes corais viradas às correntes dominantes, são muitas vezes colonizadas por corais solitários de *Desmophyllum dianthus* e de *Caryophyllia cyathus*. Braga-Henriques (2011) descreve a associação simbiótica estrita entre o molusco *Pedicularia sicula* e *E. dabney*. É provável que o jardim de multiespecífico de gorgónias encontrado por Laubier (1972) no Mar da Prata, entre 445-500 m, possa ser mais uma ocorrência dos biótopos acima descritos, mas o registo não permite identificar a sua composição.

À medida que se afunda nas encostas das ilhas, montes submarinos e cristas oceânicas surgem novos povoamentos de corais dominados por outras espécies. Imagens de um povoamento dominado pela gorgónia *Paragorgia johnsoni*, com alcionídeos (*Anthomastus* sp.), stilasterídeos e esponjas diversas, foram obtidas no Banco Cavala, a cerca de 600 m. A população do coral inclui colónias vermelhas e outras brancas, ambas reconhecidas como morfotipos de *P. johnsoni*.

As encostas não hidrotermais do monte submarino *Menez Gwen*, e de outros associados à CMA, têm as condições ambientais propícias para a fixação e desenvolvimento de comunidades de corais e esponjas de profundidade. Observações nas imediações do campo hidrotermal, entre 750 e 830 m de profundidade, revelaram três povoamentos distintos, quase monoespecíficos, dominados respectivamente pelo stilasterídeo *Crypthelia* sp., por *Narella belissima* e pelo coral-chicote *Narella versluysi* (que também caracteriza um biótopo semelhante no Banco Cavala).

No limite mais profundo do batial superior, entre 837 e 1002 m, *Candidella imbricata* surge como uma espécie estruturante de dois biótopos distintos, ambos observados na zona do campo hidrotermal de grande profundidade *Menez Gwe*n: um em associação com os escleractíneos *Leptopsammia* cf. *formosa* e *Desmophyllum dianthus* e colónias de *Chrysogorgia* cf. *agassizii*; o outro, mais diverso e ligeiramente mais profundo, com colónias isoladas de *Lophelia pertusa*, *Antipathes erinaceus* e outras gorgónias, escleractíneos e hidrários, sobre blocos de lava em almofada (*pillow lavas*). O primeiro biótopo dominado por *C. imbricata* ocorre também na base do Banco Condor (Braga-Henriques *et al.,* 2011; Tempera *et al.*, 2012a; Braga-Henriques, 2014).

No *Menez Gwen* encontrou-se ainda o único recife de *Madrepora oculata* e *Lophelia pertusa* conhecido na região. Estes recifes ocorrem nas imediações do campo hidrotermal ativo, ao longo de cristas rochosas geologicamente recentes, a cerca de 800 m. Os corais formam cortinas pendentes das beiras mais altas e maciços densos, aproximadamente cilíndricos, de alguns metros de altura e de diâmetro. Em muitas zonas do recife ocorrem colónias vivas e mortas, em diferentes proporções; em determinadas áreas a maioria dos corais estão mortos, apresentando uma cor escura por deposição de óxidos. Por outro lado, foram encontrados amontoados de fragmentos de corais duros mortos em fundos de lava em almofada (*pillow lava*) no *Menez Gwen* (fora da área de recife) e nas imediações do *Menez Hom*, um campo hidrotermal da CMA, situado a sul do *Lucky Strike*, a 1987 m de profundidade. Não se conhecem as causas da morte destes recifes de *Lophelia* e *Madrepora*, mas o facto poderá estar relacionado com alterações climáticas de grande escala, no passado geológico recente, ou com a toxicidade ambiental procedente dos campos hidrotermais adjacentes. No entanto, cemitérios de corais mortos, com *L. pertusa* e outros escleractíneos, foram observados no fundo de uma falésia no Banco Açor, e no talude SE de S. Jorge, a 929 m. Estes depósitos, provavelmente sub-fossilizados, poderão indicar que a mortalidade dos corais aconteceu no passado, já que não foram encontradas colónias vivas nas falésias e fundos contíguos inspecionados, pelo menos no Açor. Apesar disso, há que ter em conta que estas áreas são intensivamente exploradas pela pescaria de palangre de fundo dirigida a peixes demersais e estes

depósitos poderão ser o resultado de destruição causada por aparelhos de pesca (ver Sampaio *et al.*, 2012).

É expectável que os recifes de corais duros funcionem como habitat para uma diversidade elevada de espécies, como observado em outras regiões. No entanto, apesar de já se terem iniciado importantes estudos, ainda pouco se sabe ainda sobre a ecologia e distribuição espacial e temporal destes biótopos. Esta informação é necessária para esclarecer as causas da mortalidade maciça destas espécies, observada em várias locais na região.

Com exceção dos recifes do *Menez Gwen*, e ao contrário das plataformas e taludes continentais do Atlântico Nordeste, nos Açores a maioria dos povoamentos de *Lophelia* e *Madrepora* são, provavelmente, tipificados por colónias pequenas e isoladas, não anastomosadas, como o encontrado no talude da ilha de São Jorge, a cerca de 1000 m de profundidade (Tempera *et al.*, 2012a). Este jardim de coral dominado por *M. oculata* e *L. pertusa* inclui esponjas da família Euplectellidae e gorgónias do género *Chrysogorgia*.

Apesar da maioria dos povoamentos de corais serem constituídos por colónias de reduzida dimensão, isso não lhes retira importância. Recentemente foi encontrado um recife de *Eguchipsammia* sp., um coral da família Dendrophyllidae. Através do registo fóssil, sabe-se que esta família formava importantes recifes no passado geológico do Atlântico. O povoamento de *Eguchipsammia* sp. agora encontrado poderá constituir uma importante população relíquia nesta zona marinha e preenche a falha que existia entre as populações conhecidas nos dois lados do Atlântico (Tempera *et al*., 2015).

As agregações de esponjas são comuns nos substratos rochosos da região. Neste andar batial, até ao momento, identificaram-se 10 biótopos dominados por esponjas. No entanto, como referido anteriormente, o conhecimento taxonómico das espécies que ocorrem na região é ainda incipiente, o que torna praticamente impossível a identificação da maioria das espécies dominantes observadas. Agregações de mega-esponjas e/ou de esponjas incrustantes, foram registados em todas as encostas insulares e montes submarinos observados.

Braga-Henriques *et al.* (2013) descreve cinco comunidades dominadas por mega-esponjas (Demoesponjas várias; *Auleta* cf. *sycinularia* e *Phakellia ventilabrum*), no Canal Faial-Pico entre os 325 m e 490 m de profundidade. Povoamentos de esponjas incrustantes, morfotipicamente muito diversas, encontram-se em paredes rochosas das encostas batiais superior (136-402 m) no talude oeste do Faial e no Banco Açor.

Frequentemente, os povoamentos dominados por esponjas integram outros organismos de diferentes grupos. Nas agregações de esponjas do canal (e de outros locais), o hidrário *Polyplumaria flabellata* é o elemento mais comum, mas gorgónias diversas, como *Acanthogorgia* spp. e *V. flagellum*, e *Errina dabney*, foram também observados, embora em densidades mais baixas (Braga-Henriques *et al.*, 2013). Também no Banco Condor, Baixo de São Mateus e talude insular de S. Jorge, entre os 438 e os 714 m de profundidade, encontraram-se afloramentos rochosos cobertos de macro- e mega-esponjas esparsas associadas com antipatários; enquanto no talude SE do Mar do Prata, entre 445 e 500 m, braquiópodes (cf. *Terebartulina* sp.) e poliquetas (*Sabellidae*) são elementos característicos em dois biótopos dominados por esponjas diversas (Laubier, 1972).

Mais fundo, começam a surgir agregações dominadas por esponjas que não habitavam os andares menos profundos. No Mar da Prata, entre 670 e 800 m, registou-se um biótopo dominado por

esponjas provavelmente das famílias Euplectellidae e Rossellidae, em fundos com sedimentos consolidados e afloramentos rochosos. Neste povoamento surge também de forma esparsa *Pheronema carpenteri*, uma das esponjas que tipifica outros povoamentos quase monoespecíficos, entre os 700 e 930 m de profundidade, tanto em sedimentos como em fundos rochosos no Mar da Prata e nos Bancos Cavala, Condor e Açor.

Além destes biótopos dominados principalmente por um grupo específico de organismos, cinco agregações multiespecíficas co-dominadas por corais, esponjas, e/ou equinodermes, foram descritos para algumas das áreas estudadas. Um dos mais diversos foi encontrado no Banco Condor, entre 714 e 837 m, de profundidade que inclui corais-chicote, provavelmente *N. versluysi*, gorgónias primnoides, stilasterídeos, alcionídeos, a esponja *P. carpenteri* e outras, provavelmente hexactinelídeas e litistídeas.

Um dos povoamentos mais curiosos é dominado por uma desmoesponja branca em cortina (cf. Fam. Axinellidae), que ocorre em biótopos multiespecíficos que incluem esponjas, talvez das famílias Farreidae e Rossellidae, entre outras, o alcionídeo *Anthomastus* sp., corais-chicote (cf. *N. versluysi*) e o grande ofiurídeo *Gorgonecephalus* sp., instalado sobre as esponjas em cortina.

As associações de equinodermes com esponjas foram notadas em vários locais, como a 730 m no Mar da Prata, onde, numa determinada área, a maioria das mega-esponjas tinham um crinóide associado (cf. *Leptometra* ou *Antedon*, do autor; Laubier, 1972).

Corais duros, solitários e coloniais, antipatários, ascídeas, braquiópodes, briozoários são outros grupos característicos destes povoamentos multiespecíficos, encontrados em fundos rochosos do batial superior da região.

Recentemente foi descrito outro biótopo dominado por uma nova espécie de ostra gigante (até 30 cm de comprimento), *Neopycnodonte zibrowii* e pelo crinóide séssil *Cyathidium foresti*, dois organismos considerados fósseis vivos (ver Wisshak *et al.*, 2009, para descrição da espécie e enquadramento paleontológico desta associação, revelada em depósitos do Cretácio). Esta comunidade arquibentónica, foi encontrada no talude sul do Canal Faial-Pico e talude da Terceira, em paredes rochosas negativas, entre 420 e 500 m, em densidade elevadas. No entanto, o povoamento pode incluir outros elementos faunísticos, como esponjas, gorgónias, briozoários, vermes serpulídeos e cirrípedes. Posteriormente, observou-se que a associação ocorre também a maiores profundidades; Braga-Henriques *et al.* (2013) observaram no talude Sul de São em Jorge, entre ca. 850 e 950 m, uma comunidade séssil onde cerca de 50% dos organismos eram de *C. foresti* e de cf. *Neopycnodonte* sp., e o restante de um grupo diverso de organismos que inclui a esponja *Farrea* cf. *occa*, o coral cf. *Leptosammia* sp., um braquiópode não identificado e o coral-negro *Leiopathes grimaldi*. Uma associação semelhante foi encontrada também no Banco D. João de Castro a 726 m (Braga-Henriques *et al.*, 2013).

A associação entre o crinóide e a ostra não é obrigatória, pelo menos para o crinóide, pois povoamentos dominados só pela espécie (com esponjas e *V. flagellum*) ocorrem no talude sul do Canal Faial-Pico (Braga-Henriques *et al.*, 2013), a cerca e 400 m de profundidade e no talude de S. Jorge, entre 837 e 905 m (com vermes serpulídeos, colónias de cf. *Leptosammia* sp. e de antipatários e esponjas) (Tempera *et al.*, 2012a).

Ambientes do Batial Superior Sedimentar

Embora a região dos Açores seja geologicamente recente, áreas consideráveis das encostas das ilhas, montes submarinos, cristas e depressões são cobertas por sedimentos. A extensão destes fundos não é conhecida para a sub-região, mas os vídeos analisados mostram que as zonas de sedimento são vastas e frequentes, ao longo do gradiente de profundidade. Muitas vezes em fundos maioritariamente cobertos por sedimentos surgem afloramentos ou cristas rochosas de dimensões variáveis, ou blocos rochosos, que suportam as faunas típicas de substrato duro.

A sua génese e composição são variáveis; foram observados nas encostas das ilhas e montes submarinos, onde a atividade vulcânica é mais intensa e recente, fundos com sedimentos essencialmente vulcânicos. Fundos biogénicos, de origem pelágica ou de origem bentónica (carapaças de ouriços, escafópodes, corais, etc.) estão documentados também para todas as profundidades, em diversos locais da região. Nas imediações dos campos hidrotermais observaram-se áreas cobertas por sedimentos de origem hidrotermal.

Em alguns locais (ex. no Banco Condor e no *Menez Gwen*) verificou-se que fundos aparentemente de sedimento eram, no entanto, fundos de rocha cobertos por uma fina camada de sedimentos, com alguns centímetros de espessura, permitindo a fixação de organismos sésseis de substrato rochoso (ex. a gorgónia *Dentomuricea* cf. *meteori*).

Os nove povoamentos inventariados em biótopos de sedimento, no batial superior, incluem 3 agregações dominadas por esponjas, 3 por equinodermes e 2 por hidrários. As comunidades de megafauna são menos diversas, menos densas e exuberantes, quando comparadas com as de substrato rochoso. Em muitas áreas prospetadas os sedimentos estão esparsamente povoados, sem incluírem elementos faunísticos conspícuos. Mas é provável que a grande diversidade específica destes biótopos seja constituída por elementos da endo-fauna, como referenciado para outras regiões oceânicas. No entanto, o conhecimento sobre esta componente do ecossistema é ainda mais rudimentar.

Agregações de esponjas digitiformes brancas foram encontradas em fundos de areia desde os horizontes mais profundos do circalitoral do talude insular do Faial (170 m) até aos 240m de profundidade, no Banco Condor. Um povoamento semelhante, no padrão de ocorrência, mas de uma esponja tubular amarela (cf. Axinellidae), foi observado entre 184 e 400 m, também na encosta submersa do Faial.

As agregações de *Pheronema carpenteri* em substrato não consolidado, são dos povoamentos mais característicos dos fundos de sedimento (e de rocha) do batial superior, entre os 700 e 900 m de profundidade. Estes povoamentos, encontrados Banco Condor e no Banco Açor, podem incluir esponjas pedunculadas identificadas como *Hyalonema* cf. *apertum*.

Agregações de hidrários, *Lytocarpia myriophyllum* e cf. *Nemertesia*, foram filmadas no Banco Condor (entre 199 m e 470 m) e no Cavala (817-833 m), respetivamente. Estes jardins quase monoespecíficos são pouco densos, mas poderão ocupar extensões consideráveis como no caso no Condor.

As agregações de equinodermes são típicas dos fundos de sedimento. Neste andar batial os equinodermes dominantes são ouriços das famílias Cidaridae e Echinothuriidae (*Calveriosoma hystrix*, por Pérès, 1992). Os povoamentos de cidarídeos, provavelmente *Cidaris cidaris* e/ou *Porocidaris purpurata*, são os mais comuns e foram observados entre 670 e 1100 m de profundidade, no Mar da Prata, nos bancos Condor e Cavala e no talude de S. Jorge.

Outra fauna presente em associação com estes ouriços inclui pelo menos esponjas e/ou hidrozoários, outros ouriços (irregulares) e ceriantídeos não identificados. O biótopo dominado por *C. hystrix* foi descrito no talude do Mar da Prata, entre 650 e 800 m de profundidade. Os Cidaridae e os Echinothuriidae prolongam-se por todo o andar batial entrando nos horizontes abissais. No entanto é expectável que estejam envolvidas outras espécies.

A.10.2.2.2. ZONA BATIAL MÉDIA (1000-2000 M)

O batial médio corresponde ao andar onde a luz solar está completamente ausente. Em termos de zonação vertical dos povoamentos, a área batimétrica dos 800-1000 m de profundidade tem sido considerada por muitos autores, como uma fronteira faunística, onde há uma mudança na composição das espécies e grupos. Neste contexto, só alguns dos biótopos encontrados no batial superior se estendem pelo batial médio, nomeadamente agregações de esponjas incrustantes brancas, cemitérios de escleractíneos mortos, encontrados nos campos hidrotermais da CMA, e povoamentos de xenofióforos, em diversos locais.

Neste andar identificaram-se menos comunidades e biótopos bentónicos do que no batial superior, não sendo claro se por uma questão de esforço de amostragem (i.e., menos imagens obtidas e analisadas), se por haver de facto menos diversidade e maior homogeneidade ambiental. No batial médio inventariaram-se 18 biótopos: 5 jardins de corais; 2 agregações de esponjas; 2 agregação de equinodermes; 3 povoamentos multiespecífico de corais, esponjas e equinodermes; e 6 biótopos de dominados outros organismos (Tempera *et al.*, 2013). Cerca de 60% ocorre em fundos de sedimento. Em fundos rochosos encontraram-se essencialmente jardins de corais.

Para os fundos de sedimentos deste andar, e dos seguintes, a maioria das descrições apresentadas seguem os relatórios feitos na sequência dos mergulhos efetuados em 1969 pelo submarino Archimède na região (Anon, 1972; Pérès 1992). Assim, e na ausência de fotografias, não é possível determinar com exatidão padrões de distribuição, de agregação e de relação espacial entre os componentes faunísticos referenciados. As listas apresentadas incluem a megafauna típica destes ambientes observada ao longo dos transeptos, mas provavelmente subestimam agregações específicas, de menor escala, de certos organismos, na homogeneidade aparente do ambiente. As identificações apresentadas devem ser consideradas com precaução, no entanto a maioria dos *taxa* referidos são conhecidos da região.

A.10.2.2.2.1. AMBIENTES DO BATIAL MÉDIO ROCHOSO

Foram encontrados jardins de corais a várias profundidades ao longo do andar batial médio rochoso. As gorgónias que caracterizam este tipo de povoamento, abaixo dos 1000 m, são diferentes daquelas encontradas no batial superior. As famílias Chrysogorgiidae e Isidiidae (corais-bambo) são aqui dominantes, embora muitas das outras famílias de gorgónias registadas nos Açores incluam espécies que se distribuem preferencialmente ou que estendem a sua distribuição vertical para estes horizontes batimétricos mais profundos (Braga-Henriques *et al.*, 2013).

Aparentemente, a diversidade dos jardins de coral é menor do que no andar precedente. Colónias de *Chrysogorgia* sp. e *Acanella* sp. dominavam um povoamento em afloramentos rochosos, sobre fundos maioritariamente cobertos por sedimento, nos taludes da Bacia Hirondelle e talude de S. Jorge, entre os 1047 e 1065 m de profundidade. A comunidade incluía outras gorgónias e esponjas não identificadas. Um pouco mais fundo (i.e. 1180 m), no talude SE do Mar da Prata, Laubier (1972) encontrou-se um jardim dominado por coral-chicote, referido pelo autor como *V. flagellum*, em

associação com outras gorgónias (cf. Pleuxauridae; *Stachyodes* sp. do autor) e escleractíneos solitários e isolados (*Caryophyllia* spp. ou *Desmophylum*). Durante o mesmo mergulho, a 1270 m de profundidade, Laubier (1972) registou ainda uma agregação multiespecíficas de corais e esponjas, com uma composição específica semelhante ao povoamento anterior, mas incluindo outras gorgónias ramificadas (cf. Paramuriceidae), corais duros coloniais (*Madrepora oculata*), e principalmente mais esponjas incrustantes e sésseis (Hexactinellidae).

Jardins de *Madrepora oculata* (eventualmente com *L. pertusa*), formados por colónias isoladas, semelhantes aos encontrados no batial superior, foram observados em cristas rochosas, no talude do Mar da Prata, aos 1180 m e aos 1670 m de profundidade (Laubier, 1972), até ao limite vertical da distribuição desta espécie na região (Braga-Henriques *et al.*, 2013). Outro coral-chicote espiralado branco (provavelmente antipatário), com esponjas (cf. Farreidae) em densidades mais baixas, forma povoamentos em afloramentos rochosos de fundos mistos (1650-1690 m), nas encostas submersas de São Miguel.

No limite inferior deste andar (entre 1880 e 2010 m), na base do talude SE do plateau dos Açores, a Nordeste de S. Miguel, Zibrowius (1972) descreve uma comunidade multiespecífica de diversas esponjas brancas, morfologicamente muito distintas (i.e. incrustantes, pedunculadas, globulosos, etc.), corais (cnidários não identificados; antipatários diversos amarelos, violáceos, até 80-100cm; gorgónias (segundo o autor tipo *Stachyodes*, *Eunicella graminea* e *E. flagellum*) e equinodermes (estrela-do-mar-branca e um crinóide pedunculado, tipo Leptometra). O texto não é claro quanto à densidade deste povoamento.

Finalmente, sobre substrato rochoso do batial médio registou-se um biótopo dominado por ascídeas, amarelas e vermelhas, e esponjas em lua, não identificadas; estes organismos sésseis estavam fixos em maciços de lava em almofada, nas imediações do campo hidrotermal *Menez Hom* (1780 m) e a Este do *Lucky Strike* (2167 m).

A.10.2.2.2.2. AMBIENTES DO BATIAL MÉDIO SEDIMENTAR

Os únicos jardins de coral registados para estes fundos são formados por colónias de *Acanella* sp., na fronteira entre o batial médio e o batial inferior (i.e., de 2000 a 2030 m de profundidade). Estes povoamentos esparsos, que ocorrem em taludes de ilhas, montes submarinos e depressões (São Miguel, Fossa *Hirondelle* e *Chaucer*, respectivamente), incluem também ceriantários e um penatuláceo, identificado sob reserva como *Kophobelemnon* sp.

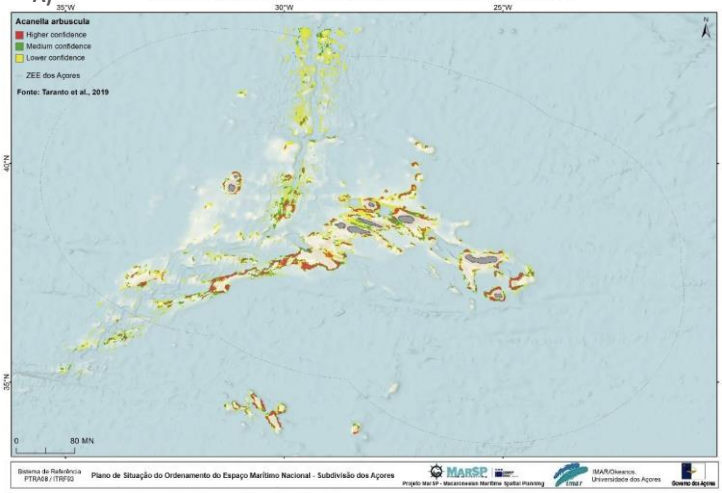
As agregações de esponjas descritas para o batial médio são também pouco diversas esparsas e incluem principalmente colónias típicas da família Euplectellidae. Estas esponjas hexactinelídeas são as mais conspícuas e comuns nas plataformas sedimentares do talude externo SE do plateau dos Açores, próximo de S. Miguel e S. Maria. As esponjas de vidro distribuem-se, pelo menos, a partir dos 1650 m de profundidade e estendem-se, pelo menos, até às franjas do andar abissal (2900 m). Uma comunidade multiespecífica, esparsa, vasta e heterogénea, de esponjas, corais e equinodermes, foi descrita para a mesma região, no estrato mais profundo do andar (1990-2100 m). Pérès *et al.*,(1972) e Pérès (1992) referem povoamentos de esponjas negras cerebriformes não identificadas, com outras esponjas (cf. Asconematidae), vermes da classe Enteropneusta, penatuláceos (*Kophobelemnon stelliferum*, *Umbellula* sp., cf. *Pennatula aculeta*), gorgónias (*Acanella* sp.), escleractíneos (*Caryophylia ambrosia*, *Flabellum* sp., raros), escafópodes e equinodermes (estrelas: *Hydrasterias sexradiatus*; ofiurídeos: *Ophiomusium lymani*, cf.

Asteronychidae (associados a penatuláceos); holotúrias: Synallectidae; *Benthodytes janthina*; *B. typica*, *Peniagone* cf. *azoricus*; e ouriços: *Calveriosoma hystrix*, Cidaridae).

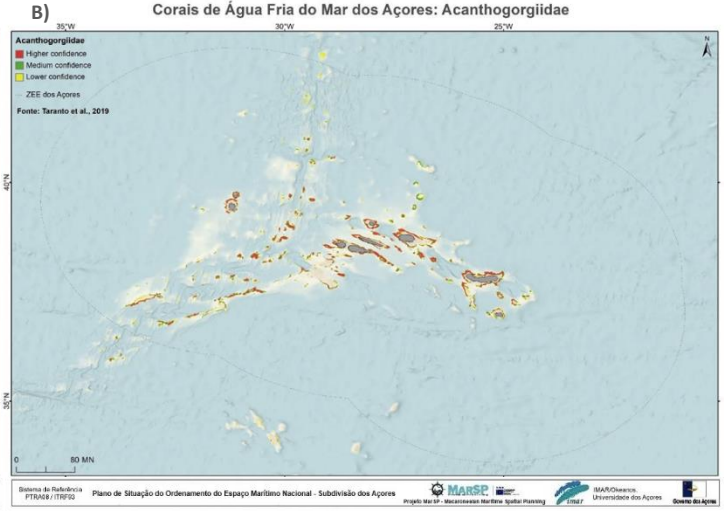
Em determinados segmentos dos transeptos efetuados (Anon, 1972), as esponjas negras cerebriformes distribuíam-se em elevadas densidades, atingindo os 1 a 3 indivíduos por m2. No entanto, as agregações de equinodermes mostraram-se mais comuns e típicas destes ambientes. Em diversos trechos das áreas estudadas, as holotúrias *B. janthina* e outras da família Synallactidea, surgiam como as espécies dominantes, em aglomerações monespecíficas ou em co-dominância, enquanto a estrela *P. sexradiatus* formava concentrações de 1 a 4 indivíduos por m^2. Para além das espécies dominantes e de distribuição vasta, agregações dominadas pelo penatuláceo *Scleroptilum grandiflorum* foram descritas em várias áreas prospetadas do Mar da Prata e do talude SE do plateau dos Açores. Estes povoamentos estendem-se desde os 1500 m até aos 2500 m de profundidade, geralmente associados com outros elementos da fauna típica deste ambiente profundo. Alguns dos povoamentos encontrados neste andar já tinham surgido no batial superior e estendem-se até ao batial inferior; exemplos, são as agregações esparsas de um ceriantário negro, não identificado, observado nos sedimentos do Monte Saldanha e do talude insular de S. Jorge, entre os 811 e 2378 m; e os povoamentos de xenofióforos, foraminíferos unicelulares gigantes, encontrados entre 821 e 2070m de profundidade no canal S. Jorge-Pico, em S. Miguel e no Banco Condor.

As figuras seguintes resultam da aplicação de modelos preditivos para inferir a probabilidade de ocorrência de 15 espécies de corais de águas frias até aos 2000m de profundidade. Os resultados dos modelos foram produzidos como mapas da distribuição do habitat adequado, com diferentes níveis de confiuança, desenvolvidos no âmbito do projeto ATLAS, de acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020).

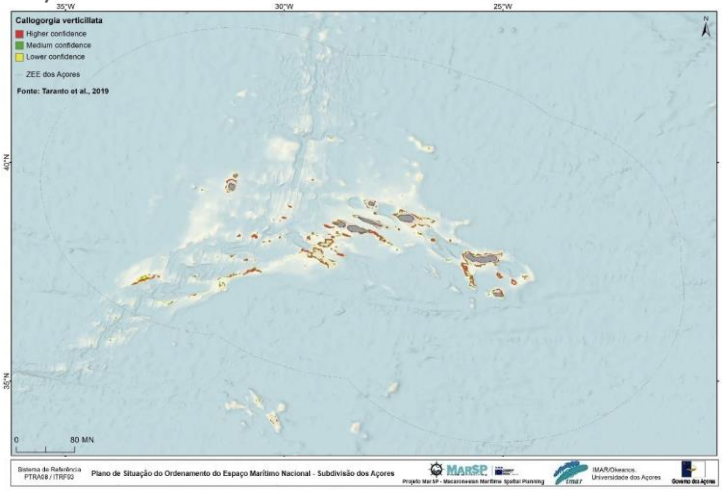
A) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Acanella arbuscula



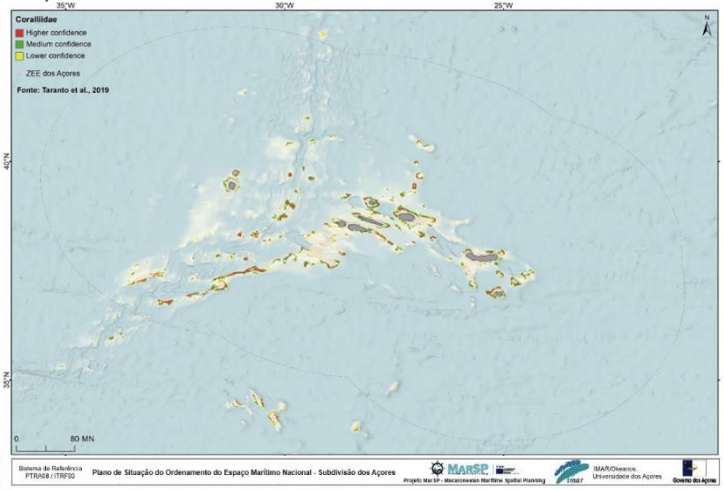
B) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Acanthogorgiidae



C) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Callogorgia verticillata

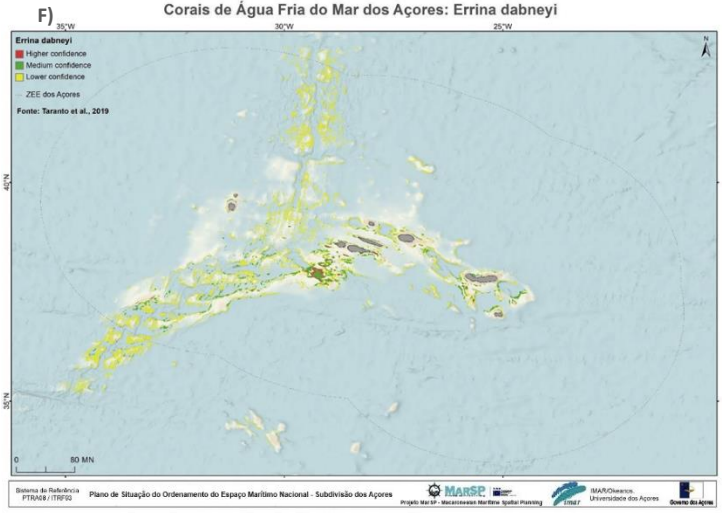


D) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Coralliidae

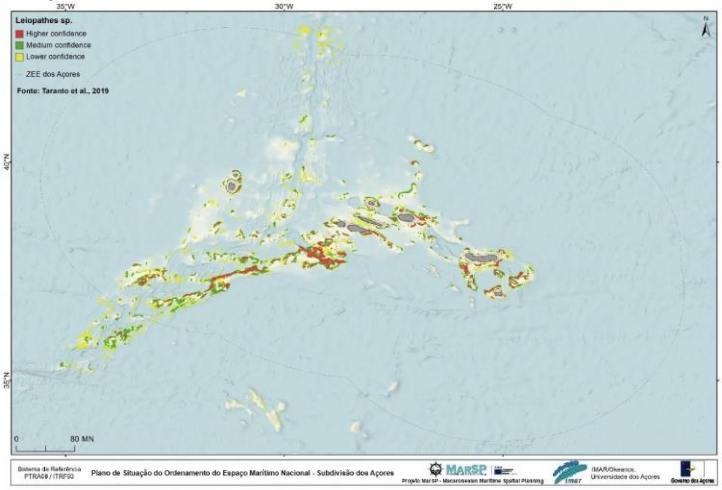


E) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Dentomuricea sp.

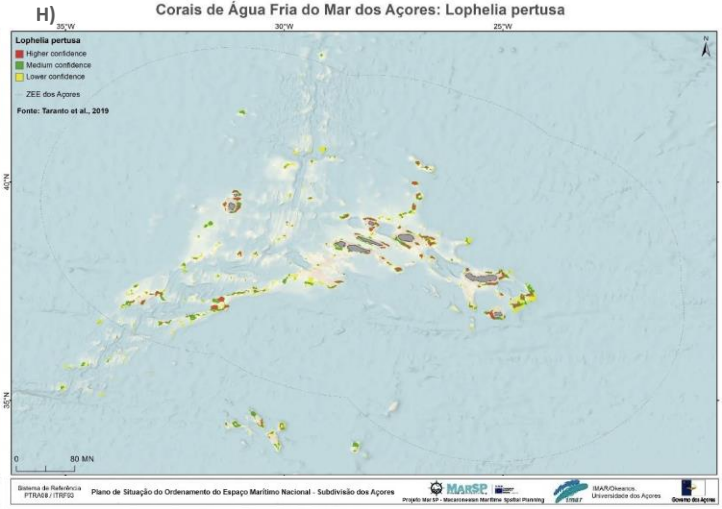
F) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Errina dabneyi



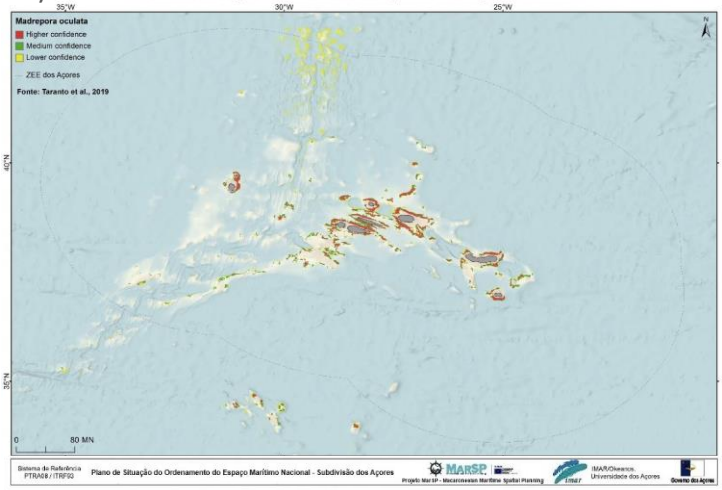
G) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Leiopathes sp.



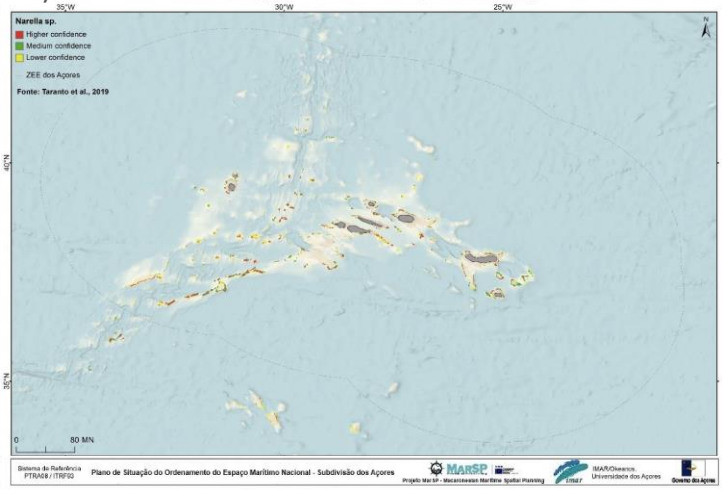
H) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Lophelia pertusa



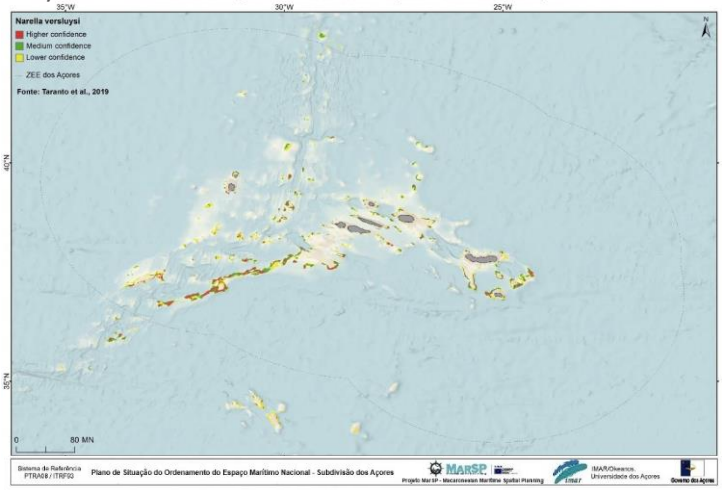
I) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Madrepora oculata



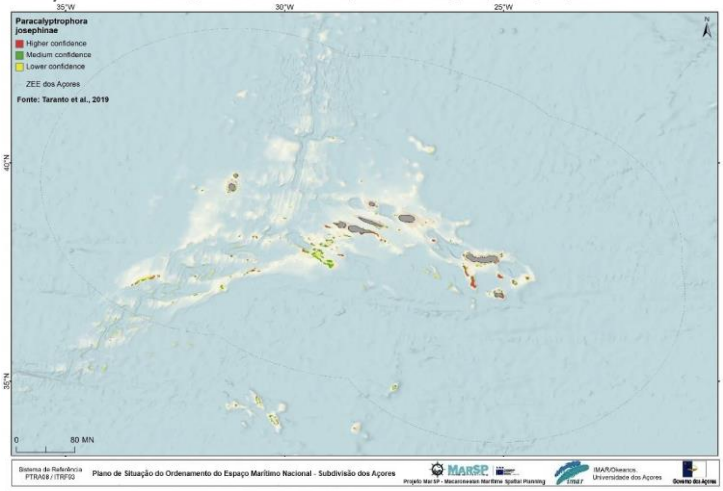
J) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Narella sp.



L) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Narella versluysi



M) Corais de Água Fria do Mar dos Açores: Paracalyptrophora josephinae



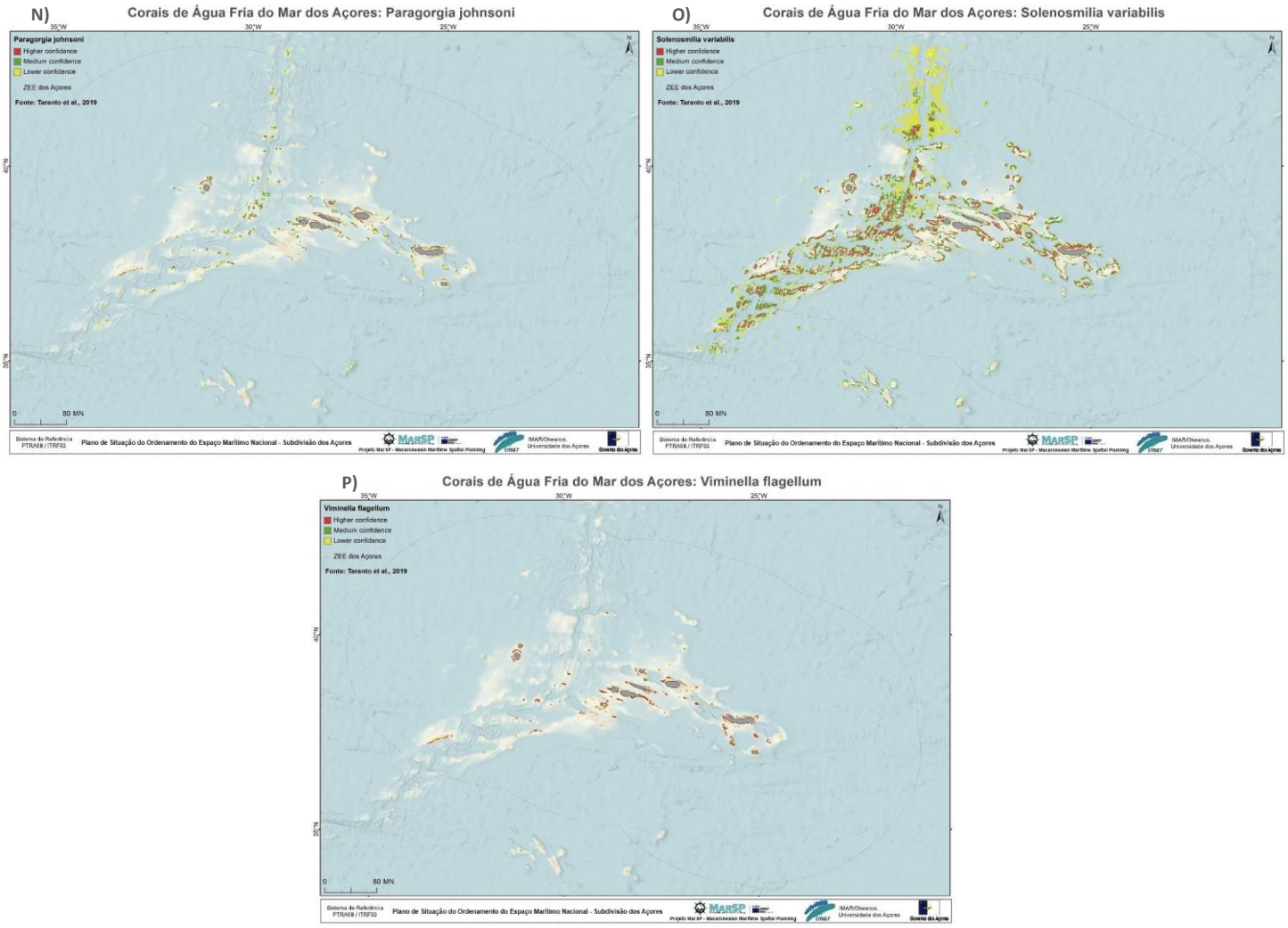
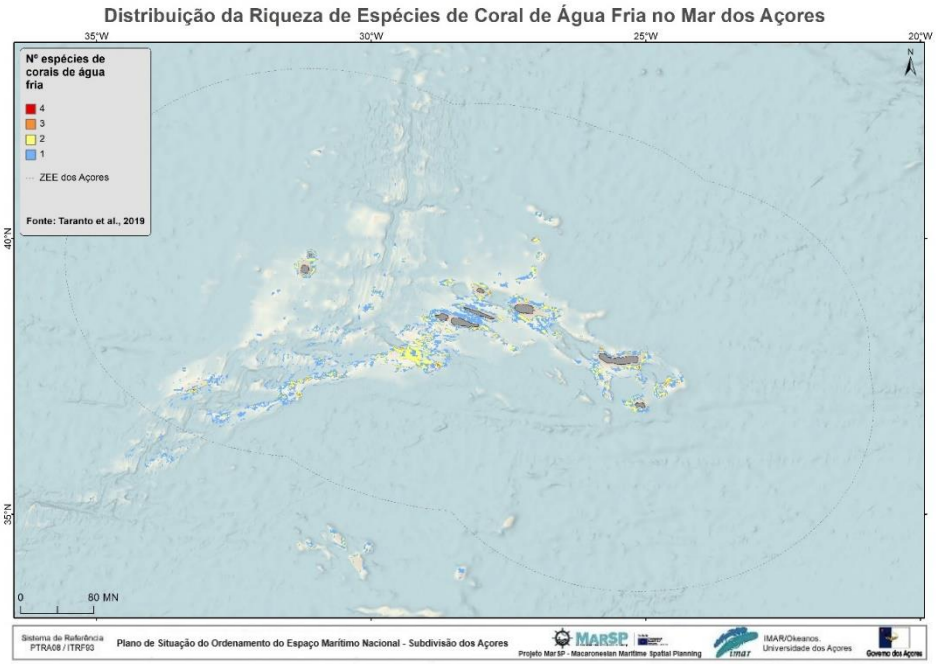
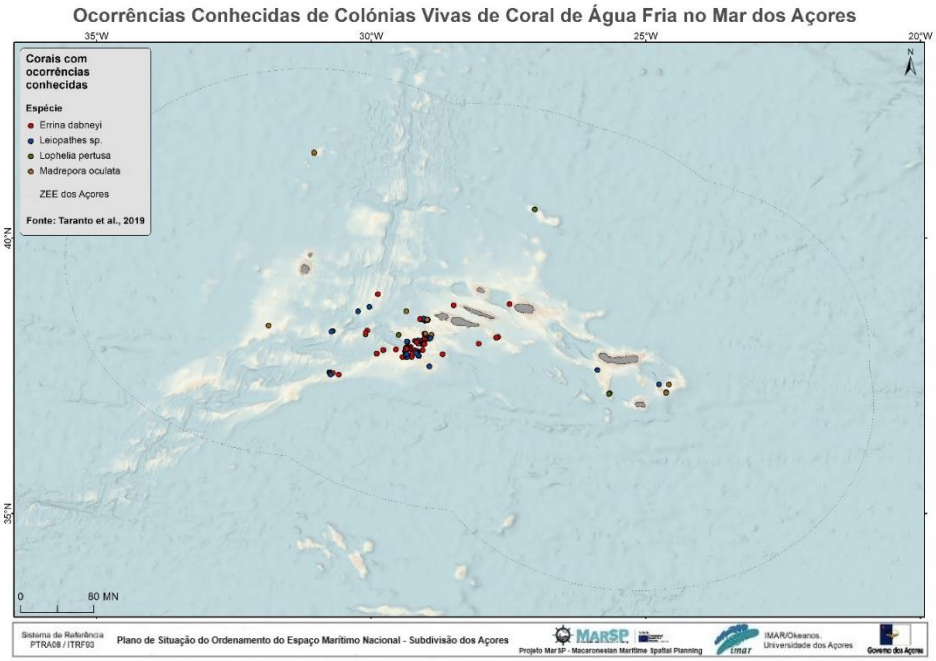


FIGURA 65. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA DO HABITAT ADEQUADO (PROBABILIDADE DE PRESENÇA) DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS DAS FAMÍLIAS/GÉNEROS/ESPÉCIES (A) *ACANELLA ARBUSCULA,* (B) ACANTHOGORGIIDAE, (C) *CALLOGORGIA VERTICILLATA,* (D) CORALLIIDAE, (E) *DENTOMURICEA* SP., (F) *ERRINA DABNEYI,* (G) *LEIOPATHES* SP., (H) *LOPHELIA PERTUSA,* (I) *MADREPORA OCULATA,* (J) *NARELLA* SP., (L) *NARELLA VERSLUYSI,* (M) *PARACALYPTROPHORA JOSEPHINAE,* (N) *PARAGORGIA JOHNSONI,* (O) *SOLENOSMILIA VARIABILIS,* E (P) *VIMINELLA FLAGELLUM*. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (TARANTO *ET AL.*, DADOS NÃO PUBLICADOS).

A Figura 66 representa a distribuição da riqueza de espécies de coral de águas frias estruturantes de habitat nos Açores com base em modelação preditiva do habitat adequado (Rodrigues *et al.*, 2020; Taranto *et al.*, dados não publicados). Na Figura 67 constam as ocorrências conhecidas de colónias vivas das espécies de coral de águas frias *Errina dabneyi, Leiopathes* spp., *Lophelia pertusa* e *Madrepora oculata* (Rodrigues *et al.*, 2020).



3115 FIGURA 66. DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO
3116 DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (TARANTO *ET AL.*, DADOS NÃO PUBLICADOS).



3117 FIGURA 67. OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE COLÓNIAS DE ESPÉCIES DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS *ERRINA DABNEYI, LEIOPATHES* SPP.,
3118 *LOPHELIA PERTUSA* E *MADREPORA OCULATA* NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES
3119 *ET AL.*, 2020.

A.10.2.2.3. ZONA BATIAL INFERIOR (2 000-3 000M) E ABISSAL (<3 000 M)

À medida que se vai afundando e os declives são menos acentuados, os fundos de sedimento tornam-se ainda mais dominantes, mas, em muitas zonas, com afloramentos rochosos ou blocos de rocha. Assim, poucos são os povoamentos de substrato rochoso, descritos para estes andares da região: dois jardins esparsos de corais; uma agregação esparsa de esponjas; um povoamento multiespecífico de corais e esponjas; e um biótopo dominado por crinóides e estrelas brisingidas. Estes povoamentos têm uma distribuição heterogénea (ilhas de povoamento em fundos uniformes separados por zonas empobrecidas), ocorrendo povoamentos mais densos em locais de maior intensidade hidrológica.

A.10.2.2.3.1. HABITAT/BIÓTOPO BATIAL INFERIOR E ABISSAL ROCHOSO

Os jardins de corais descritos são dominados por gorgónias da família Chrysogorgidae e Isidiidae (corais bambo), como no estrato anterior. Nos fundos da CMA, a gorgónia em espiral *Iridogorgia* sp., com corais bambo e outras gorgónias, ocorre em baixas densidades em afloramentos rochosos, nas encostas do Monte Saldanha e nas imediações do campo hidrotermal *Menez Hom* (a 2437 m e 2097 m, respectivamente). Também no Monte Saldanha, um coral bambo púrpura não identificado, com esponjas hexactinelídeas e hidrários stilasterídeos, povoam lavas em almofada. Uma das agregações de esponjas identificada no batial inferior ocorre nos mesmos locais referidos anteriormente; uma esponja de vidro branca e plana com textura canelada (cf. Hexactinelídea), forma povoamentos relativamente densos em fundos rochosos.

Na transição para a planície abissal (2780-2980 m) pequenas Hyalonematidae pedunculadas foram observadas em pequenos grupos, em blocos rochosos e em fundos dominados por sedimentos. No talude do plateau dos Açores, a 2010 m, Zibrowius (1972) descreve uma agregação multiespecífica de corais e esponjas, que inclui antipatários, entre eles, uma forma helicoidal (e.g. *Stichopates gracilis*) e gorgónias (cf. Plexauridae e Chrysogorgiidae) e esponjas diversas não identificadas. Crinóides e estrelas brisingidas, em associação com cnidários, esponjas hexactinelídeas e *Anthomastus* sp., tipificam um biótopo nas imediações dos campos hidrotermais *Rainbow* e Saldanha (2370-2838 m).

A.10.2.2.3.2. HABITAT/BIÓTOPO BATIAL INFERIOR E ABISSAL SEDIMENTAR

Tal como no estrato anterior, os povoamentos inventariados para fundos de sedimento, são multiespecíficos, esparsos, vastos e heterogéneos e é difícil individualizar povoamentos biológicos discretos, pela análise dos relatórios da missão que visitou estes andares mais profundos (Anon, 1972).

À parte das esponjas, corais, penatuláceos e outros organismos sésseis, que definem biótopos relativamente estáveis espacial e temporalmente, os equinodermes, são móveis e as suas agregações são certamente mais friáveis e temporárias, dependendo de aportes de matéria orgânica, ou de aspetos biológicos ligados à reprodução.

As agregações de esponjas inventariadas são pouco diversas. Um dos povoamentos mais conspícuos destes organismos foi encontrado no Monte Saldanha, próximo de fontes hidrotermais difusas a 2300 m. A demoesponja Cinachyra sp. tipificava estes biótopos formando agregações relativamente densas e extensas, sobre sedimentos finos (Biscoito *et al.*, 2006).

No entanto, nos taludes e plataformas batiais e abissais da região SE do plateau dos Açores (Pérès *et al.*, 1972), a megafauna de base apresenta a prevalência dos mesmos grupos referenciados para o batial médio.

Entre as esponjas destacam-se as hexactinelídeas, que se fixam principalmente em substrato não consolidado. As famílias mais comuns são, segundo Pérès *et al.* (1972) e Pérès (1992) Hyalonematidae, Pheronematidae e *Euplectellidae*. As esponjas Hyalonematidae são aparentemente menos abundantes, mas tal como as espécies das restantes famílias formam agregações por elas dominadas. Aparentemente, diferentes espécies destas famílias ocorrem nos andares batiais e abissais.

Os penatuláceos surgem com mais frequência nestes fundos. Alguns formam jardins de penatuláceos mais ou menos discretos, compactos e diversos, como os de cf. *Funiculina*, a cerca de 2100 m, ou como os de uma espécie também alongada, considerado por Pérès (1992) como cf. *Pennatula aculeata*. O povoamento deste último organismo, com cerca de 80 cm, foi encontrado entre 2400 e 2800 m, e pode apresentar densidades de 2 a 3 indivíduos por m2. *S. grandiflorum*, *Umbellula* sp e *Anthoptilum murrayi* foram também identificados na área prospetada.

Ao contrário, as gorgónias parecem ser cada vez menos presentes; *Acanella* sp., *Metallogorgia* cf. *melanotrichos*, antipatários (*Stichopathes* sp. e outro identificado dubiamente como *Anthipathes wollastoni*) e o escleractíneo *Caryophyllia ambrosia*, foram as espécies mais observadas nos sedimentos. No entanto, entre estes organismos sésseis, os equinodermes dominam o ambiente, à semelhança do andar anterior. As espécies identificadas pelos autores são praticamente as mesmas: o crinóide O. *lymani* (mais comum abaixo dos 2500 m) e outros, a estrela *P. sexradiatus* e outras brinsingidas, holotúrias diversas (e.g. *B.* cf. *typica*; *B.* cf. *janthina*; Synallactidae), ouriços cidarídeos (cf. *Stereocidaris inglofiana*).

Como mencionado, os equinodermes têm uma distribuição espacial vasta e irregular e em determinadas zonas, foram observadas agregações mais densas da maioria destas espécies.Por exemplo, na base do talude do plateau dos Açores (2500-2600 m), *Benthodytes* cf. *typica* surge em agregações até 1 holotúria por m2. Xenofióforos, actiniários, ceriantídeos, vermes enteropneustes, poliquetas tubulares, e escafópodes e ascídeas carnívoras (Fam. Octacnemidae), fazem também parte desta comunidade profunda.

Mais fundo, na planície abissal (2950- 3050 m) esponjas diversas das famílias Asconematidae (pedunculadas, cilíndricas e globulosas), Hyalonematidae (em cálice e subesferoidal) e Euplectellidae, distribuem-se pelos sedimentos. Nestas áreas observaram-se penatuláceos (cf. *Pennatula aculeata*; *Gyrophilum* sp.), antipatários (cf. *Anthoptilum murrayi*); holotúrias (Synallactidae: cf. *Mesothuria*; outros Psychropotidae) ofiurídeos (*O. lymani*) e o crinóide cf. *Democrinus rawsonii*.

A.10.2.2.4. MONTES SUBMARINOS (CIRCALITORAIS A ABISSAIS)

Montes submarinos, cristas oceânicas e taludes insulares são ecossistemas preferenciais para a fixação de corais (alcionários, escleractíneos, antipatários e stilasterídeos), esponjas, hidrários e outros organismos de águas frias, que formam recifes, jardins ou agregações, com composições específicas muito diversas. Estas comunidades sésseis quando densas criam habitats conhecidos como “pontos quentes” de atividade biológica, já que muitas espécies de invertebrados e peixes as usam para alimentação, reprodução, recrutamento, crescimento e proteção.

O conhecimento da ação conjunta dos fatores abióticos e bióticos, ou seja, dos mecanismos ecológicos que modelam os padrões de distribuição e funcionamento destes sistemas, é ainda muito incipiente. Atualmente encontra-se na fase de exploração da biodiversidade existente, da composição e distribuição (geográfica e batimétrica) dos biótopos e comunidades epi-bentónicas do oceano profundo da região. Mas mesmo sobre esta matéria, a literatura disponível é escassa e pontual, tanto para as profundidades circalitorais (50-200m), batiais (200-3000 m profundidade) ou abissais (>3000 m profundidade) (Braga-Henriques *et al.*, 2012; Pérès *et al.*, 1972, 1992; Tempera *et al.*, 2012a; Wisshak *et al.*, 2009; Biscoito *et al.*,2006).

A.10.2.2.5. HABITATS HIDROTERMAIS

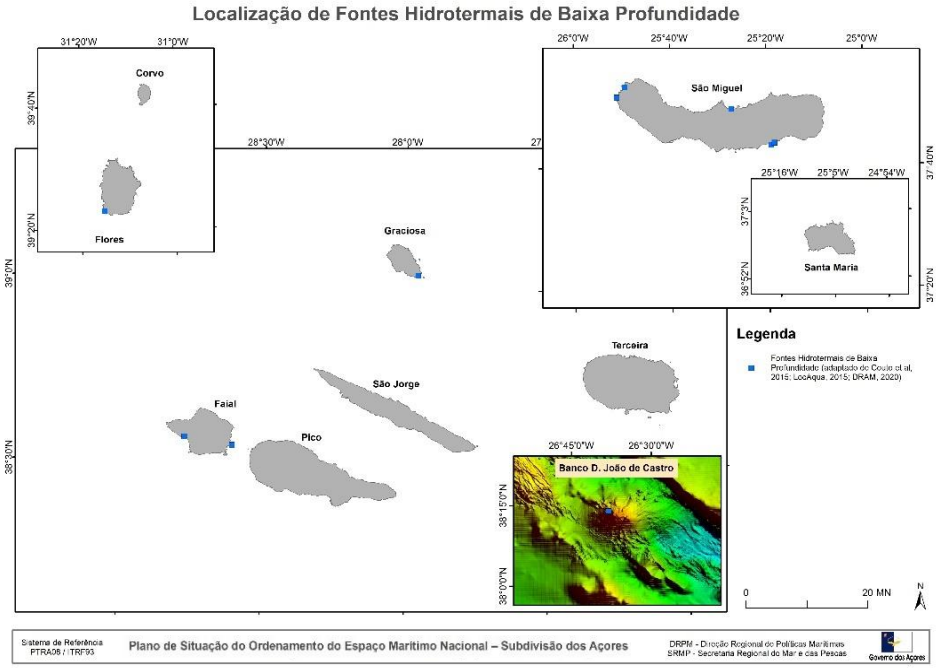
O arquipélago dos Açores é uma região rica em habitats de fontes hidrotermais. Estas encontram-se tanto em ambientes terrestres como marinhos (desde costeiros a profundos), em qualquer dos casos formam biocenoses que dependem parcialmente ou quase exclusivamente de quimiossíntese, em ambientes redutores. Curiosamente, as fontes hidrotermais mais profundas, apesar de serem de difícil acesso, necessitando de equipamentos muito especializados (submersíveis, ROV., para além de embarcações), têm despertado grande interesse internacional, tendo por isso alvo de numerosos estudos científicos, pelo que acabam por ser melhor conhecidos do que outros habitats marinhos de menor profundidade.

Fonte hidrotermal é o nome dado a uma espécie de fumarola no fundo do mar que emana água a elevada temperatura, rica em minerais dissolvidos, resultantes da infiltração de água do mar na crosta terrestre e que se aproxima das câmaras magmáticas. Quando expelida e em contato com as águas mais frias do fundo do mar, ocorre a precipitação de alguns minerais presentes, formando uma pluma característica de águas turvas e mais ou menos escurecidas (devido aos minerais dissolvidos que transportam). Estes minerais acabam por se depositar nos fundos oceânicos.

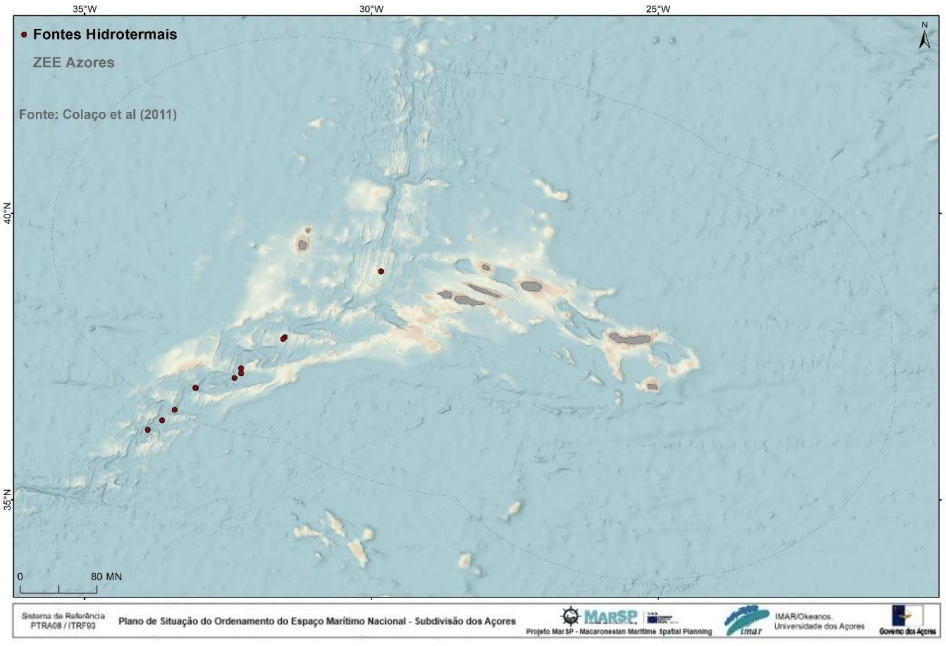
Nos Açores podem-se encontrar fontes hidrotermais de baixa profundidade (FHBP) (Figura 68) e fontes hidrotermais profundas (FHP) (Figura 69). Para além do vetor profundidade, as maiores diferenças entre estes dois tipos de fontes hidrotermais são que as FHP caraterizam-se por suster pouca biodiversidade mas elevada biomassa de espécies endémicas que dependem da produção quimiossintética (Tunnicliffe, 1991), enquanto as FHBP (presentes a menos de 100 m de profundidade) sustem menor diversidade faunística e poucos ou nenhuns casos de espécies endémicas (ex. Gallardo *et al.*, 1977; Fricke *et al.*, 1989; Tarasov & Zhirmunsky, 1989; Hashimoto *et al.*, 1993; Kamenev *et al.*, 1993; Tarasov *et al.*, 1993, 1999; Dando *et al.*, 1995a, b; Morri *et al.*, 1999; Cardigos *et al.*, 2005; Mendes, 2008).

A.10.2.2.5.1. HABITAT/BIÓTOPO DE FHBP

As fontes hidrotermais de baixa profundidade dos Açores foram descobertas recentemente, sendo as únicas identificadas no Atlântico NE (Cardigos *et al.*, 2005). Atualmente conhecem-se nove na região (cf. Aguiar & Costa, 2010), estando a maioria concentradas ao redor da ilha de São Miguel, no grupo oriental. No grupo central conhecem-se 3 fontes hidrotermais e no grupo ocidental apenas se conhece uma, na ilha das Flores (Tabela 7). Das FHBP conhecidas, a que se encontra a maior profundidade (30 – 40 m) é a da Espalamaca, próximo da Ilha do Faial. Algumas destas áreas caracterizam-se por uma desgaseificação intensa apesar de uma moderada a elevada variabilidade térmica.



3243 FIGURA 68. LOCAIS DE OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE FONTES HIDROTERMAIS DE BAIXA PROFUNDIDADE NOS AÇORES. FONTE:
3244 DRPM, 2023 (ADAPTADO DE COUTO *ET AL.*, 2015; LOCAQUA, 2015; DRAM, 2020).



3245 FIGURA 69. LOCAIS DE OCORRÊNCIAS CONHECIDAS DE FONTES HIDROTERMAIS DE ELEVADA PROFUNDIDADE NOS AÇORES. FONTE:
3246 RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (COLAÇO *ET AL.*, 2011).

3247 O gradiente de biodiversidade encontrado entre os ecossistemas das FHBP e os ambientes marinhos
3248 destas áreas caracterizam-se por uma desgaseificação intensa apesar de uma moderada a elevada
3249 variabilidade térmica. O gradiente de biodiversidade encontrado entre os ecossistemas das FHBP e
3250 os ambientes marinhos costeiros circundantes 'comuns' é bastante acentuado (Aguiar & Costa,
3251 2010). As comunidades microbiais únicas (ex.: Zillig *et al.*, 1990) encontradas nas FHBP formam

vastos tapetes microbianos que se associam a esponjas e cobrem algas até ao limite desses ecossistemas. A combinação biológica de dois tipos de produção primária nesses habitats (baseada na fotossíntese e quimiossíntese) resulta na coexistência de uma grande variedade de metabolitos e, consequente, maior diversidade microbiana comparativamente as comunidades microbianas de mar profundo (Aguilar, 2005). Apesar das fontes hidrotermais de pouca profundidade dos Açores não terem ainda sido alvo de muitos estudos ecológicos, já se puderam verificar distintos padrões de comunidades biológicas relativamente com os ambientes marinos costeiros circundantes, inclusive ao nível de comunidades de invertebrados (Aguilar, 2005; Ávila, 2005; Aguiar & Costa, 2010); no entanto, Cardigos *et al.* (2005) e Santos *et al.* (2010) referiram similaridades entre as comunidades de macroalgas e macrofauna presentes na FHBP do Banco D. João de Castro e as áreas adjacentes.

Contrariamente às fontes hidrotermais profundas, nenhum tipo de proteção/valorização foi aplicado especifica aos ecossistemas de fontes hidrotermais pouco profundas dos Açores, excetuando a do banco Dom João de Castro que já está oficialmente classificada na RN2000 como habitat "Recifes". As FHBP do Lajedo (Flores), Carapacho (Graciosa), Ferraria (S. Miguel) e Ladeira da Velha (S. Miguel) estão inseridas em Áreas Importantes para Aves (IBA); a FHBP de baixa temperatura de Espalamanca (Faial) está integrada na área protegida da Baixa do Sul (Canal Pico-Faial) que se encontra classificada como ZEC. As FHBP de Ferraria, Mosteiros, e Ladeira da Velha/ Porto Formoso na ilha de S. Miguel, assim como a de Espalamaca (Faial) estão enquadradas em Áreas Protegidas de Gestão de Recursos, de acordo com as respetivas premissas dos parques de ilhas. Carapacho (Graciosa) e Lajedo (Flores) estão classificadas como Áreas Protegidas de Proteção de Habitats ou Espécies.

TABELA 7. LISTA DE TODAS AS FONTES HIDROTERMAIS DE BAIXA PROFUNDIDADE CONHECIDAS NOS AÇORES, COM A LOCALIZAÇÃO DA ILHA MAIS PRÓXIMA E O ESTATUTO DE PROTEÇÃO.

ILHA	FONTE HIDROTERMAL DE BAIXA PROFUNDIDADE	ÁREA PROTEGIDA Parque Natural de Ilha (PNI)
Flores	Lajedo	PNI (FLO07)
Faial	Varadouro	-
	Espalamaca	PNI (FAI10)
Graciosa	Carapacho	PNI (GRA04)
São Miguel	Banco D. João de Castro	SAC (PTMIG0021)
	Ferraria	PNI (SMG15)
	Mosteiros	PNI (SMG23)
	Ladeira da Velha / Porto Formoso	PNIG (SMG09)
	Ribeira Quente	-

As FHBP da Ribeira Quente (S. Miguel) e Varadouro (Faial) localizam-se fora dos limites dos parques naturais de ilha, não estando sujeitas a qualquer tipo de proteção. As principais ameaças assinaladas para estes tipos de ecossistemas (cf. Aguiar & Costa, 2010) são similares às apontadas por Santos el al. (2003) para as fontes hidrotermais de profundidade.

A.10.2.2.5.2. HABITAT/BIÓTOPO DE FHP

Os campos hidrotermais de grande profundidade são complexos geológicos localizados nas zonas de rifte na planície oceânica, onde se regista um vulcanismo ativo, resultado do afastamento das placas tectónicas oceânicas. São chaminés no fundo do mar, que resultam da circulação da água do mar pelas fendas e fissuras existentes na nova crusta terrestre. Nestas zonas o magma ascende a

temperaturas de cerca 1200°C que, em contacto com as águas frias, consolida e forma nova crosta fraturada, conhecida como dorsais e cristas oceânicas. A água do mar, por movimentos de convexão, circula na nova crosta e aquece em contacto com a câmara magmática. De facto, os fundos oceânicos estão fraturados e essas extensas e amplas fraturas permeiam uma dinâmica circulação das águas oceânicas. Essa água quente, anóxica (sem oxigénio), ao ascender até à superfície da crosta, transporta gases tais como o dióxido de carbono, o hidrogénio, o metano, o sulfureto de hidrogénio, arrastando consigo vários minerais como o ferro, o cobre, o zinco, o chumbo e o mercúrio. Ao entrar em contacto com a água do mar fria, rica em oxigénio, vários minerais precipitam formando assim as típicas chaminés que caracterizam os ditos campos; enquanto outros se dispersam pela coluna de água (Colaço, 2001). Os fluidos que saem dessas chaminés podem atingir os 350°C. São os compostos reduzidos (enxofre, ferro, metano e hidrogénio) e dióxido de carbono transportados por estes fluidos que fornecem a fonte de energia para que os microrganismos quimiossintéticos produzam matéria orgânica e formem a base da estrutura trófica local. Consequentemente, à volta destas chaminés estabelecem-se autênticos 'oásis' de vida que tiram partido dessa fonte de alimento. A grande maioria não se encontra noutros ambientes marinhos, sendo considerados endémicos e/ou especializados destes ambientes tóxicos, dispersos e instáveis. O interesse científico despertado por estes ecossistemas – caracterizados pela ausência de luz, elevada pressão, atividade vulcânica, baixa taxa de oxigénio, gradientes de temperatura que podem atingir os 350°C, fluidos com baixo pH e altamente ricos em metais pesados, e por chaminés ricas em importantes minerais – tem sido enorme.

O Arquipélago dos Açores, devido à sua localização geográfica num ponto de junção tripla de placas litosféricas, onde existe grande dinâmica geotectónica e atividade vulcânica, é uma zona com grande probabilidade de ocorrência de campos hidrotermais. De facto, têm vindo a ser detetadas fontes hidrotermais de profundidade na subárea dos Açores da ZEE de Portugal no decurso de campanhas científicas internacionais, praticamente no final do Séc. XX, com a descoberta *Lucky Strike* e tem continuado a ser descobertas novas fontes até à atualidade, a diferentes profundidades (Tabela 8). A fonte hidrotermal *Rainbow* apesar de estar a 40 milhas para além do limite da subárea dos Açores da ZEE está sobre a jurisdição Portuguesa desde 2007 através da Comissão Internacional Oslo-Paris (OSPAR) e foi, recentemente, integrada no Parque Marinho dos Açores (PMA). Outras fontes hidrotermais de descoberta mais recente (ex. Seapress em 2009) situam.se muito próximos do campo *Lucky Strike*, pelo que não são consideradas como isoladas do campo anterior. Todas estas fontes hidrotermais estão localizadas a sul do arquipélago e têm sido alvo de intensos estudos científicos. Todavia, tendo em conta o ainda atual desconhecimento de grande parte dos fundos marinhos profundos da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa existe ainda grande potencial de se vir a descobrir novos campos hidrotermais na região. Exemplo disso foi a recente descoberta (junho de 2011) do campo hidrotermal *Moytirra*, localizado 420 milhas a noroeste da Graciosa a 2700 m de profundidade.

Estes campos hidrotermais estão localizados em distintos ambientes geológicos e a diferentes profundidades e isso reflete-se nos tipos de fluidos que libertam, assim como nas suas diferenciadas características químicas. As condições físico-químicas vão refletir-se no tipo de comunidades que vive em cada um dos campos (Tabela 9). O tipo de fluidos hidrotermais condiciona também o tipo de depósitos hidrotermais. Geralmente são depósitos ricos em cobre, ferro, zinco, mas também existem outros metais mais nobres como o ouro e a prata, assim como metais raros que são muito utilizados nas novas tecnologias (Rona, 2008; Heine *et al.*, 2010).

3329 TABELA 8. FONTES HIDROTERMAIS DE PROFUNDIDADE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.

NOME	DESCOBERTA (ANO)	PROF. (M)	LOCALIZAÇÃO	ÁREA (10^3 HA)	TEMPERATURA FLUIDO (ºC)
Lucky Strike	1992	1600-1740	37°18,5'N, 32°16,5' W	19	330
Menez Gwen	1994	840-860	37°50,8' N, 31° 31,8'W	10	280
Rainbow	1996	2270-2370	36° 14'N; 33° 54'W	-	365
Saldanha	1998	2200	36°34' N; 33°26'W	0,04	9
Ewan	2006	1775	37°17,3' N; 32°16.5'W	-	-
Bubbylon	2010	1000	37°80'N; 31°53'W	?	300

3330 Estes três campos hidrotermais têm sido estudados por várias equipas científicas de diferentes
3331 nacionalidades, havendo mesmo um plano da comunidade científica para estabelecer um
3332 observatório do fundo do mar em dois destes campos (Colaço *et al.*, 2011). As principais diferenças
3333 entre essas fontes hidrotermais relacionam-se com (Desbruyères *et al.*, 2001): (i) profundidade
3334 (entre 850 m e 2800 m), (ii) contextos geológicos (por exemplo substrato rochoso de basalto ou
3335 peridotito serpentinizado derivado do manto), (iii) natureza do vulcanismo associado (explosivo a
3336 profundidades inferiores a 900 m, efusivo a profundidades superiores), e (iv) ambiente tectónico
3337 (no centro de segmentos de cristas ou dentro de descontinuidades axiais) (OSPAR, 2010).
3338 Consequentemente a composição e estrutura das comunidades biológicas poderá também variar e
3339 ser afetada: (1) por mecanismos de conetividade e isolamento entre campos hidrotermais (Hessler
3340 & Lonsdale, 1991; Tunnicliffe, 1991), (2) por condições locais (tipos de substratos e componente
3341 química e de partículas de fluidos) (Johnson *et al.*, 1988), e (3) pela instabilidade causada pela
3342 libertação de fluidos, que induz dinâmicas de extinção-colonização (Desbruyères, 1998;
3343 Chevaldonne *et al.*, 1997).

3344 TABELA 9. RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS DOS PRINCIPAIS CAMPOS HIDROTERMAIS NO ESPAÇO
3345 MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.

	MENEZ GWEN	LUCKY STRIKE	RAINBOW
Características físico-químicas	Os precipitados cobrem vastas áreas com atividade difusa até +40ºC. Baixa clorinidade, rico em gazes.	Um dos maiores campos hidrotermais. Grande variabilidade na composição dos fluidos das diferentes chaminés. Clorinidade igual ou inferior à da água do mar.	Um dos mais pequenos campos, mas com fluxo mais intenso de fluidos e as mais elevadas temperaturas (até 365ºC). A temperatura na zona dos mexilhões pode atingir os 3ºC a 6ºC e na zona dos camarões os 11ºC a 13ºC. A mais baixa clorinidade pH (2.8) e a mais elevada. concentração em metais.
Biodiversidade	Diversidade específica, cerca de 37 espécies; Dominado pelo mexilhão *(Bathymodiolus azoricus*) com baixa taxa de infestação pelo poliqueta *Branchipolynoe seepensis*; Fauna não hidrotermal entra no campo (caranguejo rei *Chaceon affinis*, e peixes batiais); Cintura externa de hidrários e corais de profundidade; O caranguejo *Segonzacia mesatlantica* é o predador dominante.	Diversidade específica, cerca de 66 espécies Dominado pelo mexilhão *B. azoricus* e pelo poliqueta comensal *B. seepensis*. Formam grandes camadas que forram as paredes das chaminés. As camadas de mexilhões com os seus bissus, formam microambientes que albergam inúmeras espécies de pequeno porte como pulgas-do-mar (anfípodes), camarões, etc. Os camarões também são abundantes com exceção do camarão cego.	Diversidade específica, cerca de 32 espécies, incluindo várias novas para a DMA. Os mexilhões *B. azoricus* e *B. seepensis* dominam a comunidade nos blocos circundantes da área ativa. Encontram-se outras espécies em abundância nas chaminés como o camarão cego *Mirocaris fortunata* e o poliqueta *Amathys lutzi*. O poliqueta *Spiochaetopterus* sp. Forma densas agregações ao longo das chaminés onde também se observa o caranguejo *S. mesatlantica*.

3346 O campo hidrotermal *Lucky Strike* tem sido regularmente estudado desde a sua descoberta seja ao
3347 nível das duas comunidades (ex. Duvelier, 2010) ou da sua fauna dominante, os mexilhões
3348 hidrotermais – *Bathymodiolus azoricus*, e seus mecanismos ecotoxicológicos (Martins, 2010). As

atividades humanas assinaladas com potencial impacto para essas fontes hidrotermais incluem (Santos *et al.*, 2003): pesquisa cientifica não regulamentada, o potencial de bioprospecção e exploração mineira, as atividades piscatórias, o turismo e trafego marinho.

Após pressões da WWF e do GRA para a proteção dos campos hidrotermais *Lucky Strike* e *Menez Gwen*, estes habitats foram classificados como Sítios de Interesse Comunitário (SIC) da região biogeográfica da Macaronésia. Em 2009 foram incluídos na "Diretiva Habitats" - sendo as primeiras áreas marinhas profundas da Rede Natura e atualmente encontram-se também incluídos no PMA. Esses campos hidrotermais possuem agora um plano de gestão local e um observatório submarino de longo prazo (MoMAR) foi instalado no *Lucky Strike* (Santos *et al.*, 2002, 2003; Person *et al.*, 2008).

A.11. GRUPOS FUNCIONAIS

A.11.1. GRUPOS AUTOTRÓFICOS

A grande maioria da produtividade dos oceanos assenta nos produtores primários que, tendo por base a radiação solar, os nutrientes existentes dissolvidos na água (nitratos, nitritos, amónia, fosfatos e oligoelementos) e o dióxido carbono existente na água na forma de ião bicarbonato, através das reações fotossintéticas, produzem novos compostos orgânicos, que são posteriormente transmitidos, por processos biológicos, aos diversos animais que ocupam os diferentes níveis tróficos.

A.11.1.1. Fitoplâncton & Fitobentos

Os pequenos organismos, normalmente unicelulares, são responsáveis pela grande produtividade dos oceanos, sobretudo o fitoplâncton que prolifera à deriva nas massas de água superficiais quando encontra condições favoráveis. Muitos destes grupos de organismos têm também formas bentónicas (fitobentos) que se desenvolvem apenas nos fundos iluminados pela radiação solar, tendo por isso menor expressão quantitativa na produtividade global. Em qualquer dos casos, os principais grupos taxonómicos de microfitorganimos são as diatomáceas, dinoflagedaos e cocolitoforídeos, para além de outros grupos com menor diversidade de espécies (cianobactérias, silicoflagelados, flagelados, etc.). Silva *et al.* (2012) verificaram que nas águas costeiras de algumas ilhas dos Açores (Terceira, São Miguel e Santa Maria) os cocolitoforídeos e os pequenos flagelados são os grupos do fitoplâncton responsável pela maior produtividade (máximo de clorofila a – 0,86 $\mu g \cdot L^{-1}$, variando as médias de 0,04 a 0,55 $\mu g \cdot L^{-1}$), seguidos das cianobactérias, diatomáceas e dinoflagelados. As espécies de cocolitoforídeos *Discophaera tubifera* e *Emiliania huxleyi* foram as mais abundantes em temperaturas elevadas e baixas ou costeiras, respetivamente.

Apesar da importância que estes organismos têm, o seu estudo na região dos Açores tem sido muito incipiente, havendo poucas informações históricas sobre esta importante comunidade de organismos. A quantificação destes grupos tem sido feita de forma indireta, através da quantificação da clorofila e seus subprodutos existentes na água, mas que não dão grandes pistas sobre os organismos que a produzem. Num recente estudo de fitoplâncton no banco Condor (W do Faial) realizado em 2009 e 2010 (Santos *et al.*, 2013), mediram-se as maiores concentrações de clorofila a na primavera (março: 0,43 mg·m3). Verificaram que as diatomáceas foram dominantes em 2010 (*Pseudo-nitzschia* spp. e *Chaetoceros* spp.), os cocolitoforídeos (*Ophiaster* spp.) foram o grupo mais

abundante apenas em novembro 2009, sendo os dinoflagelados menos frequentes (Santos *et al.*, 2013). Há ainda vários estudos internacionais sobre a composição do fitoplâncton do Atlântico Norte (e.g. Head *et al*., 2002), que poderão ser pertinentes para conhecer melhor as espécies ocorrentes nos Açores.

A.11.1.2. Macroalgas e plantas marinhas

Com poucas exceções, as macroalgas dos Açores são bentónicas e estão limitadas às zonas costeiras das ilhas do arquipélago, ou a montes submarinos que atinjam a zona fótica. A grande maioria das algas registadas para o arquipélago são vermelhas – rodófitas (265), seguidas das castanhas – feófitas (74) e, por fim, verdes – clorófitas (55), totalizando 385 espécies, das quais só há um endemismo, a sub-espécies de rodófita *Predaea feldmannii azorica* (Parente, 2010; Léon-Cisneros *et al.*, 2012). Refira-se que as grandes algas castanhas tipo *kelp* são praticamente inexistentes, com exceção da ocorrência da laminária (*Laminaria ochroleuca*), que foi encontrada em profundidade nos ilhéus da Formigas. É possível que as algas pelágicas típicas do Mar dos Sargaços (*Sargassum natans* e *S. fluitans*) possam ocorrem regularmente nas águas dos Açores transportadas pela corrente do Golfo.

Atualmente quase não há exploração direta de macroalgas nos Açores, mas, durante o Séc. XX, houve exploração comercial da rodófita *Pterocladiella capillacea* em praticamente todas as ilhas, conhecida vulgarmente como musgo-do-mar, que depois de seca era utilizada para extração industrial de agar-agar. Curiosamente, e conforme referem Neto *et al.* (2005), há algumas espécies de algas que são consumidas tradicionalmente na alimentação humana no arquipélago (erva-patinha – *Porphyra* spp., erva-malagueta – *Laurencia viridis* e *Osmundea pinnatifida*; fava-do-mar – *Fucus spiralis*), embora de forma esporádica, sem haver comercialização intensa. As algas arrojadas à costa são também utilizadas como adubo agrícola em muitas localidades dos Açores.

Em termos de plantas vasculares marinhas, só existe uma espécie de angiospérmica registada nos Açores, *Ruppia maritima*, que não sendo endémica, ocorrem em ambientes salubres, caso da lagoa da Fajã-dos-Cubres de São Jorge, e em pauis da Terceira (Morton *et al.*, 1998).

A.11.2. Grupos heterotróficos - Invertebrados marinhos

Estão incluídos nos invertebrados marinhos todos os grandes Filos de animais, desde organismos de pequena dimensão a organismos ou colónias de grande dimensão. Praticamente todos eles ocorrem nos Açores, mas a grande maioria é muito mal conhecida não havendo revisões científicas recentes. Provavelmente os Fila melhor conhecidos são os Moluscos e os Artrópodes-Crustáceos, por conterem muitas espécies com interesse comercial. Para além do interesse comercial e/ou pesqueiro muitos grupos de invertebrados têm um interesse ecológico muito relevante, constituindo-se como grupos de importância fundamental para o funcionamento dos ecossistemas marinhos.

A.11.2.1. Zooplâncton & Micronécton

Os animais de pequena dimensão que andam à deriva pelos oceanos (zooplâncton), alimentando-se de fitoplâncton ou de outros animais de menor dimensão, constituem o segundo grande nível trófico, que serve de alimento ao nível seguinte, onde se encontram a maioria das espécies com interesse comercial. É constituído por muitos organismos que aí vivem de forma permanente (holoplâncton), ou de forma temporária, apenas numa fase inicial do ciclo de vida, como estados

larvares (meroplâncton), que vão crescendo e tendo maiores capacidades locomotoras, tornando-se organismos micronectónicos. Estes organismos podem ser estudados de forma integrada, através do eco que refletem nas zonas acústicas, formando camadas difusoras profundas (DSL). No primeiro caso estão variadas espécies de crustáceos copépodes, ostracodes, apendiculários, etc. No segundo caso estão diversos estados larvares de crustáceos-decápodes, equinodermes, moluscos, peixes.

O estudo destes organismos nos Açores ainda carece de algum esforço. No entanto, em 3 campanhas pontuais na zona oceânica foi efetuado um estudo geral do zooplâncton (Muzavor, 1981; Sobral *et al.*, 1985) e na zona costeira - da baia de Porto Pim - Faial (Silva, 2000). Há também que referir dois estudos particulares sobre o ictioplâncton costeiro do Faial (ex. Sobrinho-Gonçalves & Isidro, 2001) e no Banco D. João de Castro (Sobrinho-Gonçalves & Cardigos, 2006). Na zona costeira o zooplâncton é dominado, em número, por copépodes (69%, principalmente *Clausocalanus arcuicornis*, *Pleuromamma gracilis*, *Calanus minor* e *Acartia danae*), quetognatas e eufauseáceos, (5%, cada), ostracodes (4%), taliáceos e apendiculários (3%, cada), para além de outros grupos menos numerados (Silva, 2000). Sobrinho-Gonçalves & Isidro (2001) verificaram que o ictioplâncon superficial costeiro era dominado por espécies mesopelágicas e batipelágicas (mictofídeos e gonostomatídeos), sendo mais abundante quando a biomassa do restante zooplâncton começava a decrescer.

Mais recentemente, Carmo *et al.* (2013) estudaram o zooplâncton do banco Condor (W do Faial) em 2010 e compararam os resultados que obtiveram com os estudos anteriores. Verificaram que as biomassas de zooplâncton foram máximas em julho (32,8 mg.m-3, peso seco) e mínimas em setembro (10,2 mg.m-3, peso seco), correspondendo a uma abundância média total de ~1300 zooplânctones por m3., de 147 taxa zoológicos, dominada em termos de grandes grupos, pelos crustáceos (72,6%), a grande maioria dos quais são copépodes (60,9%), que foi o grupo com maior diversidade, seguida pelos urocordados (17,4%), protozoários (4,7%), moluscos (3,5%) e restantes taxa (1,9%). Nos copépodes, os calanóides dominaram todos os meses estudados (57,8% em março e 45,8% em setembro), embora em julho tivessem praticamente metade da abundância dos outros meses (26,5%). O segundo subgrupo com maior abundância relativa variou ao longo dos meses estudados, no início da primavera foram mais abundantes (12,5%) os estados larvares de crustáceos (náuplios), no verão foram os apendiculários (18,0%) e no final do verão os copépodes ciclopóides (13,2%) (Carmo *et al.*, 2013).

Refira-se ainda que há mais alguns estudos internacionais sobre a composição do zooplâncton do Atlântico Norte nas proximidades dos Açores (Angel, 1989; Head *et al.*, 2002; Huskin *et al.*, 2004; Gaard *et al.*, 2008; Martin & Christiansen, 2009; www.nodc.noaa.gov/General/plankton.html), pelo que as espécies referidas nesses trabalhos deverão também ocorrer na subárea dos Açores da ZEE de Portugal.

A.11.2.2. Macroplâncton e Macronécton– diversos grupos

Existem uma variedade de espécies de organismo de tamanho considerável de invertebrados com capacidades de locomoção reduzida, mas que têm um papel fundamental na dinâmica trófica dos oceanos, sendo a maior parte deles organismos de natureza gelatinosa. Incluem-se neste grupo os grandes cnidários-sifinóforos superficiais (caravela-portuguesa – *Physalia physalus*), sifonóforos-pelágicos (*Apolemia uvaria*), diversas espécies de cnidários-medusas (água-viva - *Pelagia noctiluca*); ctenóforos (*Beroe* spp.); quetognatas (*Sagitta* spp.); moluscos-gastrópodes (*Janthina janthina*), moluscos-pterópodes; tunicados (pirosomas e salpas). O último grupo é particularmente relevante

pelo papel que têm como grandes consumidores de fitoplâncton e zooplâncton. Qualquer destes grupos tem sido pouco estudado nos Açores, apesar do impacto que têm sobre as espécies de interesse comercial, bem como pelo incómodo que cria em várias atividades de turismo náutico, sobretudo as medusas.

A.11.2.3. Macronêcton - cefalópodes

Estão registadas 54 espécies de cefalópodes no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, dos quais a maioria são lulas e potas (35 espécies), seguindo-se os octópodes (16 espécies) e outros grupos de cefalópodes (Cardigos & Porteiro, 1998). Contudo, é possível que muitas outras espécies de cefalópodes referidas para o Atlântico NE possam também ocorrer nos Açores (cf. Clarke, 2006). Destas espécies de cefalópodes, a grande maioria são espécies oceânicas epipelágicas ou de maior profundidade. Algumas destas espécies de lulas pelágicas acumulam grande quantidade de amónia nos seus tecidos e acabam por não ser nadadores muito ativos (ex. lulas-de-vidro - Fam. Cranchiidae), podendo antes ser consideradas como macrozooplancton.

As espécies costeiras bentónicas de cefalópodes estão limitadas ao polvo-comum (*Octopus vulgaris*), que é a espécie de observação mais regular nos Açores, ao polvo malhado (*O. macropus*), cuja ocorrência se limita a algumas observações são irregulares. É ainda comum a ocorrência junto à costa da lula-mansa (*Loligo forbesi*), que é uma espécie nectobentónica (demersal), cujos juvenis podem ocorrer em zonas costeiras de pouca profundidade (ex. 20 m), mas os adultos ocorrem a moires profundidades (300-400 m).

Curiosamente algumas espécies de polvos oceânicos epipelágicos são regularmente arrojadas (vivas ou mortas) nas costas das ilhas, quando as correntes e ventos trazem este tipo de fauna para zonas de menor profundidade. Estão neste caso, o argonauta - *Argonauta argo*, o polvo-de-véu – *Tremoctopus violaceus*, e o polvo-de-ventre-rugoso – *Ocythoe tuberculata*. Todas são espécies com um dimorfismo sexual extremo, em que as fêmeas são gigantes comparativamente aos machos, que nunca foram encontrados na região. Refira-se ainda, a ocorrência regular do polvo gelatinoso, lulão – *Haliphron atlanticus*, que é uma espécie mesopelágica oceânica, muito mal conhecida. Praticamente todos os anos são relatadas ocorrências de pedaços de lulões a flutuar à superfície na proximidade de cetáceos, indicando que esta espécie deve ter um papel importante na alimentação destes predadores, informação que foi constatada em estudos de conteúdos alimentares de cetáceos (ex. cachalote - Clarke *et al.*, 1993). A existência de lula-gigante (*Architeuthis dux*) na região tem sido registada na região através de arrojamentos de animais mortos e em estudos de conteúdos alimentares de cetáceos, embora não tenha siso possível encontrar animais vivos, apesar de várias campanhas que houve para esse efeito (ex. projeto “NGS – Crittercam”). Um dos aspetos mais curiosos relativamente aos cefalópodes nos Açores é a alegada presença do choco-comum, *Sepia officinalis*, referida como comum por Drouët (1858), mas que, posteriormente, nunca mais foi observada. A ser verdade esta referência, apenas se pode concluir que a população desta espécie se extinguiu nos Açores.

Em termos de exploração comercial de cefalópodes nos Açores, só há duas espécies de cefalópodes exploradas comercialmente, o polvo-comum, através de uma pescaria artesanal costeira por mergulhadores em apneia (Gonçalves, 1993), e sobretudo a pescaria da lula-mansa, através de linhas de mão com toneiras, que é a pescaria que atinge maiores desembarques (Porteiro, 1994).

As espécies de cefalópodes ocorrentes nos Açores não têm nenhum estatuto de conservação atribuído, apenas o polvo-comum tem definido um tamanho mínimo de captura (750 g).

A.11.3. Grupos heterotróficos - Vertebrados marinhos

Ocorrem na subárea dos Açores da ZEE de Portugal todos os subgrupos mais importantes de vertebrados marinhos existentes nos oceanos (peixes, répteis, aves e mamíferos).

A.11.3.1. Ictiofauna marinha

Os peixes são um dos grupos zoológicos melhor conhecidos na região, tendo começado a ser estudado de forma regular desde o Séc. XIX, havendo revisões recentes (Santos *et al.*, 1995, 1997; Arruda, 1997; Saldanha, 2003; Porteiro *et al.*, 1999; 2010) e novos registos (p.ex. Afonso *et al.*, 2013).

A subárea dos Açores da ZEE tem uma fauna ictiológica marinha diversa e abundante, embora vários fatores, incluindo o efeito da grande distância às massas continentais, façam com que o número de espécies seja o mais reduzido de todos os arquipélagos macaronésicos. A maioria das espécies existentes na região tem uma distribuição geográfica centrada no Atlântico Nordeste (europeu) e no Mediterrâneo. As poucas espécies que os Açores têm em comum com o Atlântico Noroeste (americano) são transatlânticas tendo, portanto, uma distribuição muito vasta em todo o hemisfério. Esta afinidade biogeográfica é uma constante também nos restantes grupos de seres vivos.

Os peixes são um dos grupos animais que melhor ocuparam todos os habitats marinhos da região, vivendo desde zonas de baixa profundidade, seja a zona litoral das costas insulares e poças de maré, seja a camada epipelágica mais superficial, até às zonas mais profundas dos fundos bentónicos das planícies abissais e à sua correspondente zona pelágica (abissopelágica), tendo normalmente um papel estruturante em todos estes habitats. Contudo, apesar desta ampla distribuição, o grau de endemismo é pobre.

Apenas duas espécies de peixes litorais foram descritas com base em exemplares dos Açores: o rascasso *Scorpaena azorica* e o bodião *Centrolabrus caeruleus*. A primeira foi durante muito tempo conhecida apenas através do exemplar que serviu de base à descrição, não havendo observações posteriores na região, embora haja indicações recentes de que pode ocorrer também no Mediterrâneo. A segunda foi descrita apenas em 1999, apesar de ser uma das espécies litorais mais abundantes e conspícuas, por ter sido confundida com uma espécie aparentada existente na Madeira e Canárias. Trata-se com elevada probabilidade de uma espécie endémica dos Açores (Azevedo, 1999).

Para além da importância ecológica dos peixes nos ecossistemas marinhos dos Açores, este grupo assume também grande importância económica, seja ao nível da exploração primária do setor das pescas (pescaria de demersais e de espécies de profundidade, pescaria de superfície de tunídeos) seja no setor terciário do turismo (pescarias lúdico-recreativas – *big game fishing*, observação turística de tubarões, etc.). Estas atividades incidem sobre os principais sub-grupos taxonómicos de peixes existentes na região: condrícteos (peixes cartilaginosos - tubarões e raias) e actinopterígeos (teleósteos - maioria dos peixes ósseos).

Tubarões e raias

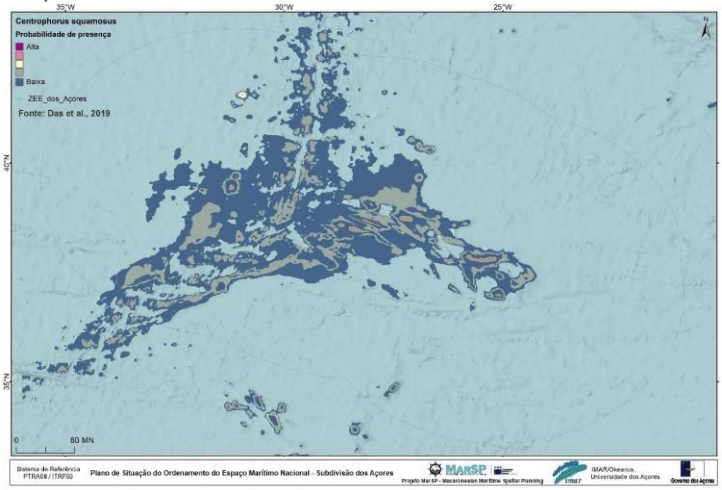
De acordo com Porteiro *et al.* (2010), estão registadas 41 espécies de tubarões confirmadas na subárea dos Açores da ZEE de Portugal e praticamente mais duas dezenas de espécies de ocorrência muito ocasional ou duvidosa, um pouco mais que as 55 espécies referidas por Barreiros & Gadig (2011). O tubarão-baleia (*Rhincodon typus*), que é a maior das espécies de tubarão e o maior peixe conhecido, vivendo habitualmente em oceanos quentes e de clima tropical, tem sido avistado com regularidade ao largo da Ilha de Santa Maria. Nos Açores, é também conhecido como pintado, em virtude do seu dorso estar repleto de pequenas manchas esbranquiçadas.

Outras espécies de grande tubabões pelágicos, como o grande-tubarão-branco (*Carcharodon carcharias*), o tubarão-mako ou rinquim (Isurus oxyrhinchus), o tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvieri*), o tubarão-touro (*Carcharhinus leucas*), o tubarão-de-pontas-brancas-oceânico (*Carcharhinus longimanus*), o tubarão-martelo (*Sphyrna zygaena*), e o tubarão-azul ou tintureira (*Prionace glauca*) estão registados nos Açores.

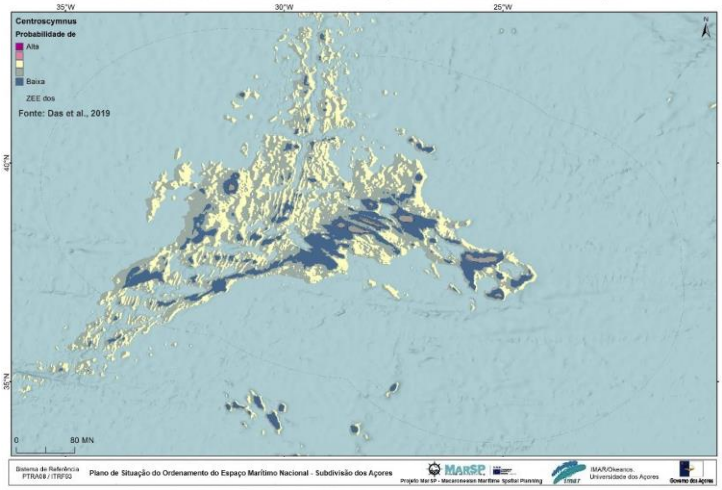
De um modo geral, podemos dividir os peixes cartilagíneos dos Açores em dois grandes grupos: espécies epipelágicas e de demersais de profundidade. Fazem parte das espécies pelágicas, todas as anteriormente referidas e as jamantas (*Manta birostris* e *Mobula* spp.), das quais a mais abundante é a tintureia, que é alvo de uma pescaria pelágica dirigida a esta espécie e também ao espadarte. Nas espécies de profundidade dominam espécies de pequenos tubarões como as gatas-lixas (*Dalatias licha*) e sapatas (*Deania profundorum*) também os grandes tubarões albafares (*Hexanchus griseus*), para além de várias espécies de quimeras (*Chimaera monstrosa* e *Hydrolagus* spp.).

As figuras seguintes representam a aplicação de modelos aditivos generalizados para inferir a distribuição do habitat adequado (probabilidade de presença) de 15 espécies de elasmobrânquios de profundidade, desenvolvidos no âmbito do projeto ATLAS, tendo sido usados dados de pesca de linha e anzol dirigida a espécies de fundo entre 1996 e 2017, do programa de observação das devoluções ao mar (2004-2012 e 2016) e do projeto Discardless (2017-18), de acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020) e Das *et al.* (2022).

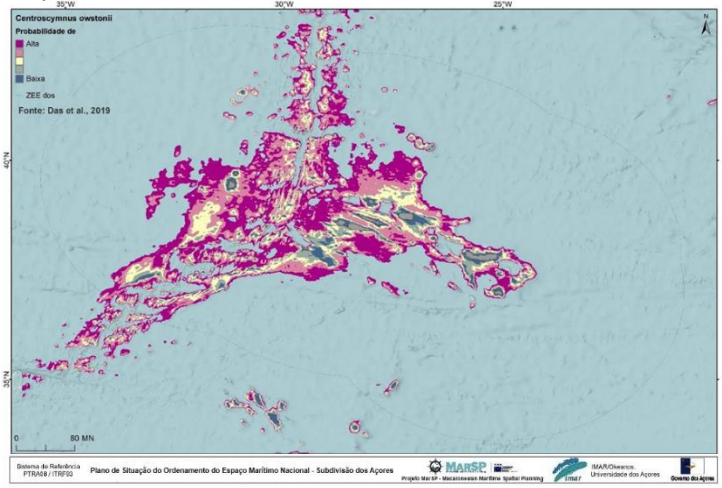
A) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Centrophorus squamosus



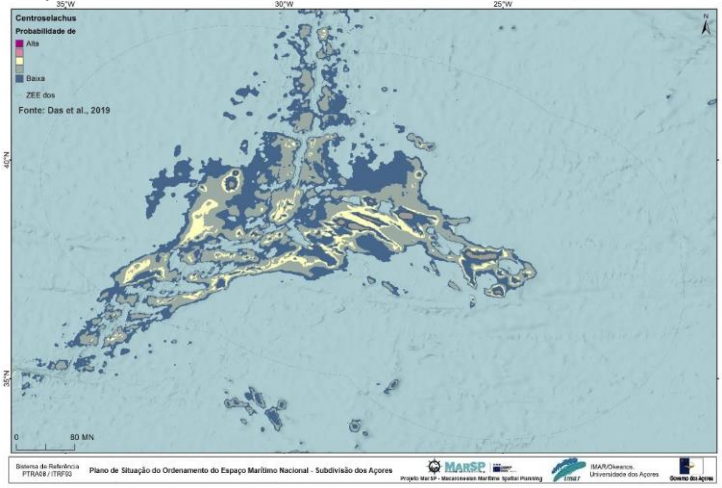
B) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Centroscymnus coelolepis



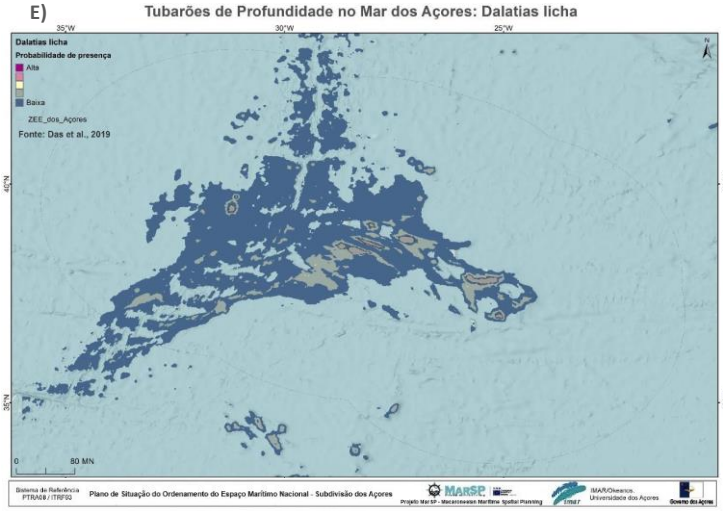
C) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Centroscymnus owstonii



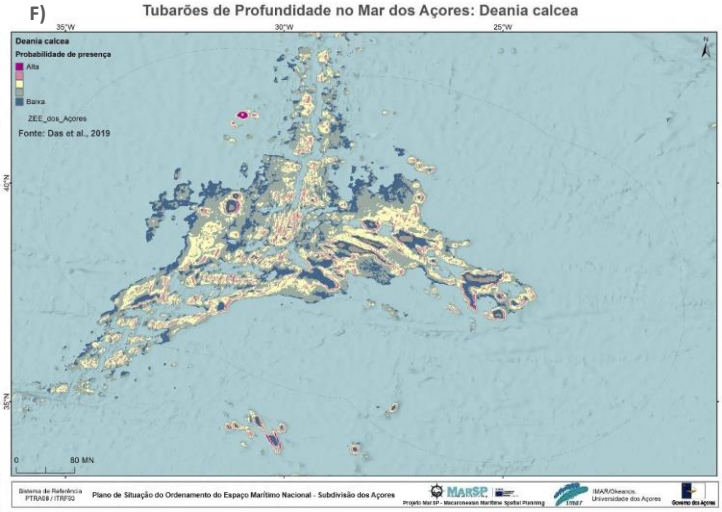
D) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Centroselachus crepidater



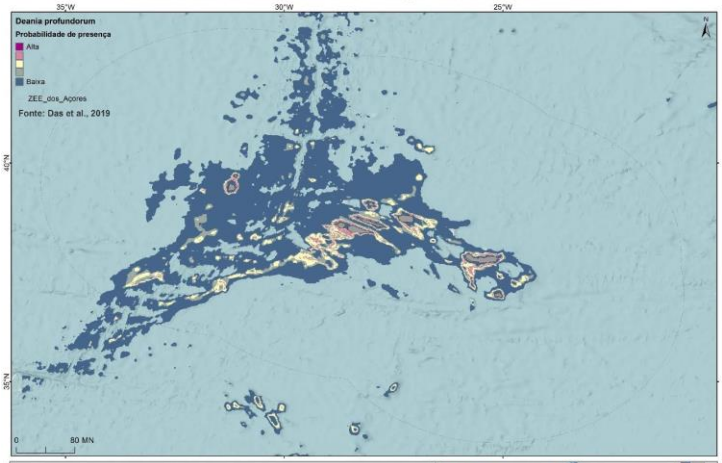
E) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Dalatias licha



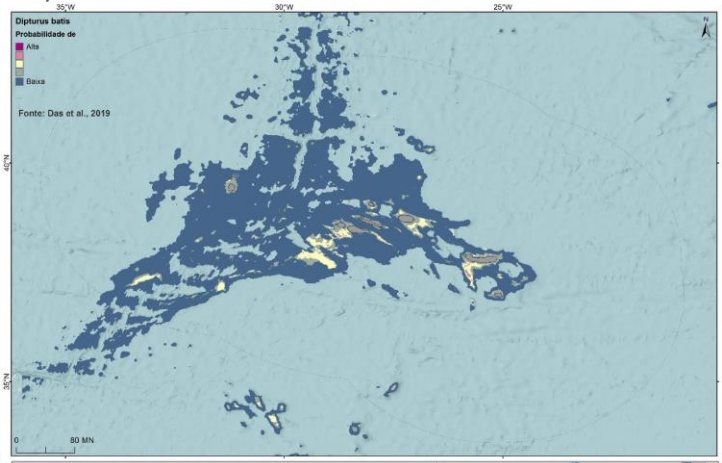
F) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Deania calcea



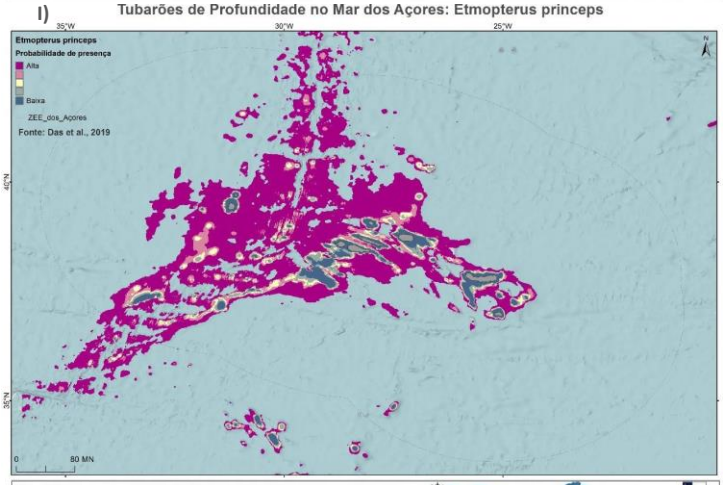
G) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Deania profundorum



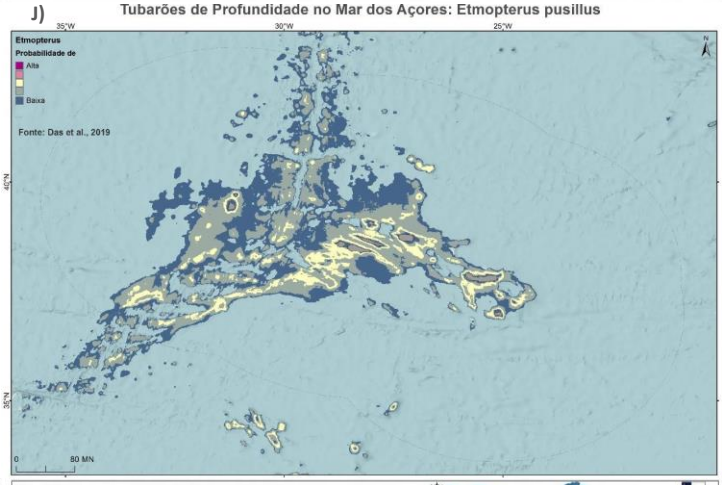
H) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Dipturus batis



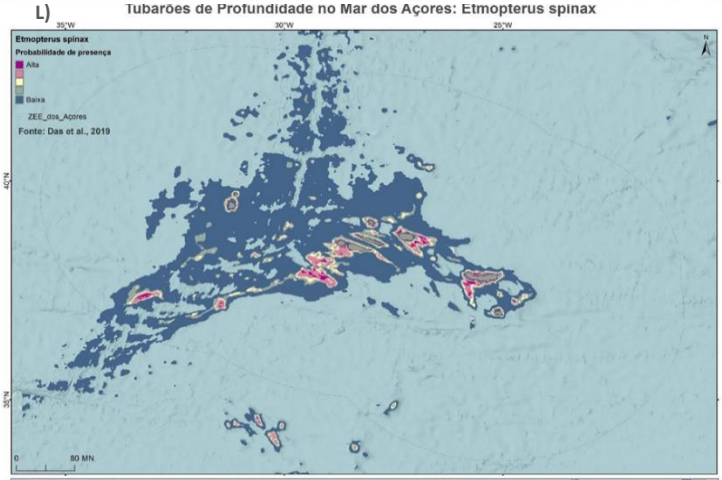
I) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Etmopterus princeps



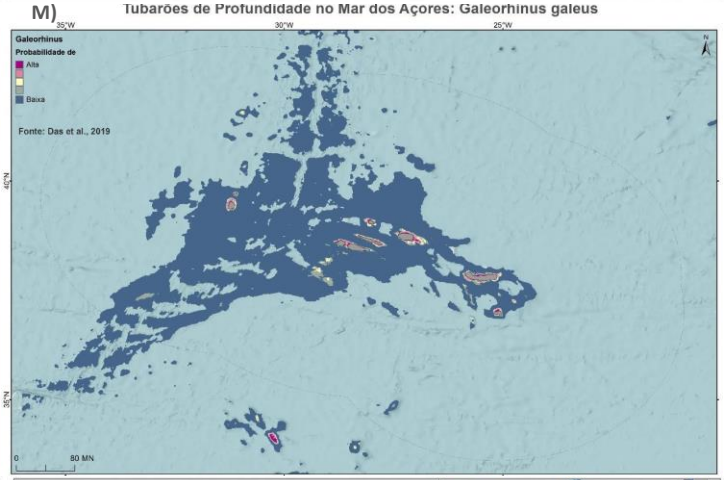
J) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Etmopterus pusillus



L) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Etmopterus spinax



M) Tubarões de Profundidade no Mar dos Açores: Galeorhinus galeus



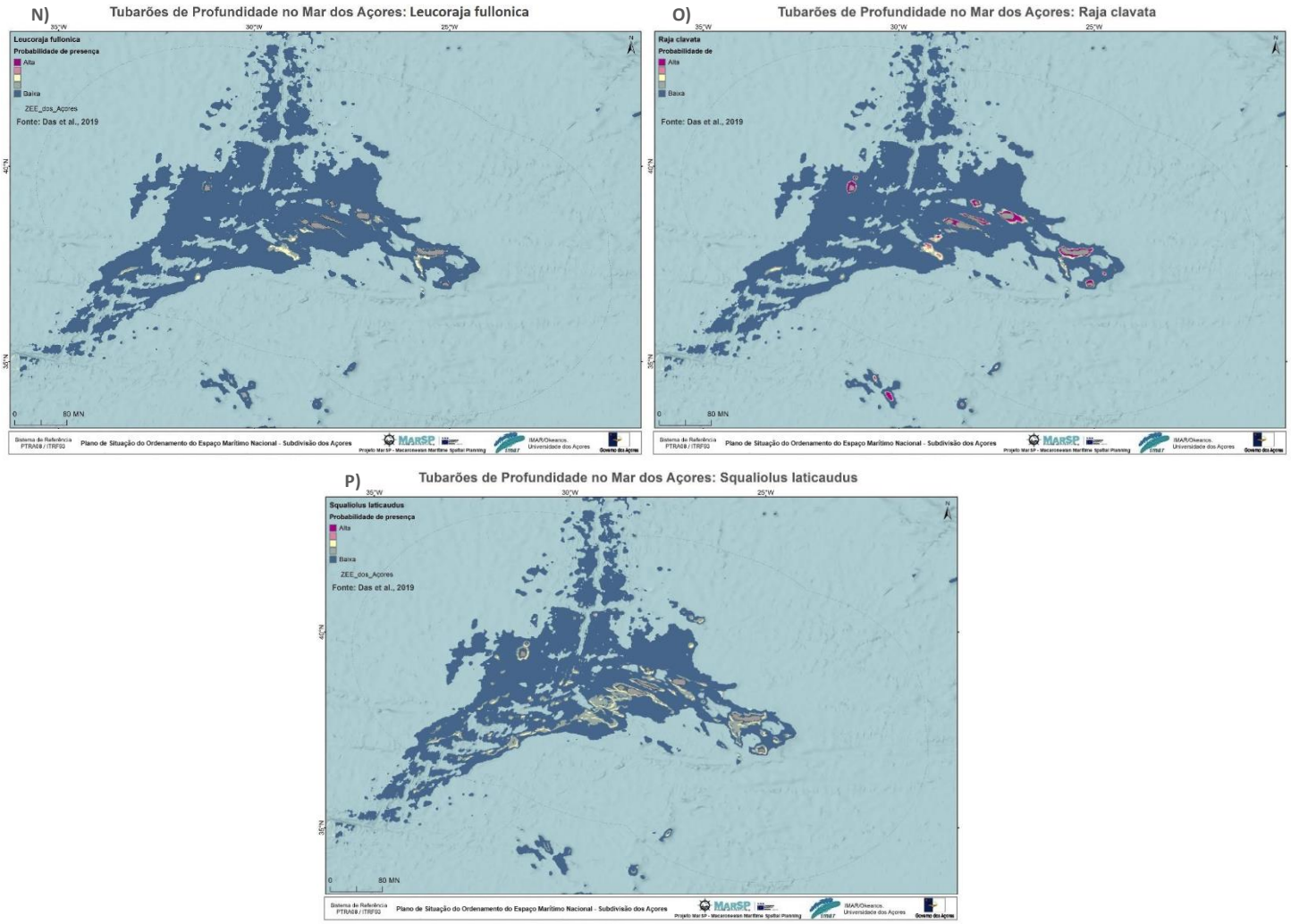


FIGURA 70. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA DO HABITAT ADEQUADO (PROBABILIDADE DE PRESENÇA) DAS ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS DE PROFUNDIDADE (A) *CENTROPHORUS SQUAMOSUS*, (B) *CENTROSCYMNUS COELOLEPIS*, (C) *CENTROSCYMNUS OWSTONII*, (D) *CENTROSELACHUS CREPIDATER*, (E) *DALATIAS LICHA*, (F) *DEANIA CALCEA*, (G) *DEANIA PROFUNDORUM*, (H) *DIPTURUS BATIS*, (I) *ETMOPTERUS PRINCEPS*, (J) *ETMOPTERUS PUSILUS*, (L) *ETMOPTERUS SPINAX*, (M) *ETMOPTERUS GALEUS*, (N) *LEUCORAJA FULLONICA*, (O) *RAJA CLAVATA*, E (P) *SQUALIOLUS LATICAUDUS*. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (DAS *ET AL.*, 2022).

A Figura 71 representa a modelação preditiva do habitat adequado de espécies de tubarões e raias de profundidade vulneráveis nos Açores (Rodrigues *et al.*, 2020; Das *et al.*, 2022). As espécies foram selecionadas de acordo com sua ocorrência, estado de conservação e vulnerabilidade, e incluíram 10 tubarões (*Centrophorus squamosus, Centroscymnus coelolepis, Centroscymnus owstonii, Centroselachus crepidater, Dalatias licha, Deania calcea, Deania profundorum, Etmopterus pusillus, Etmopterus spinax, Squaliolus laticaudus*) e duas raias (*Dipturus intermedia cf. Batis, Leucoraja fullonica*).

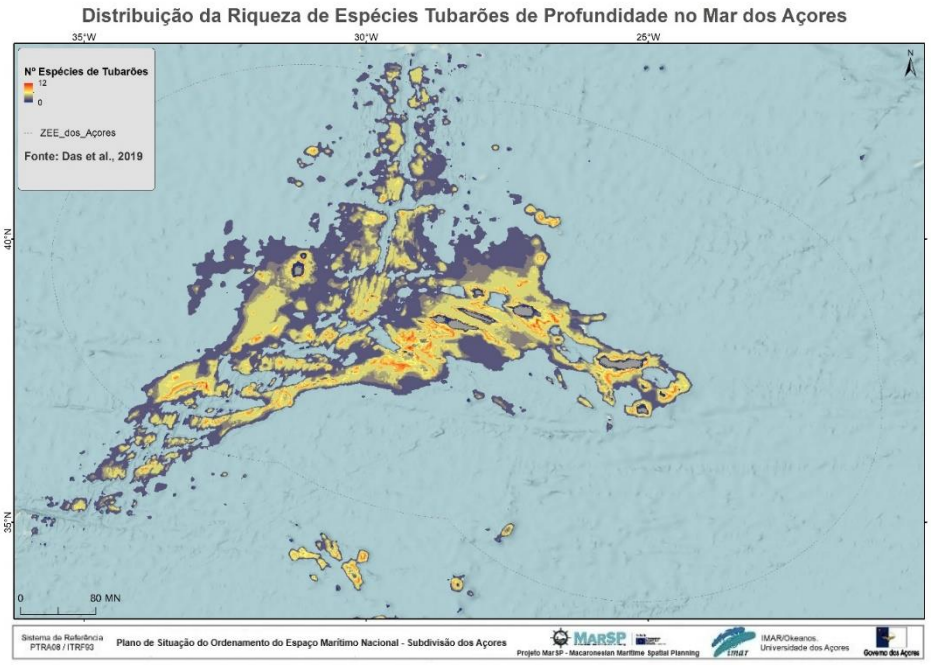


FIGURA 71. DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE TUBARÕES E RAIAS DE PROFUNDIDADE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (DAS *ET AL.*, 2022).

Peixes ósseos

Relativamente aos peixes ósseos registados na subárea dos Açores da ZEE de Portugal estão contabilizadas 405 espécies e mais 78 de ocorrência muito esporádica ou duvidosa (Porteiro *et al.*, 2010).

Neste grupo incluem-se as espécies de grandes migradores oceânicos, que constituem a base das pescarias de superfície, salientando-se os atuns (rabilo - *Thunus thynnus thynus*; voador -*T. alalunga*; galha-à-ré - *T. albacares*; patudo - *T. obesus*; e bonito – *Katsuwonus pelamis*), dourados (*Coryphaena hippurus*), cavalas-da-Índia (*Acanthocybium solandri*), serras (*Sarda sarda*) e os peixes-de-bico (espadartes - *Xiphias gladius*; espadim-azul – *Makaira nigricans*; e outros espadins – *Tetrapturus* spp.) que são alvo principal da pesca grossa desportiva *big game fishing*, um dos atrativos turísticos dos Açores. Todas estas espécies alimentam-se de cardumes de pequenos pelágicos (chicharros – *Trachurus picturatus*; sardinhas – *Sardina pilchardus*, cavalas – *Scomber colias*; peixe-pau – *Capros aper*).

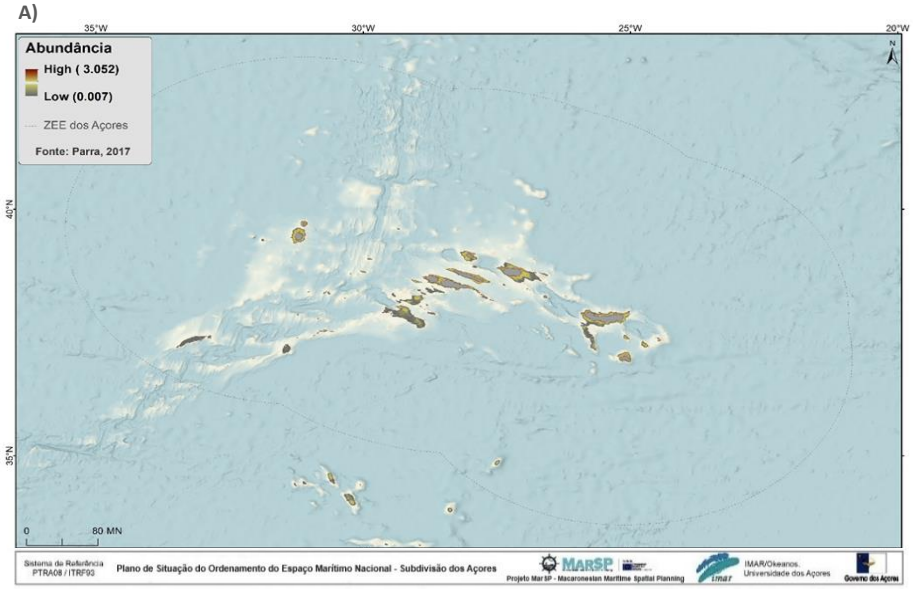
Fazem também parte deste grupo as comunidades de peixes costeiros (blenídeos – *Ophioblennius atlanticus*, *Parablennius* spp.; rainhas – *Coris julis*; peixe-rei – *Thalassoma pavo*; sargos – *Diplodus* spp.; castanhetas-amarelas – *Chromis limbata*; castanhetas pretas – *Abudefduf luridus*; bodiões verdes – *Centrolabrus caeruleus*; rascassos – *Scorpaena* spp.; sopapos – *Sphoeroides marmoratus*; bodiões-vermelhos – *Labrus bergylta*; tainhas – *Chelon labrosus*; garoupas – *Serranus atricauda*; vejas – *Sparisoma cretence*; salemas – *Sarpa salpa*; besugos – *Pagellus acarne*; patruças – *Kyphosus* spp.; bogas – *Boops boops*; abróteas – *Phycys phycis*; peixe-cão – *Bodianus scrofa*; meros – *Epinephalus marginatus*; lírios – *Seriola* spp.; enxaréus – *Pseudocaranx dentex*; peixe-porco – *Balistes capriscus*; anchovas – *Pomatomus saltatrix*; moreias – *Muraena* spp. *Gymnothorax unicolor*;

congros – *Conger conger*; solhas – *Bothus poda*; peixe-lagarto – *Synodus saurus*; entre outras espécies.).

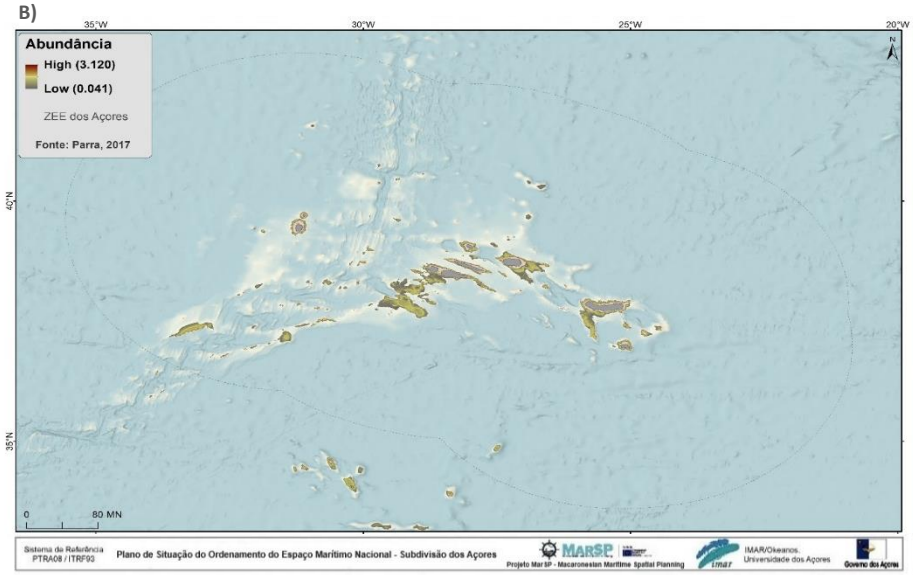
Contudo, os mais importantes em termos pesqueiros são as espécies de peixes ósseos demersais, que constituem a base da pescaria demersal multiespecífica dos Açores (goraz – *Pagellus bogaraveo*; imperadores – *Beryx* spp.; cherne – *Polyprion americanus*; pargos – *Pagrus pagrus*; boca-negra – *Helicolenus dactylopterus*; bagre – *Pontinus kuhlii*; rocaz – *Scorpaena scrofa*; peixe-espada-branco – *Lepipodus caudatus*; peixe-espada-preto - *Aphanopus* spp.; melga – *Mora moro*; abrótea-do-alto – *Phycis blennoides*; pescada – *Molva dipterygia*; garoupa-do-alto – *Serranus cabrilla*; tamboril – *Lophius piscatorius*; etc.), podendo ocorrer neste grupo algumas das espécies costeiras anteriormente referidas. Muitas destas espécies de peixes ósseos formam comunidades específicas em diferentes tipos de habitats e profundidades, em conjunto com outras espécies de peixes contríctios e de invertebrados.

As figuras seguintes apresentam a distribuição preditiva para a abundância relativa das espécies *Phycis phycis, Beryx splendens, Pontinus kuhlii, Helicolenus dactylopterus, Pagellus bogaraveo*, e *Beryx decadactylus*, de acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020) e Parra *et al*. (2017). Os modelos preditivos foram construídos com base em dados de ocorrência e abundância de peixes recolhidos ao longo de 13 anos de cruzeiros de palangre de fundo (entre 1996 e 2011, com exceção de 1998 e 2006), combinados com variáveis do fundo do mar (profundidade da coluna de água, tipo de sedimento, declive do fundo).

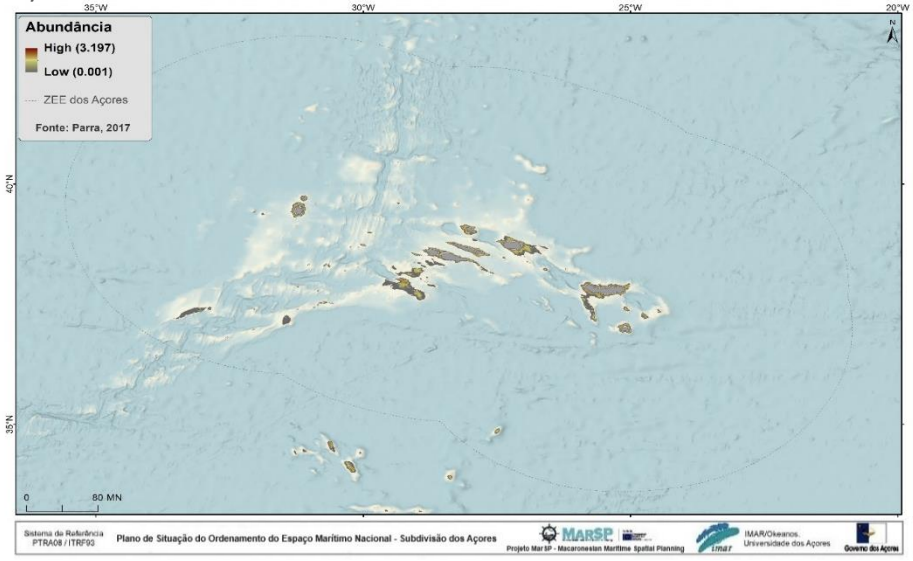
A)

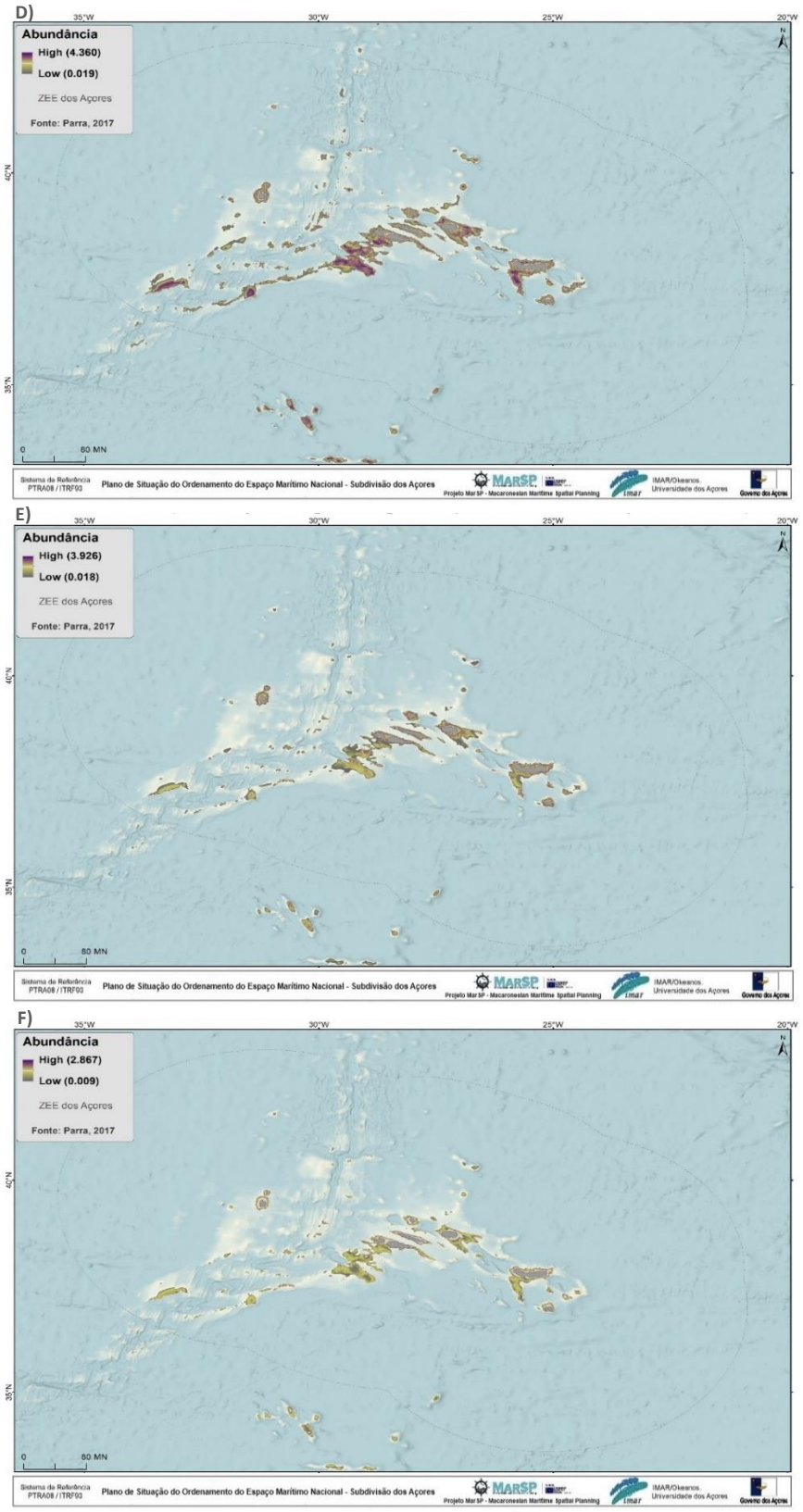

35°W
30°W
25°W
20°W
N
Abundância
High (3.052)
Low (0.007)
ZEE dos Açores
Fonte: Parra, 2017
40°N
35°N
0
80 MN
Sistema de Referência PTRA08 / ITRF93
Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional - Subdivisão dos Açores
MARSP
Projeto Mar SP - Macaronesian Maritime Spatial Planning
IMAR/Okeanos Universidade dos Açores
Governo dos Açores

B)


35°W
30°W
25°W
20°W
N
Abundância
High (3.120)
Low (0.041)
ZEE dos Açores
Fonte: Parra, 2017
40°N
35°N
0
80 MN
Sistema de Referência PTRA08 / ITRF93
Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional - Subdivisão dos Açores
MARSP
Projeto Mar SP - Macaronesian Maritime Spatial Planning
IMAR/Okeanos Universidade dos Açores
Governo dos Açores

C)


35°W
30°W
25°W
20°W
N
Abundância
High (3.197)
Low (0.001)
ZEE dos Açores
Fonte: Parra, 2017
40°N
35°N
0
80 MN
Sistema de Referência PTRA08 / ITRF93
Plano de Situação do Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional - Subdivisão dos Açores
MARSP
Projeto Mar SP - Macaronesian Maritime Spatial Planning
IMAR/Okeanos Universidade dos Açores
Governo dos Açores



3634 FIGURA 72. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES (A) *PHYCIS PHYCIS,* (B) *BERYX SPLENDENS,* (C)
3635 *PONTINUS KUHLII,* (D) *HELICOLENUS DACTYLOPTERUS,* (E) *PAGELLUS BOGARAVEO,* E (F) *BERYX DECADACTYLUS*. FONTE: RODRIGUES
3636 *ET AL.*, 2020 (PARRA *ET AL.*, 2017).

A Figura 73 representa a modelação preditiva da adequação do habitat de peixes de profundidade comercialmente importantes nos Açores (Rodrigues *et al.*, 2020; Parra *et al.*, 2017). Foram incluídas seis espécies de peixes de profundidade, designadamente *Beryx decadactylus, Beryx splendens, Helicolenus dactylopterus, Pagellus bogaraveo, Polyprion americanus,* e *Pontinus kuhlii*.

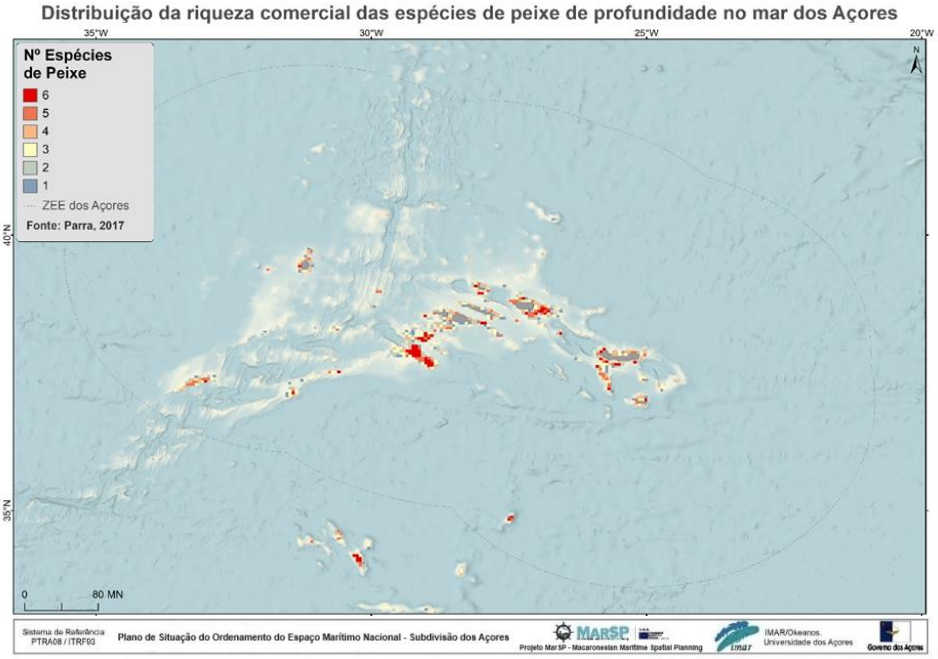


FIGURA 73. DISTRIBUIÇÃO DA RIQUEZA COMERCIAL DAS ESPÉCIES DE PEIXE DE PROFUNDIDADE NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020 (PARRA *ET AL.*, 2017).

Conservação

Comparativamente a outros grupos de vertebrados, a maioria das espécies de peixes ocorrentes nos Açores não tem atribuída estatutos de conservação pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN). Nos casos em que existe a atribuição desse estatuto de conservação, as razões desta classificação baseiam-se quase sempre na sua sobre-exploração ou na destruição de habitats da sua área de distribuição geográfica, e não por causas eminentemente regionais. Assim, nas espécies que aqui ocorrem, o estatuto de maior ameaça (CR – em perigo crítico) está atribuído apenas à enguia europeia (*Anguilla anguila*). Já o segundo nível de ameaça (EN – Em perigo) está atribuído a várias espécies de teleósteos (rabilo; espadarte; pargo; mero; badejo – *Mycteroperca fusca*). O estatuto de vulnerável (VU) está atribuído a várias espécies de tubarões de superfície (pintado; rinquim; tubarão-martelo; tubarão-branco; tubarão-raposo-olhudo – *Alopias superciliosus*, tubarão-frade – *Cetorhinus maximus*; cação – *Galeorhinus galeus*) e de profundidade (gata-lixa; sapata; tubarão-barroso – *Centrophorus granulosus*) bem como a teleósteos (atum-patudo, peixe-cão; cavalo-marinho - *Hippocampus erectus*). Com estatutos de conservação menos graves, seja pouco preocupante (LC – ex. tainha); ou quase ameaçado (NT – ex. tintureira; raia – *Raja clavata*; galha-à-ré; voador) e com falta de dados (DD) ou não avaliadas (NE) estão a maioria das outras espécies de peixes, embora estes estatutos gerais possam não ser sempre adequados à situação destas espécies na região. Convém ainda referir que, muitas espécies de peixes mesmo não tendo atribuídos estatutos de conservação da IUCN, têm medidas de exploração pesqueira (quotas e /ou tamanhos mínimos de captura) tendo algumas delas o estatuto geral de comercialmente ameaçadas (ex. congro, tamboril, abrótea, peixe-galo - *Zeus faber*; salmonete), embora este possa

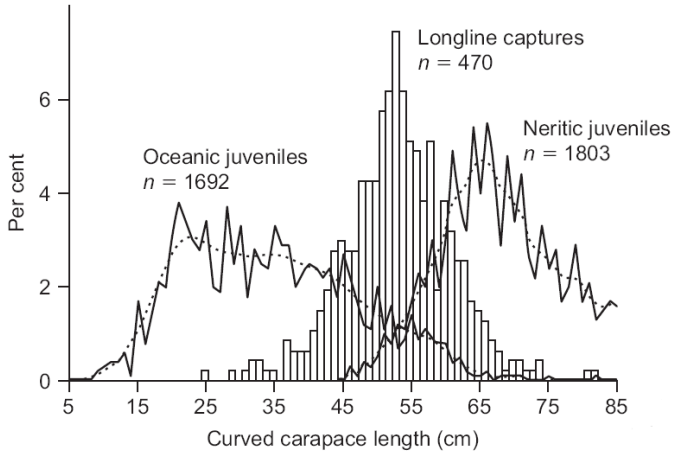
não ser o caso específico para as suas populações nos Açores. Refira-se que nos Açores, há espécies que foram consideradas como sensíveis è exploração nos Açores (goraz, imperador, alfonsim, cherne, escamuda, melga, tamboril, espada-branco – Gallagher *et al.*, 2013).

A.11.3.2. Répteis marinhos

Os únicos répteis marinhos existentes no arquipélago dos Açores e em todo o Atlântico limitam-se ao grupo das tartarugas-marinhas (Infraordem Testudines), que vivem predominantemente na zona oceânica e se reproduzem em praias. Já foram registadas na região 5 espécies com ampla distribuição geográfica, das 7 espécies existentes no mundo, e nenhuma delas nidifica no arquipélago. Na Família Cheloniadae (tartarugas de carapaça rígida), ocorrem nos Açores 4 espécies: tartaruga-careta (*Caretta caretta*), tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), tartaruga-de-escamas (*Eretmochelys imbricata*) e tartaruga-de-Kemp (*Lepidochelys kempii*). Na Família Dermochelidae (carapaça-mole) existe apenas a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*), que é a espécie que atinge maiores dimensões. Destas espécies, a tartaruga-careta é a que tem ocorrência mais regular, seguindo-se em abundância relativa a tartaruga-verde, que é que ocorre em águas mais costeiras, e a tartaruga-de-couro, de ocorrência predominantemente oceânica. A ocorrência da tartaruga-de-escamas, bem como da tartaruga-de-Kemp, pode considerar-se como ocorrências raras na região. Refira-se ainda que uma outra espécie de tartaruga marinha, a tartaruga-olivácea (*Lepidochelys olivacea*) tem uma ocorrência registada nas proximidades da subárea dos Açores da ZEE de Portugal (302 milhas náuticas a SW da ZEE em 3 de outubro de 2009, capturada pelo palangreiro de superfície *Fran Ivan*, sendo esta a ocorrência a mais norte conhecida para esta espécie.

As tartarugas-marinhas das espécies que ocorrem nos Açores, com exceção das tartarugas-de-couro, são sempre indivíduos juvenis, que utilizam as águas da região como zona de alimentação e crescimento (Figura 74). Com exceção das tartarugas verdes, que se podem alimentar de espécies bentónicas de invertebrados e também de macroalgas, as restentes espécies de tartarugas marinhas alimentam-se de organismos epipelágicos gelatinosos de baixa mobilidade (medusas, sifinóforos, ctenóforos, salpas, pirosomas, etc). Esta constatação é particularmente evidente para tartarugas-careta juvenis durante a sua migração oceânica. Estudos preliminares indicam que a grande maioria dos indivíduos que se encontram na região são provenientes das praias de reprodução das costas sudeste dos Estados Unidos (90%), sendo que uma pequena fração nasceu no México (Bolten *et al.*, 1998; Encalada *et al.* 1998; Bolten, 2003). A informação resultante da recaptura de tartarugas marcadas na região, com marcas plásticas (ver abaixo programa de marcação), sugere que estes organismos têm um tempo de residência nestas águas que pode durar alguns anos. Estudos de telemetria de satélite, conduzidos a partir da região, têm corroborado estas conclusões (Bolten, 2003).

Embora as águas da região sejam consideradas um habitat essencial para o desenvolvimento destas tartarugas juvenis, não se conhecem valores para a sua abundância nesta área geográfica. No entanto, há indicações que a variabilidade interanual, devido a causas oceanográficas, poderá ser elevada. As tartarugas nos Açores têm entre 10 e 65 cm de comprimento curvo de carapaça (CCL, do *Curved carapace length*). A fase oceânica das tartarugas-careta é conhecida pelo nome *lost years*, já que as tartarugas destas classes de comprimento intermédias, não se encontravam nas costas da Flórida e por isso se consideravam perdidas no Atlântico Norte.



3705 FIGURA 74. DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DE TAMANHOS (EM PERCENTAGEM) DA FASE OCEÂNICA DAS TARTARUGAS CAPTURADAS
3706 NAS ÁGUAS DOS AÇORES (*CARETTA CARETTA*). FONTE: ADAPTADO DE BOLTEN *ET AL.* (2003) E SANTOS *ET AL.* (2007) *IN* SRMCT
3707 (2014).

O HISTOGRAMA REPRESENTA AS TARTARUGAS CAPTURADAS NA PESCARIA DE PALANGRE DE SUPERFÍCIE DE ESPADARTE NAS ÁGUAS DA REGIÃO. AS LINHAS DA DIREITA REPRESENTAM AS TARTARUGAS NERÍTICAS NO ATLÂNTICO W, AO LONGO DA COSTA E DOS EUA. AS LINHAS DA ESQUERDA REPRESENTAM AS TARTARUGAS JUVENIS OCEÂNICAS ENCONTRADAS NA MESMA ZONA DOS EUA

3708 Durante a sua estadia na região dos Açores, as tartarugas juvenis mantêm essencialmente hábitos
3709 epipelágicos. Informação comportamental obtida por telemetria indica que os animais passam três-
3710 quartos do seu tempo entre a superfície e os primeiros 5 m de profundidade, mas que, por vezes,
3711 mergulham até aos 100 m e excecionalmente até aos 200 m de profundidade. Embora as tartarugas
3712 se desloquem por natação ativa ou por deriva passiva, a sua velocidade média mantém-se por volta
3713 dos 0,2 m/s (Bolten *et al.*, 2003).

3714 Também com base em estudos de telemetria e em informação resultante de programas de
3715 observação, Santos *et al.* (2007) verificaram que as tartarugas têm tendência para se agregar a
3716 montes submarinos oceânicos. Este comportamento poderá, de certa forma, explicar a razão da
3717 presença destes organismos nesta região, cuja complexidade topográfica e oceanográfica
3718 proporciona o habitat preferencial para estas tartarugas (Bolten 2003; Santos *et al.*, 2007). É
3719 referido que as tartarugas oceânicas podem adotar temporariamente um comportamento
3720 epibentónico nas costas das ilhas e nos montes submarinos de baixa profundidade (Bolten, 2003),
3721 mas observações desta alteração comportamental na região são escassas e esporádicas. Com cerca
3722 de 46 cm de CCL e 6 anos de idade (em média), as tartarugas iniciam uma nova fase da sua migração,
3723 rumo às praias onde nasceram (Bjorndal *et al.*, 2003). Estas associam-se às correntes prevalecentes
3724 e dirigem-se para a região da Madeira, depois para as Canárias e finalmente atravessam o Atlântico
3725 em direção às costas tropicais da América do Norte. Embora este seja o padrão geral para a maioria
3726 das tartarugas (Bolten, 2003), a recaptura no Mediterrâneo (e.g. Sicília) e nas costas de África de
3727 animais marcados nos Açores mostra que são possíveis rotas de migração alternativas. Este
3728 resultado é de certa forma surpreendente, já que aparentemente a região não constitui habitat para
3729 os juvenis da população Mediterrânica desta espécie. No entanto, o conhecimento das relações
3730 genéticas entre as tartarugas oceânicas que vivem nos Açores e as unidades demográficas que se
3731 estabelecem nos Grandes Bancos, no Atlântico Noroeste, no Mediterrâneo ou ao longo das costas
3732 de África, é ainda pouco claro. Um estudo recente (Monzón-Argüello, 2010) sugere que os juvenis
3733 de tartaruga-careta nascidos no Arquipélago de Cabo Verde (uma importante área reprodutora para

a espécie) também usam o Atlântico Norte central e as ilhas da Macaronésia, para além das costas de África e do Mediterrâneo, para se alimentarem durante a fase oceânica. No entanto, mesmo após vários estudos sobre a filogeografia da espécie no Atlântico, a descodificação da complexa estrutura populacional da tartaruga-careta, e de outras espécies de tartarugas migradoras, é ainda um desfio científico a explorar (Bjorndal & Bolten 2008; Monzón-Argüello *et al.*, 2010). A clarificação da conectividade e dos padrões de migração e de retorno às áreas de reprodução é fundamental para se estabelecerem programas de conservação baseados em unidades demográficas de gestão. De qualquer forma, os Açores têm uma importância crítica para o ciclo de vida da espécie, nomeadamente durante a sua longa fase oceânica pelágica; por essa razão a OSPAR (2012) considera a região como prioritária para a avaliação e gestão das tartarugas marinhas.

A importância dos Açores para as tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) deverá ser algo semelhante ao descrito para as tartarugas-caretas, e de cerro modo aplicável também para as tartarugas-de-couro. Para as outras espécies menos frequentes a importância das águas dos Açores deverá ser menos relevante, embora o estado de conservação destas espécies seja mais crítico.

Para todas as espécies de tartarugas marinhas que ocorrem nos Açores encontra-se atribuído um estatuto de conservação da IUCN como muito ameaçados: CR – criticamente ameaçadas (tartaruga-de-couro, tartaruga-de-escamas e tartaruga-de-Kemp) ou EN – em perigo (tartaruga-careta e tartaruga-verde). Este estatuto de grande ameaça é reconhecido praticamente em todas as outras convecções internacionais (CITES, Diretiva Habitats, etc.).

As razões que ameaçam estas espécies são de natureza transnacional, incluem ações antropogénicas diretas (exploração de ovos e indivíduos em alguns países, diminuição e destruição dos habitats críticos de reprodução) e indiretas (by-catch, ou capturas acessórias, por pescarias de palangre se superfície e redes, mortalidade induzida por ingestão de resíduos sólidos – plásticos), para além de outras razões biológicas (baixo sucesso reprodutor, predação).

A.11.3.3. Aves marinhas

Nos Açores, já foram registadas praticamente 3 centenas de espécies de aves, a maioria delas típicas de habitats terrestres e dulçaquícolas. Outras podem ser encontradas tanto nos ambientes anteriores, como nas zonas costeiras marinhas, e uma pequena parte são exclusivamente marinhas. Em qualquer dos casos a maioria das espécies são migradoras ou de ocorrência regular, ou ainda ocasionais. As espécies que se reproduzem no Arquipélago (nidificantes) são em menor número. Os endemismos neste grupo são também raros.

A avifauna marinha dos Açores é constituída por um conjunto de populações muito importantes de várias espécies de aves marinhas que, fruto da geografia específica do arquipélago assume características ímpares. Grande parte da comunidade de aves existentes no Açores resultou de colonizações já antigas, a partir de aves provenientes de outras zonas geográficas. Os grandes movimentos migratórios efetuados levavam muitas vezes a que estas aves encontrassem o arquipélago e nele, as condições de abrigo e alimento que lhes proporcionaram a sobrevivência, tornando-se os primeiros colonos da sua espécie em território açoriano. Com o tempo, e com a necessidade de adaptação às condições ambientais insulares, em várias destas espécies evoluíram características particulares, originando o aparecimento de inúmeras subespécies distintas. No caso dos Açores, a diferenciação foi ainda mais longe, originando o aparecimento de endemismo, que

em mais nenhum lugar do mundo se pode encontrar: o painho-de-Monteiro (Bolton *et al.*, 2008; Pereira, 2010).

De acordo com as descrições da época, aquando da descoberta das ilhas dos Açores em 1427 por Diogo de Silves, as ilhas dos Açores albergavam enormes populações de aves, em especial de aves marinhas. Com o povoamento das ilhas, diversas espécies de aves sofreram uma brusca diminuição dos seus efetivos devido à sua utilização como alimento e fonte de óleo para populações humanas, bem como à introdução de predadores e à destruição do seu habitat, chegando mesmo a ocorrer a extinção de uma espécie de pombo, relatada como muito abundante aquando do povoamento dos Açores. A ocupação humana provocou profundas alterações na paisagem açoriana e nos seus habitats e, seguramente, na distribuição da sua avifauna, que são hoje muito difíceis de avaliar (Pereira, 2010).

As primeiras referências às aves marinhas dos Açores datam de meados do século XVI e foram publicadas nas crónicas do padre Gaspar Frutuoso, Saudades da Terra. Durante o período inicial do povoamento das ilhas, que se estendeu de 1443 (Santa Maria) a 1508 (grupo ocidental) (Costa 2008), as aves marinhas eram muito abundantes e distribuíam-se não só pelas falésias costeiras e ilhéus, mas também pelo interior das ilhas. Ainda hoje, na ilha do Corvo, se encontram alguns ninhos de cagarro isolados no meio de pastagens. Nesse período, as aves marinhas eram capturadas em grande quantidade e utilizadas para diversos fins. As penas eram utilizadas para encher almofadas e colchões, a carne serviu para a alimentação e a graxa foi utilizada não só para alumiar as candeias, como também para engraxar a lã com que se faziam os panos da terra (Frutuoso, 1978, 1981 e 1983). No caso dos garajaus, aves diurnas e ágeis, a apanha resumia-se aos ovos por serem aves difíceis de capturar.

Das 334 espécies de aves marinhas registadas no mundo, 20 nidificam em Portugal e muitas outras utilizam as águas incluídas na ZEE Portuguesa. Os arquipélagos da Madeira e dos Açores são autênticos paraísos para as aves marinhas, e representam a principal zona de nidificação mundial de diversas espécies. Na maioria dos países europeus, as aves marinhas contam com uma proteção razoável nas suas colónias de reprodução, no entanto, mantêm-se vulneráveis a ameaças que ocorram no meio marinho. As dificuldades decorrentes de algumas características da biologia das aves marinhas, especialmente das espécies denominadas "pelágicas" implicam o recurso ao estudo de variáveis ambientais que se consideram terem influência nos seus padrões de distribuição no mar. Estudar as alterações que ocorrem na abundância populacional das aves marinhas é vital para a implementação de medidas de gestão e ações de conservação para espécies em declínio. As aves marinhas têm uma vida longa e estratégias de reprodução tardias. Os adultos apresentam uma elevada taxa de sobrevivência, o que se reflete na sua duração de vida e também na sua primeira idade de reprodução tardia e baixa fecundidade (Gaston, 2004). Contudo, estes atributos compartilhados e outros como o sucesso reprodutor podem variar amplamente entre espécies, devido a características intrínsecas e devido à sua sensibilidade de resposta a flutuações ambientais (Furness & Tasker, 2000). As aves marinhas representam importantes indicadores da distribuição e disponibilidade de recursos marinhos. Vários estudos demonstram que, as aves marinhas são sensíveis a alterações na disponibilidade de alimento, e que a composição da sua dieta responde rapidamente, e significativamente, a mudanças na disponibilidade de alimento, sendo uma importante ferramenta de monitorização. Além disso, a mobilidade das aves marinhas pode ser uma vantagem quando o seu comportamento é conhecido. No entanto, a sua ecologia alimentar e movimentos em ecossistemas marinhos continuam a ser mal conhecidos para muitas espécies. Esta

falta de conhecimento dificulta o entendimento do papel das aves marinhas nos ecossistemas marinhos, a capacidade de identificar as ameaças às suas populações e, assim, a conservação destes predadores marinhos (Neves *et al.*, 2012).

Estudar a dieta de predadores marinhos de topo, como as aves marinhas, é importante para compreender o seu papel nas cadeias alimentares oceânicas, garantindo a sua conservação e monitorizando as alterações nos ecossistemas. O conhecimento das suas principais presas é importante para a modelação e gestão do ecossistema (Neves *et al.*, 2012). As espécies de aves marinhas que nidificam nos Açores estão incluídas em dois grupos ecológicos principais: predadores de águas superficiais costeiras (Sternidae - garajaus) e predadores de águas oceânicas (Procellariformes: cagarro - *Calonectris borealis*, entre outras).

No caso do cagarro, que patrulha vasta área do oceano na procura por alimento, a sua abundância sugere que a espécie constitui um importante consumidor do ecossistema pelágico. São consumidores generalistas por isso a sua dieta reflete a curto-prazo a variabilidade na disponibilidade de alimento. A sua dieta alimentar compreende quer fauna epipelágica quer mesopelágica (Magalhães, 2007). O arquipélago dos Açores está inserido na região biogeográfica da Macaronésia (juntamente com os arquipélagos da Madeira, de Canárias e Cabo Verde) e destacam-se pela diversidade e estatuto de conservação prioritário das suas aves marinhas.

No arquipélago dos Açores nidificam atualmente 9 espécies de aves marinhas, de forma regular (Tabela 10), das quais 6 pertencem à Ordem dos Procellariiformes: cagarro- *Calonectris borealis*, alma-negra - *Bulweria bulwerii*, estapagado - *Puffinus puffinus*, frulho - *Puffinus baroli baroli*, painho-da-Madeira - *Oceanodroma castro*, painho-de-Monteiro - *Oceanodroma monteiroi*; e 3 pertencentes à dos Charadriiformes: gaivota-de-patas-amarelas - *Larus michahellis Atlantis*, garajau-comum - *Sterna hirundo hirundo* e o garajau-rosado - *Sterna dougallii dougalli* (Monteiro *et al.*, 1996a, b, Monteiro *et al.*, 1999a, Bolton *et al.*, 2008). Há registos recentes de nidificação esporádica de garajau-de-dorso-preto - *Onychoprion fuscatus fuscatus* (Ramirez *et al.*, 2009). Para além destas espécies, nidificam ocasionalmente duas espécies de aves marinhas: o rabo-de-palha-de-bico-vermelho - *Phaethon aethereus mesonauta* (Ordem Pelecaniformes) e o garajau-de-dorso-castanho - *Onychoprion anaethetus melanoptera* (Monteiro *et al.*, 1996a).

Os Açores são uma região de nidificação de importância notável para algumas destas espécies. Sendo de salientar, as concentrações de painho-da-madeira e de painho-de-monteiro, recentemente descoberta, e que nidifica exclusivamente no arquipélago dos Açores, de onde é endémica e onde permanece durante todo o ano (Bolton *et al.*, 2008). Estes autores basearam-se em resultados de estudos anteriores, que evidenciaram que os painhos da população da estação quente (painho-de-Monteiro) são distintos dos da população de estação fria (painho-da-madeira) no que diz respeito à biometria (Monteiro & Furness, 1998), vocalizações (Bolton, 2007), ecologia alimentar (Monteiro *et al.*, 1998), ao teor de mercúrio nas penas (Monteiro *et al.*, 1999b) e estrutura genética (Smith *et al.*, 2007; Bolton *et al.*, 2008). Verificaram também que, para além de não haver troca de indivíduos de acordo com os dados de captura-marcação-recaptura desde 1990, as duas populações sazonais apresentavam um comportamento de migração diferente e mudavam as penas em épocas distintas (Bried *et al.*, 2009).

TABELA 10. ESPÉCIES DE AVES MARINHAS NIDIFICANTES REGULARES NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, (2010) *IN* SRMCT (2014).

ESPÉCIES		COR	FLO	FAI	PIC	GRA	SJG	TER	SMG	SMA
Ordem Procellariiformes Hydrobatidae										
Painho-da-madeira (*Oceanodroma castro*; Harcourt, 1851)	N					X				X
Painho-de-monteiro (*Oceanodroma monteiroi;* Bolton *et al.,*2008)	END					X				
Procellariidae										
Alma-negra (*Bulweria bulwerii*; Jardine & Selby, 1828)	N									X
Cagarro (*Calonectris diomedea borealis*; Cory, 1881)	N	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Frulho (*Puffinus baroli baroli*; Bonaparte, 1857)	MAC	X	X	X	X	X	X		X	X
Estapagado (*Puffinus puffinus*; Brünnich, 1764)	N	X	X						X	X
Ordem Charadriiformes										
Laridae										
Gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michahellis atlantis*; Dwight, 1922)	N	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sternidae										
Garajau-rosado (*Sterna dougallii dougallii*; Montagu, 1813)	N	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Garajau-comum (*Sterna hirundo hirundo*; Linnaeus, 1758)	N	X	X	X	X	X	X	X	X	X

*COR – Corvo; FLO – Flores; FAI – Faial; PIC – Pico; GRA – Graciosa; SJG – São Jorge; TER – Terceira; SMG – São Miguel e SMR – Santa Maria; END – endémica; MAC – Macaronésia; N – nativa.

O painho-da-madeira, ou Angelito, é a ave marinha mais pequena dos Açores, podendo ser avistada a muitas milhas da costa. Normalmente, alimenta-se sobre bancos de pesca, não sendo usual seguir embarcações. Esta espécie nidifica de outubro a fevereiro. Nos tempos da caça à baleia, o angelito era observado frequentemente a alimentar-se dos desperdícios desta atividade, razão porque também é chamado de melro-da-baleia. De fins de maio a meados de agosto, esta espécie é frequentemente avistada ao largo da costa leste dos Estados Unidos. Presumivelmente, para aí se deslocarão algumas das aves que nidificam nos Açores.

O frulho nidifica apenas nos Açores, Madeira e Canárias e apresenta um comportamento algo sedentário, não efetuando migrações de longas distâncias. Normalmente, nidifica em ilhas e em zonas continentais próximas do mar. Estas aves emitem vocalizações características, tanto em voo como em terra, principalmente enquanto juvenis.

De acordo com as crónicas deixadas por Gaspar Frutuoso, pensa-se que o estapagado era a ave marinha mais comum dos Açores no período da colonização do arquipélago. Devido à sua intensa exploração para consumo humano e aproveitamento de penas e óleo, o seu efetivo populacional decresceu drasticamente de milhares de aves no século XVI para 235 casais em 1997. O estapagado é uma ave oceânica que só visita as colónias durante a noite, nidificando normalmente em ilhas e, por vezes, em zonas continentais próximas do mar. Tem por limite de distribuição Sul o Arquipélago dos Açores (Neves, 2006). As últimas colónias de nidificação açorianas conhecidas localizam-se nas ilhas do Corvo e Flores. Apesar do seu estado de conservação nos Açores não ser favorável, esta espécie não se encontra ameaçada a nível mundial.

A alma-negra e o garajau-de-dorso-preto encontram nos Açores o limite norte da sua área de distribuição mundial. A alma-negra, que era muito abundante no arquipélago quando os Portugueses se estabeleceram no fim do século XV, está atualmente reduzida a uma pequena população e circunscrita ao ilhéu da Vila em Santa Maria (Monteiro *et al.*, 1996a, 1999a; Bried &

Bourgeois, 2005). É uma ave de hábitos predatórios noturnos, que se alimenta isoladamente ou em grupos dispersos. De uma forma geral, os ninhos localizam-se em pequenos buracos naturais perto do nível do mar, embora também possam ocorrer ocasionalmente em zonas de maior altitude. Ocorre em águas tropicais e subtropicais dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico. Após a reprodução, efetua migrações para as zonas tropicais.

A presença do garajau-de-dorso-preto nos Açores é conhecida desde 1902 (Hartert & Ogilvie-Grant, 1905). Contudo, a população manteve-se muito reduzida, com apenas um ou dois casais reprodutores em todo o arquipélago, sendo o ilhéu da Vila (Santa Maria) e, desde 2004, o ilhéu da Praia (Graciosa), os únicos sítios de nidificação conhecidos para a espécie (Bried, 2008). O do garajau-de-dorso-preto, apesar de não ser uma espécie ameaçada, encontra no arquipélago dos Açores a localidade de reprodução mais oceânica do mundo (Gochfeld & Burger, 1996).

A gaivota-de-patas-amarelas, uma subespécie endémica dos Açores, e a única ave marinha residente no arquipélago, é uma espécie que atua quer como predador quer como competidor. Nidifica em todas as ilhas e apresenta uma população de cerca de 6.400 indivíduos. É uma ave pouco estudada que ocupa uma grande diversidade de habitats, incluindo ilhéus, lagoas e costas rochosas. Alimenta-se de forma oportunista, ingerindo uma grande variedade de presas (rejeições e restos da pesca, pequenos mamíferos, aves e lixo). É geralmente considerada como uma espécie que reduz significativamente a atratividade de possíveis locais de nidificação para outras aves marinhas. As gaivotas são predadoras dos ovos, crias e, por vezes, adultos de garajaus. O abandono das zonas de nidificação tradicionais pelos garajaus em resposta à invasão das gaivotas e período de reprodução tem sido demonstrado em vários estudos (Neves *et al.*, 2006).

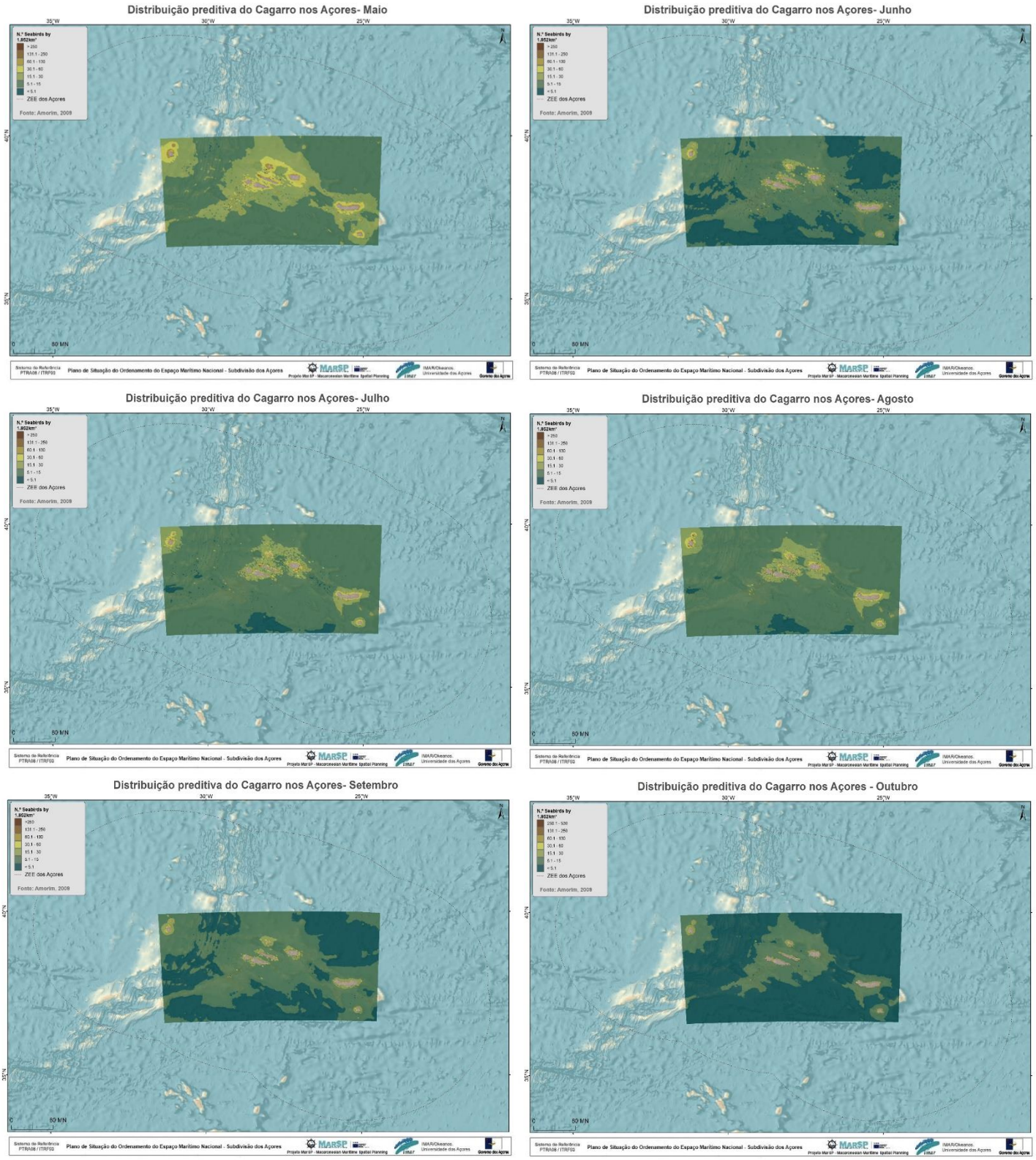
O cagarro, um dos maiores Procellariifomes no Atlântico Nordeste, é a espécie mais abundante na região. São aves de vida particularmente longa e têm uma taxa reprodutiva anual muito baixa, caracterizando-se por pôr um único ovo. São aves marinhas essencialmente pelágicas, que divagam durante o inverno pelo hemisfério Sul, que visitam o arquipélago para nidificar a partir de fevereiro. Existem três subespécies conhecidas a subespécie *C.d. borealis* que ocorre nos arquipélagos dos Açores, da Madeira, e das Canárias (Macaronésia) e das Berlengas, a *C.d. edwarsii* (Cabo Verde) e a *C.borealis* (Mediterrâneo) (Monteiro & Furness, 1996). Os cagarros têm cantos peculiares e vocalizam apenas à noite quando voltam para as colónias, que podem atingir dezenas de milhar de casais (e.g., Selvagens - Granadeiro *et al.*, 2006). As colónias existentes nos Açores localizam-se em falésias costeiras e em pequenos ilhéus ao longo do litoral das ilhas. Os cagarros fazem os ninhos em cavidades naturais, fendas na rocha, podendo também utilizar tocas de coelhos ou escavar o seu próprio buraco. São aves muito fiéis que regressam ao local onde nasceram para se reproduzirem formando uniões para toda a vida. Estas aves têm ciclos de vida muito longos, podendo atingir 40 anos de idade e apenas atingem a sua maturidade sexual aos 8 anos de idade. Permanecem nas ilhas dos Açores durante nove meses, de fevereiro a outubro, onde começam por reencontrar o parceiro e reconquistar e limpar o ninho de anos anteriores. Segue-se o acasalamento e o crescimento do único ovo que a fêmea porá por volta do fim do mês de maio (Monteiro *et al.*, 1996b). Na época reprodutiva, os cagarros utilizam áreas do largo e nas proximidades das ilhas, fazendo viagens longas e curtas. Têm uma estratégia pelágica, na qual um ou os dois adultos alternam viagens curtas, em águas costeiras perto da colónia, que servem essencialmente para alimentar a cria, ou com viagens longas em águas pelágicas onde os adultos se alimentam para recuperar a condição corporal (Magalhães *et al.*, 2008). No final da época reprodutiva, a cria é

abandonada pelos progenitores para ser impelida a procurar alimento e começar a voar (Ramos *et al.*, 2003).

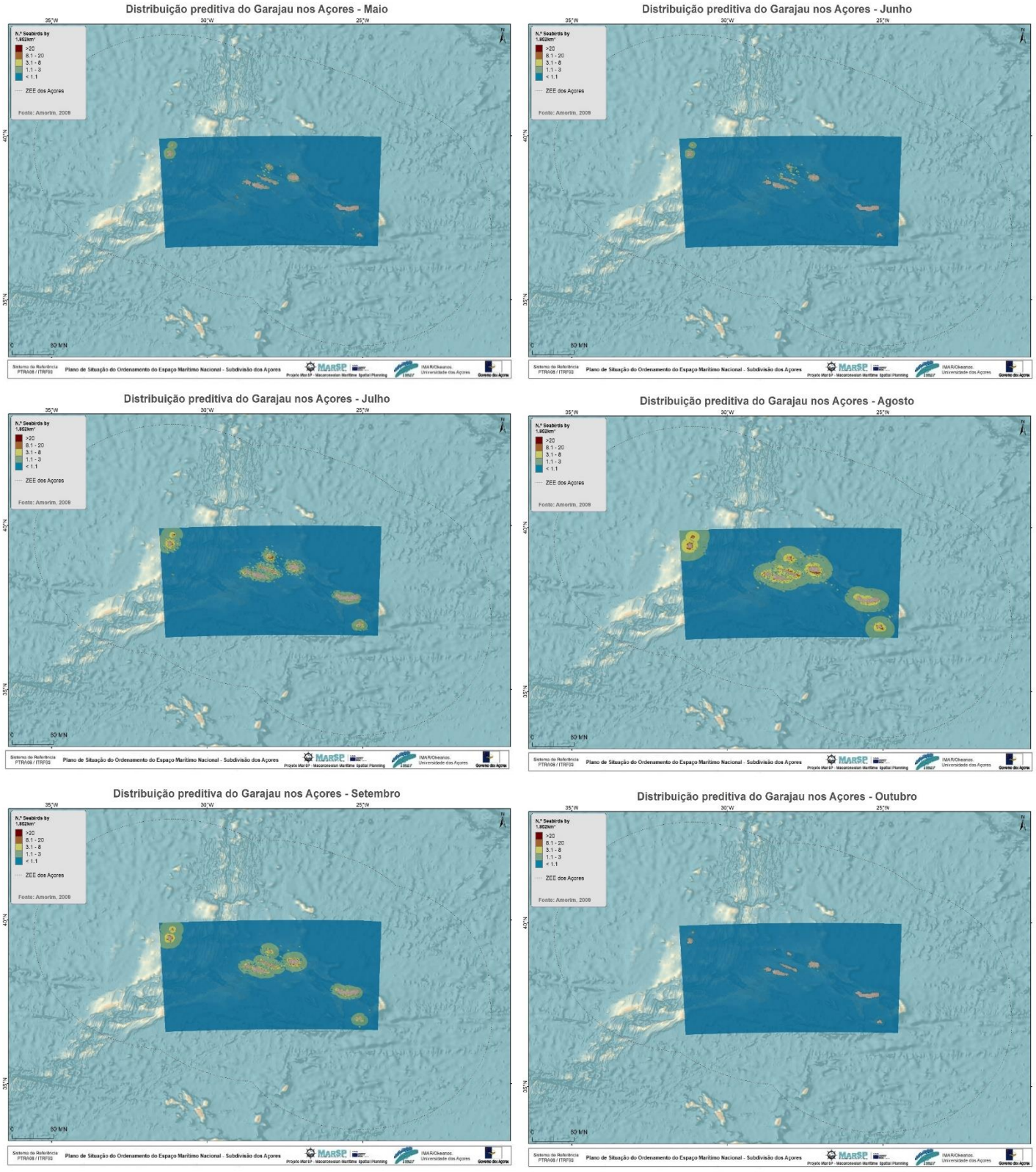
O garajau-rosado pertence à ordem Charadriiformes, Família Sternidae que inclui 43 espécies de 7 géneros diferentes. É uma ave de porte médio, com uma envergadura de cerca de 60 cm e pesa aproximadamente 120 g. O seu nome garajau-rosado provém do facto de no período de reprodução apresentar o peito rosado e a garganta e o abdómen brancos. O período reprodutor decorre entre abril e julho. Os machos capturam peixes vistosos para cortejar as fêmeas e ambos os sexos alimentam as crias com peixes obtidos num raio de 20 km em redor das colónias. Nidificam em ilhéus e praias remotas, em colónias densas (podendo atingir 2 a 3 ninhos por m^2), numa estratégia de "segurança-pelo-número". Os ninhos situam-se em locais protegidos por rochas ou vegetação, mas os ovos (normalmente, um ou dois) são depositados diretamente no chão. São territoriais e, quando perturbados, defendem o ninho com agressividade, chegando mesmo a bicar os intrusos. Se a perturbação for muito intensa, podem abandonar o ninho. No final da época reprodutiva os garajaus fazem migrações, possivelmente superiores a 15 mil km, até à América do Sul e África do Sul. Em comparação com outros Sternidae, o garajau-rosado apresenta requisitos especiais para a reprodução, resultando na criação de uma distribuição relativamente restrita. A espécie tem, no entanto, uma área de nidificação muito alargada, quando considerada a uma escala global. Existem cinco subespécies reconhecidas de *Sterna dougallii* ocorrendo em seis continentes, com a nominação dougallii a nidificar na Grã-Bretanha, Irlanda, França, Açores, na costa leste dos EUA, Caraíbas e África. Em Portugal apenas ocorre e nidifica no arquipélago dos Açores.

Nas zonas costeiras marinhas dos Açores, para além das aves tipicamente marinhas, é também possível observar pouco mais de uma dezena de espécies de limícolas típicas de zonas húmicas costeiras, que também se alimentam na faixa litoral: borrelhos (de-coleira-dupla - *Charadrius vociferus*; de-coleira-interrompida - *C. alexandricus*; de-grande-coleira - *C. hiaticula*; e semipaldado - *C. semipalmatus*), pilritos (das-praias - *Calidris alba*; de-Bonaparte - *C. fuscicollis*; de-colete - *C. melanotus*), rolas-do-mar (*Arenaria interpres*), maçaricos (galego – *Numenius phaeopuse* de bico-direito - *Limosa limosa*), garças (branca - *Egretta garzetta* e real - *Ardea cinerea*) e narceja-comum – Gallinago gallinago). Destas, apenas 4 são nidificantes regulares (borrelho-de-coleira-dupla, borrelho-de-coleira-interrompida, narceja-comum, garça-real). A situação das populações destas espécies nos Açores é mal conhecida.

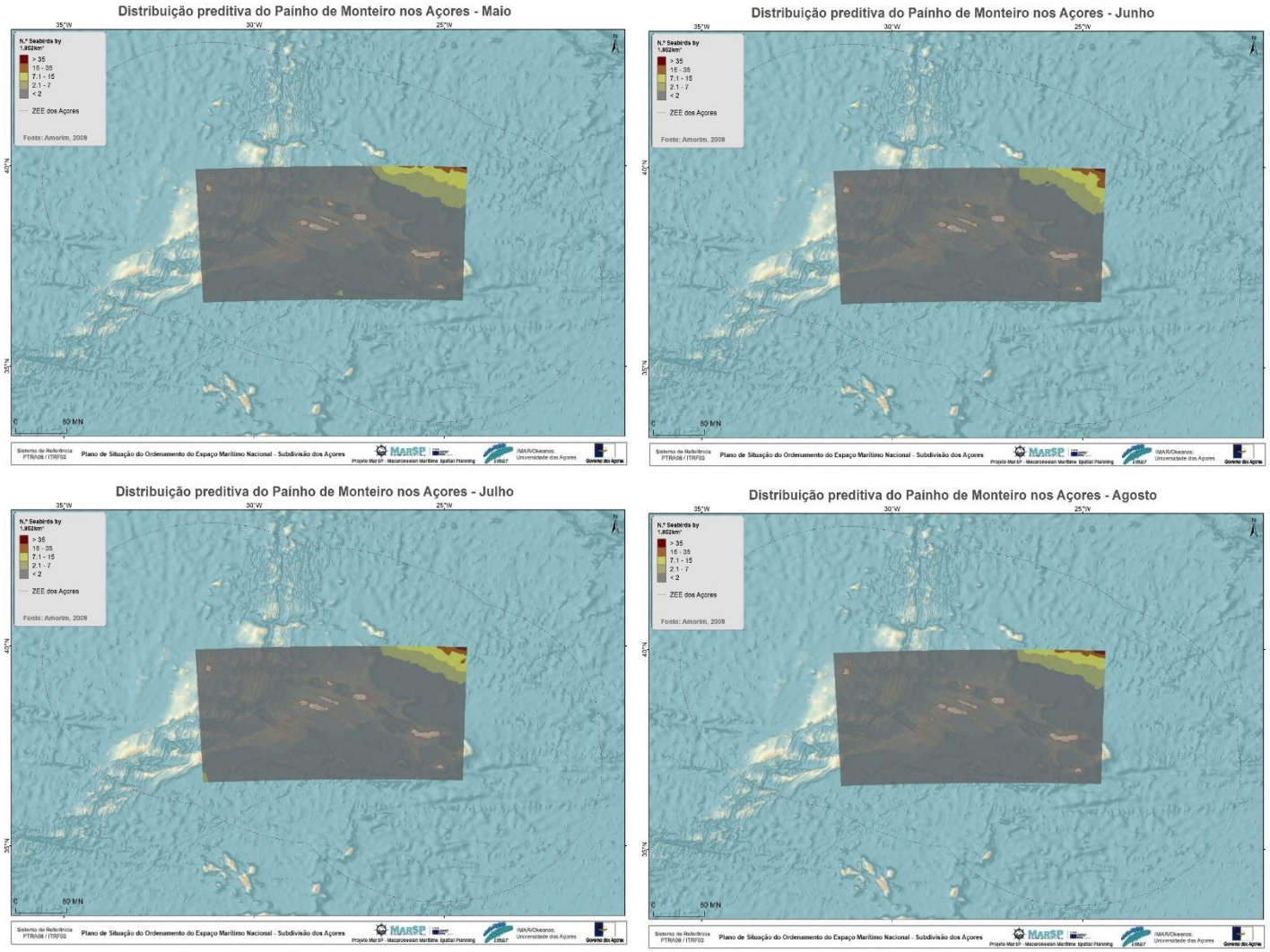
As figuras seguintes apresentam a distribuição preditiva para as espécies *Calonectris diomedea borealis, Sterna hirundo* e *Sterna dougallii*, de acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020). Os modelos preditivos foram construídos com base em dados de avistamentos de aves marinhas recolhidos entre 2002 e 2006 por observadores a bordo de embarcações de pesca, combinados com variáveis ambientais (temperatura da superfície do mar, concentração de clorofila-*a*, distância a frentes, vento, distância à linha de costa ou colónias, distância aos montes submarinos, declive do fundo do mar e profundidade).



3965 FIGURA 75. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *CALONECTRIS DIOMEDEA BOREALIS,* DE MAIO A OUTUBRO. FONTE: RODRIGUES
3966 *ET AL.*, 2020.



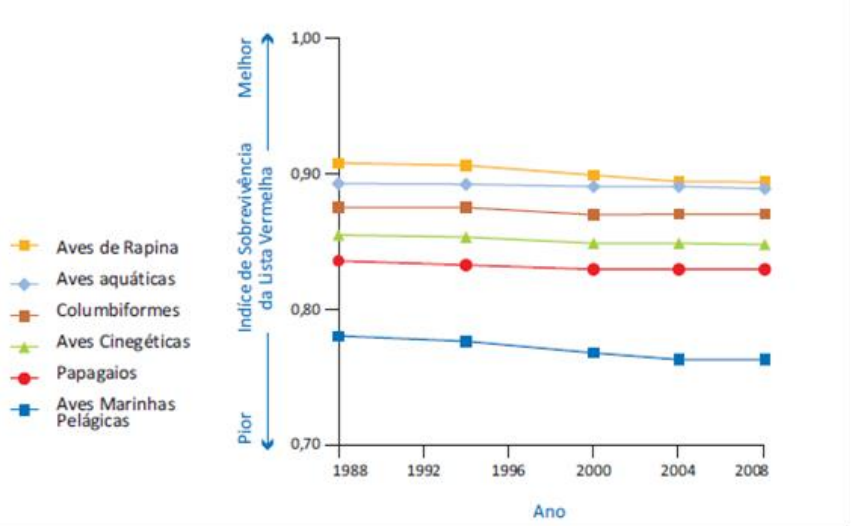
3967 FIGURA 76. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *STERNA HIRUNDO*, DE MAIO A OUTUBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.



3968 FIGURA 77. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *STERNA DOUGALLII,* DE MAIO A AGOSTO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.

3969 Conservação

3970 As aves marinhas constituem o grupo mais ameaçado de todas as aves a nível mundial (Figura 78).
3971 O nível de ameaça destas espécies, segundo os critérios definidos pela e pela IUCN, varia desde o
3972 Pouco Preocupante (LC) até ao CR. De acordo como Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal,
3973 10 destas espécies possuem estatuto de ameaçadas (VU, EN ou CR), muitas vezes diferenciado entre
3974 os mares do Continente e as áreas marinhas das duas Regiões Autónomas. Neste grupo, os
3975 Procelariformes, aves eminentemente pelágicas que visitam terra apenas durante curtos períodos
3976 de tempo, são as menos conhecidas e também as mais representativas dos ecossistemas oceânicos.
3977 Nas últimas décadas, a conservação destas aves baseou-se fundamentalmente no estudo e proteção
3978 das suas colónias de nidificação, devido às ameaças que muitas destas espécies sofrem no meio
3979 terrestre (como a predação dos seus ninhos por espécies introduzidas pelo Homem ou a perda de
3980 habitat), mas também pelas enormes dificuldades logísticas e técnicas ligadas ao seu estudo,
3981 monitorização e seguimento no mar (Ramirez *et al.*, 2009).



3982 FIGURA 78. ÍNDICE DA LISTA VERMELHA DA IUCN E DA *BIRD LIFE INTERNATIONAL* PARA O NÍVEL DE AMEAÇA DE VÁRIOS GRUPOS DE
3983 AVES. FONTE: SRMCT, 2014.

3984 De forma a combater o grave declínio das populações das aves marinhas e controlar as suas ameaças
3985 estão a ser criadas medidas de gestão para Zonas de Proteção Especial para Aves Selvagens em toda
3986 a Europa, ao abrigo da Diretiva Aves (79/409/CEE). Outras medidas legislativas de proteção incluem
3987 diplomas legais internacionais, nacionais e regionais como é o caso da Convenção sobre o Comércio
3988 Internacional das Espécies Silvestres Ameaçadas de Extinção (CITES, 1973), da Convenção de Berna
3989 (1979), do Decreto-Lei n.º 75/91 de 14 de fevereiro (que transpõe para a legislação portuguesa a
3990 Diretiva Aves, no que toca às espécies não cinegéticas), do Decreto-Lei n.º 140/99 de 24 de abril
3991 que revê a transposição para o direito interno as Diretivas Aves e Habitats e do Decreto Legislativo
3992 Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril (Regime jurídico da conservação da natureza e da
3993 biodiversidade, que transpõe para o ordenamento jurídico regional as Diretivas Aves e Habitats).

3994 A Diretiva Aves constitui a principal ferramenta de proteção das populações de aves selvagens no
3995 território da UE, seja através da designação de Zonas de Proteção Especial (ZPE) nos territórios
3996 nacionais dos Estados Membros (EM) seja através da proteção das populações de aves, de forma
3997 transversal, a todo o território. As ZPE são áreas classificadas com o objetivo de assegurar o estado
3998 de conservação favorável das espécies de interesse comunitário incluídas no Anexo I da Diretiva
3999 Aves e das espécies de aves migradoras não incluídas neste Anexo, que ocorrem regularmente nas
4000 zonas geográficas marítimas e terrestres da UE. A aplicação da Diretiva Aves ao meio marinha
4001 representa um desafio complexo no que se refere à identificação de áreas passíveis de designação
4002 como ZPE, nomeadamente nas zonas pelágicas (*offshore*) distantes dos ecossistemas costeiros. As
4003 principais dificuldades encontradas no momento da designação de ZPE marinhas na Europa, dizem
4004 respeito à falta de bases de dados com informação recolhida de forma sistemática e com critérios
4005 científicos uniformes e internacionalmente comparáveis, bem como aos elevados custos envolvidos
4006 na investigação marinha pelágica. Estes factos, são os principais responsáveis pelo
4007 desconhecimento atual da dinâmica muito particular dos ecossistemas marinhos e do nível de
4008 utilização dos mesmos pelo Homem, o que no caso particular de Portugal se transforma numa
4009 lacuna ainda maior, dada a vasta dimensão das áreas marinhas do nosso país (Ramirez *et al.*, 2009).

Com a introdução das Diretivas Aves e Habitats nos Açores foram designados18 SIC e de 13 ZPE em zonas marinhas e costeiras. Esta estratégia contribuiu para a conservação das espécies de aves marinhas na região quer pelo estatuto legal de proteção, quer pela ampliação do seu conhecimento e pela motivação para a conservação gerada pelo reconhecimento legal. Projetos recentes, alguns usufruindo do apoio do fundo europeu associado à Diretiva (LIFE), desenvolveram propostas de planos de gestão para as áreas protegidas.

Atualmente, o estatuto global de conservação das espécies de aves marinhas nidificantes regulares no Arquipélago dos Açores é de Pouco Preocupante (BirdLife Int., 2008). Contudo, a nível europeu, estas espécies, com exceção da gaivota-de-patas-amarelas (*Larus michaellis atlantis*), encontram-se protegidas ao abrigo do Anexo I da Diretiva Aves e da Convenção de Berna, pelo que são objeto de medidas de conservação orientadas para garantir a sua sobrevivência e reprodução. É de salientar o garajau- rosado (*Sterna dougalli*), espécie prioritária da Diretiva Aves por ser a mais vulnerável e ameaçada, atingir nos Açores cerca de 60% da população europeia.

Relativamente às aves limícolas mais comuns nos Açores, a maior parte delas não tem estatuto de conservação estabelecido para região. Das que têm, o estatuto é de falta de dados (DD) para o borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandricus*), rola-do-mar (*Arenaria interpres*), garça-branca (*Egretta garzetta*), garça-real (*Ardea cinerea*) e narceja-comum (*Gallinago gallinago*) (ICN, 2005). Estes estatutos resultam da falta de informação existente sobre estas espécies.

A.11.3.4. Mamíferos marinhos

A ocorrência de mamíferos marinhos nos Açores é praticamente limitada aos cetáceos, estando a ocorrência de pinípedes limitada a algumas ocorrências acidentais, para além da extinção em tempos remotos da foca-monge. Foram até agora descritas para o arquipélago dos Açores 28 espécies de cetáceos, que se encontram distribuídas por 7 famílias (Santos *et al.*, 1995; Gonçalves *et al.*, 1996; Simas, 1997; Prieto & Silva, 2010; Gomes-Pereira *et al.*, 2013; *vide* Tabela 11). Esta caracterização resulta da combinação de informações provenientes da identificação de espécies através de observações a partir de terra, no mar e do registo dos arrojamentos.

A maioria das espécies de cetáceos que surgem nos Açores é migratória, podendo a sua passagem pelo arquipélago estar associada às respetivas rotas de deslocação, as quais podem estender-se por regiões alargadas do globo. É o caso das baleias de barbas, que são avistadas na região durante a primavera, quando se dirigem para as águas frias do Atlântico Norte, a fim de se alimentarem durante o verão (Simas, 1997; Oliveira, 2005). Durante a sua permanência nos Açores, indivíduos destas espécies são frequentemente observados em alimentação, sugerindo que as águas do arquipélago não constituem apenas um corredor migratório, mas que poderão ser utilizadas pelos animais como área de alimentação durante a sua migração. Se assim for, os Açores assumem uma importância fundamental na ecologia destes animais, ao permitirem recuperar parte da energia despendida durante o longo período migratório. No entanto, a informação disponível sobre os padrões de distribuição e residência destas espécies na região é bastante escassa (Silva *et al.*, 2003). O arquipélago dos Açores é um ponto de passagem nas rotas migratórias de seis baleias-de barbas: baleia-azul (*Balaenoptera musculus*), baleia-comum (*Balaenoptera physalus*), baleia-sardinheira (*Balaenoptera borealis*), baleia-anã (*Balaenoptera acutorostrata*), baleia-de-Bryde (*Balaenoptera edeni*) e baleia-de-bossas (*Megaptera novaeangliae*) (Steiner *et al.*, 2007).

4051 TABELA 11. ESPÉCIES DE CETÁCEOS DESCRITAS PARA OS AÇORES, FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA NOS AÇORES E RESPETIVO ESTATUTO
4052 DE CONSERVAÇÃO IUCN.

NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO	OCORRÊNCIA NOS AÇORES	ESTATUTO CONSERVAÇÃO IUCN
Subordem ODONTOCETI (Flower, 1867)			
Fam. Phocoenidae (Gray, 1825) Bravard, 1885			
Boto	01 *Phocoena phocoena* (Linnaeus, 1758)	**R**	**LC**
Fam. Delphinidae (Gray, 1821)			
Golfinho-comum	02 *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758	**C**	**LC**
Baleia-piloto-tropical	03 *Globicephala macrorhynchus* Gray, 1846	**C**	**DD**
Baleia-piloto	04 *Globicephala melas* (= *melaena*) (Trail, 1809)	**I**	**DD**
Grampo ou Moleiro	05 *Grampus griseus* (Cuvier, 1812)	**C**	**LC**
Orca	06 *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758)	**O**	**DD**
Falsa-orca	07 *Pseudorca crassidens* (Owens, 1846)	**O**	**DD**
Golfinho-riscado	08 *Stenella coeruleoalba* (Meyen, 1833)	**C**	**LC**
Golfinho-pintado	09 *Stenella frontalis* (Cuvier, 1829)	**C**	**DD**
Caldeirão	10 *Steno bredanensis* (Lesson, 1828)	**R**	**LC**
Roaz	11 *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821)	**C**	**LC**
Golfinho-de-Fraser	12 *Lagenodelphis hosei* Fraser, 1956	**R**	**LC**
Fam. Ziphiidae (Gray, 1865)			
Baleia-de-bico-de-garrafa	13 *Hyperoodon ampullatus* (Forster, 1770)	**C**	**DD**
Baleia-de-bico de Sowerby	14 *Mesoplodon bidens* (Sowerby, 1804)	**O**	**DD**
Baleia-de-bico de Gervais	15 *Mesoplodon europaeus* Gervais, 1855	**R**	**DD**
Baleia-de-bico de True	16 *Mesoplodon mirus* True, 1913	**R**	**DD**
Baleia-de-bico de Blainville	17 *Mesoplodon densirostris* (de Blainville, 1817)	**O**	**DD**
Zífio	18 *Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823	**C**	**DD**
Fam. Kogiidae (Gill, 1871)			
Cachalote-pigmeu	19 *Kogia breviceps* (de Blainville, 1838)	**I**	**DD**
Cachalote-anão	20 *Kogia simus* Owen, 1866	**I**	**DD**
Fam. Physeteridae (Gray, 1821)			
Cachalote	21 *Physeter macrocephalus* (= *catodon*) Linnaeus, 1758	**C**	**VU**
Sub-Ordem MYSTICETI (Flower, 1864)			
Fam. Balaenidae (Gray, 1825)			
Baleia-franca	22 *Eubalaena glacialis* (Muller, 1776)	**R**	**EN**
Fam. Balaenopteridae (Gray, 1864)			
Baleia-anã	23 *Balaenoptera acutorostrata* Lacépède, 1804	**O**	**LC**
Baleia-sardinheira	24 *Balaenoptera borealis* Lesson, 1828	**C**	**EN**
Baleia-azul	25 *Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758)	**C**	**EN**
Baleia-de-Bryde	26 *Balaenoptera edeni* Anderson, 1878	**O**	**DD**
Baleia-comum	27 *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758)	**C**	**EN**
Baleia-de-bossas	28 *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781)	**O**	**EN**

* LC – *Least Concern*; DD – *Data Deficient*; VU – *Vulnerable*; EN – *Endangered*.
C – Comum; O – Ocasional; R – Raro; I – Indeterminado.

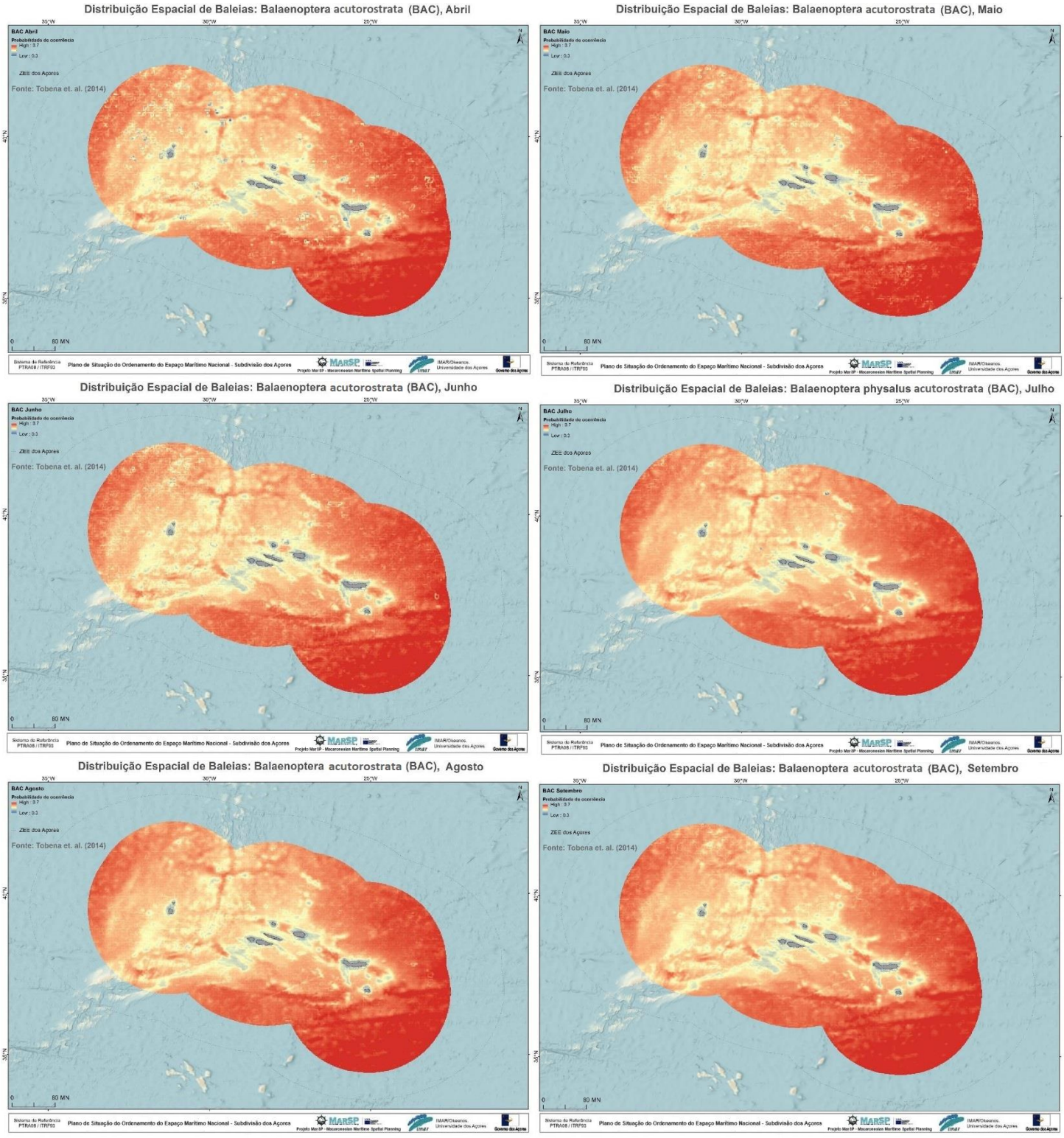
4053 No que respeita aos Odontocetos, as espécies mais avistadas, na região dos Açores, são o golfinho-
4054 pintado (*Stenella frontalis*), o golfinho-comum (*Delphinus delphis*), o roaz-corvineiro (*Tursiops*
4055 *truncatus*), o grampo ou moleiro (*Grampus griseus*) e o cachalote (*Physeter macrocephalus*).

Algumas destas espécies são observadas nos Açores ao longo de todo o ano, como é o caso do golfinho-comum, do grampo, do cachalote e do roaz-corvineiro, havendo evidências, de que de alguns grupos populacionais desta última espécie apresentam um eventual carácter de residência (Silva *et al.*, 2003, Oliveira, 2005). O avistamento do golfinho-pintado é mais comum durante os meses de verão (julho e agosto), razão associada à preferência dos animais desta espécie por águas quentes a temperadas (Simas, 1997).

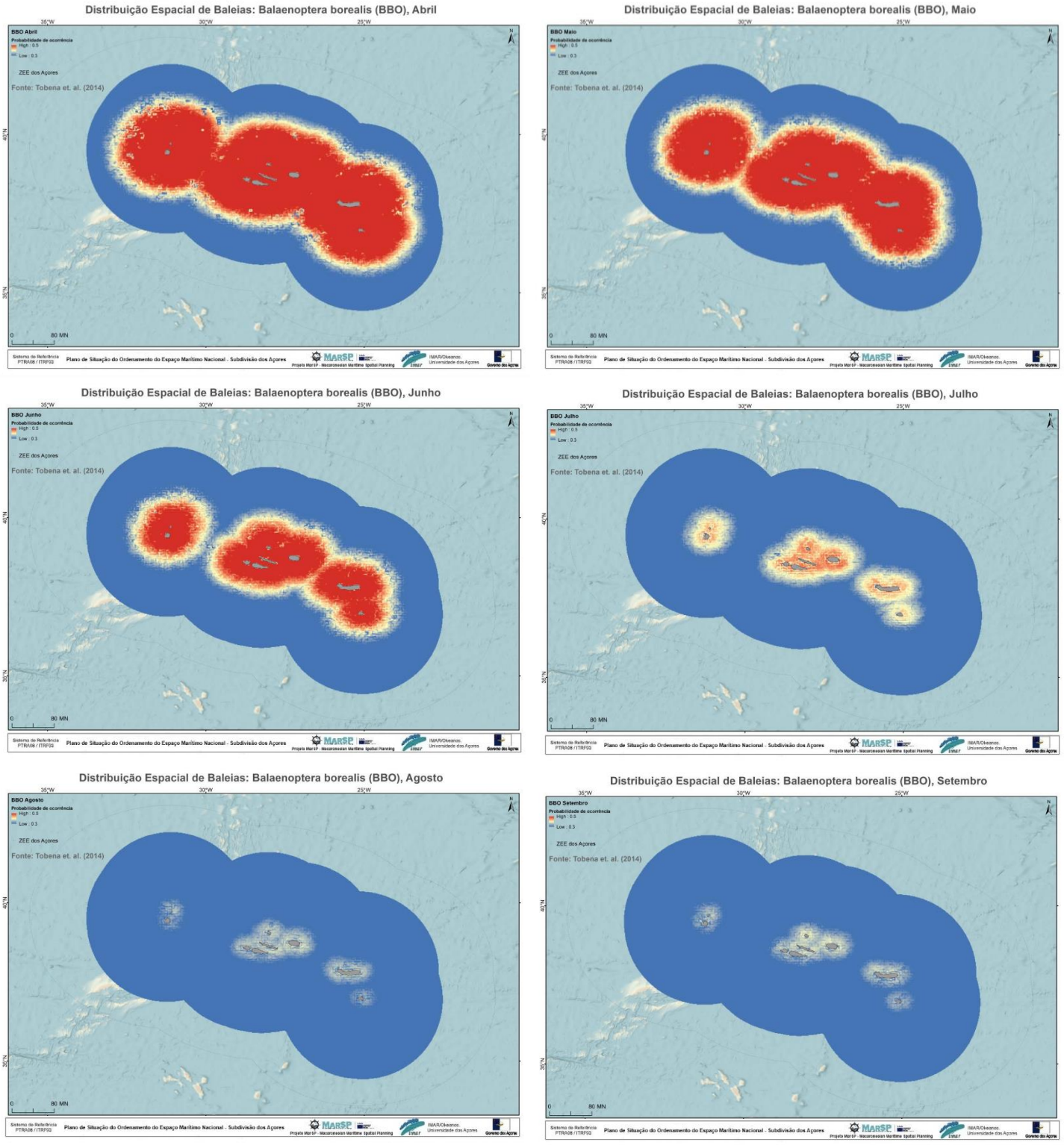
Nos Açores, a abundância relativa de cetáceos tende a ser maior nas zonas costeiras ao redor das ilhas, que nas áreas *offshore*, no entanto, verificaram-se diferenças consideráveis na distribuição espacial de algumas espécies ao longo dos três grupos de ilhas (Silva *et al.*, 2003). Contudo, é insuficiente o conhecimento acerca dos padrões de distribuição temporal e espacial, hábitos migratórios e estado de conservação das populações das espécies de cetáceos nos Açores.

Relativamente à ocorrência de pinípedes nos Açores, há evidências histórias de ter havido uma população residente de focas-monges, ou lobos-marinhos (*Monachus monachus*), que se terá extinguido até ao séc. XVII, embora tenham ocorrido dois registos isolados durante o Séc. XX. Para além da espécie anterior, há ocorrências esporádicas registadas de indivíduos isolados de mais cinco espécies de focas (*Pusa hispida*, *Phoca vitulina*, *Pagophilus groenlandicus*, *Halichoeurus grypus* e *Cystophora cristata*) do Atlântico Norte, durante finais do Séc. XX e XXI (Silva *et al.*, 2009).

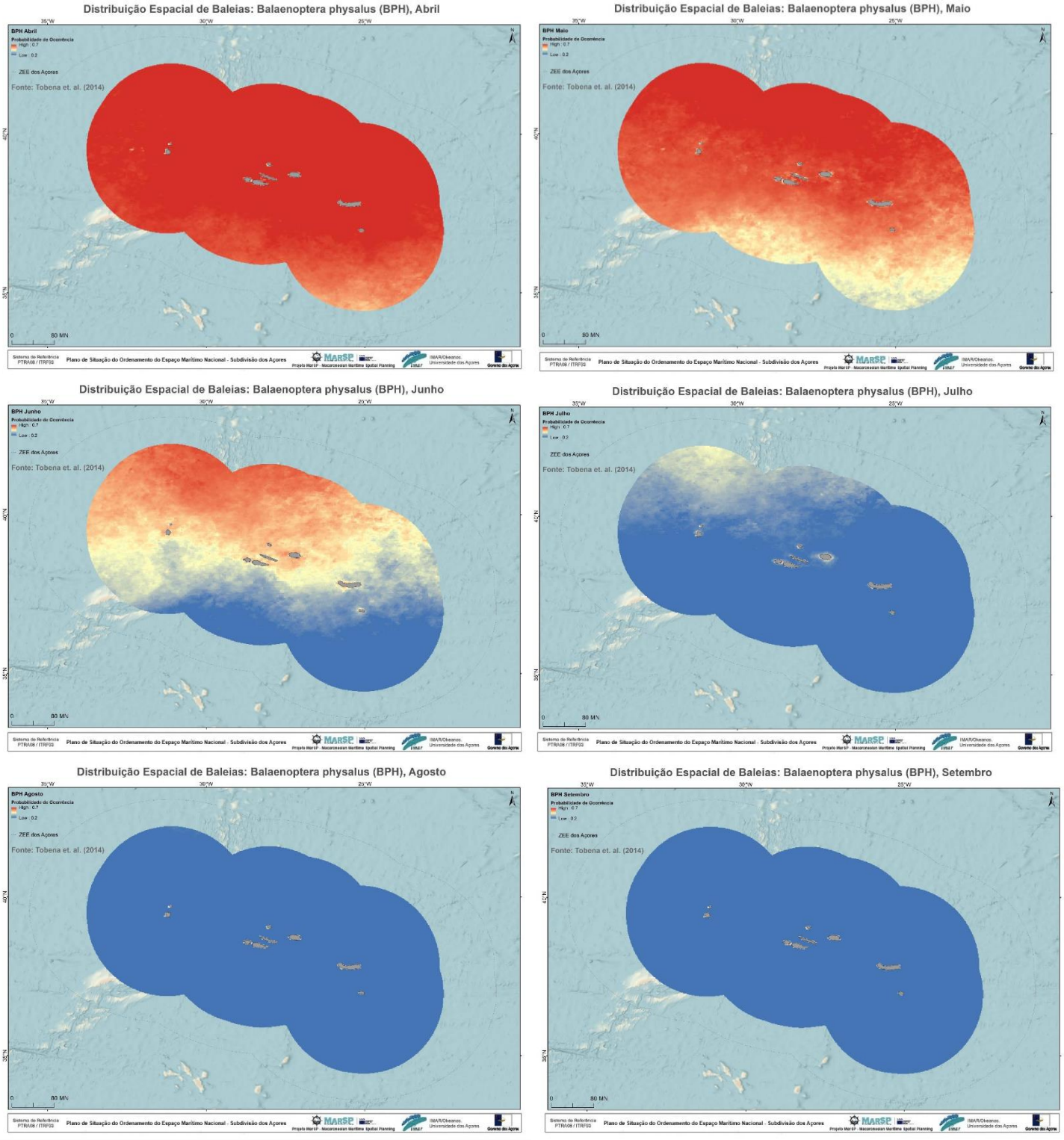
De acordo com o descrito por Rodrigues *et al.* (2020), as figuras seguintes apresentam a distribuição preditiva para as espécies de cetáceos *Balaenoptera acutorostrata, Balaenoptera borealis, Balaenoptera physalus, Balaenoptera musculus, Physeter macrocephalus, Ziphius cavirostris, Hyperoodon ampullatus, Mesoplodon spp., Tursiops truncates, Stenella frontalis, Stenella coeruleoalba, Delphinus delphis, Orcinus orca, Grampus griséus, Pseudorca crassidens*, e *Globicephala macrorhynchus.* Os modelos preditivos referem-se aos meses de abril a setembro, tendo sido construídos com base em dados recolhidos entre 2004 e 2009 por observadores a bordo de embarcações de pesca.



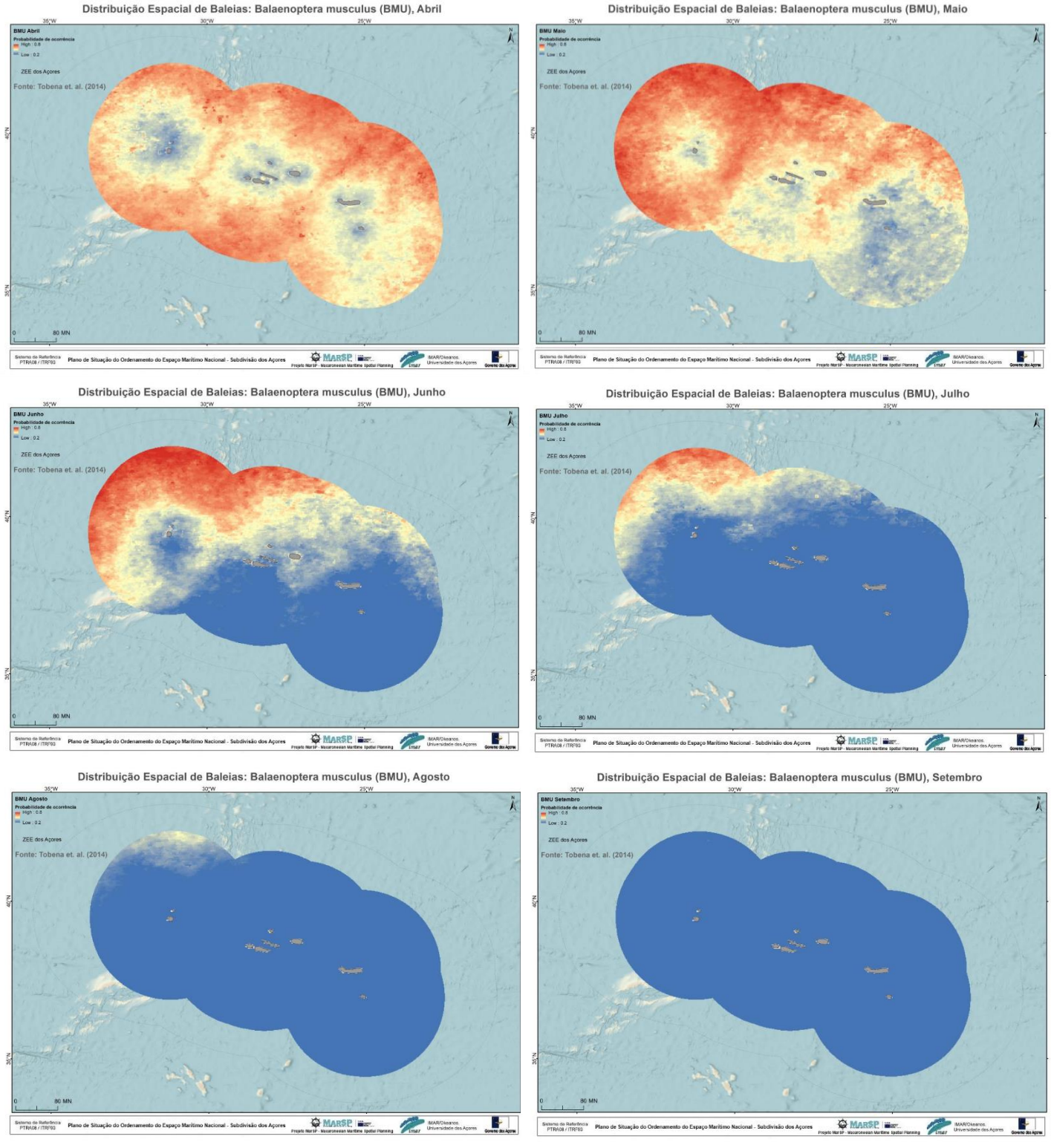
4081 FIGURA 79. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *BALAENOPTERA ACUTOROSTRATA,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES
4082 *ET AL.*, 2020.



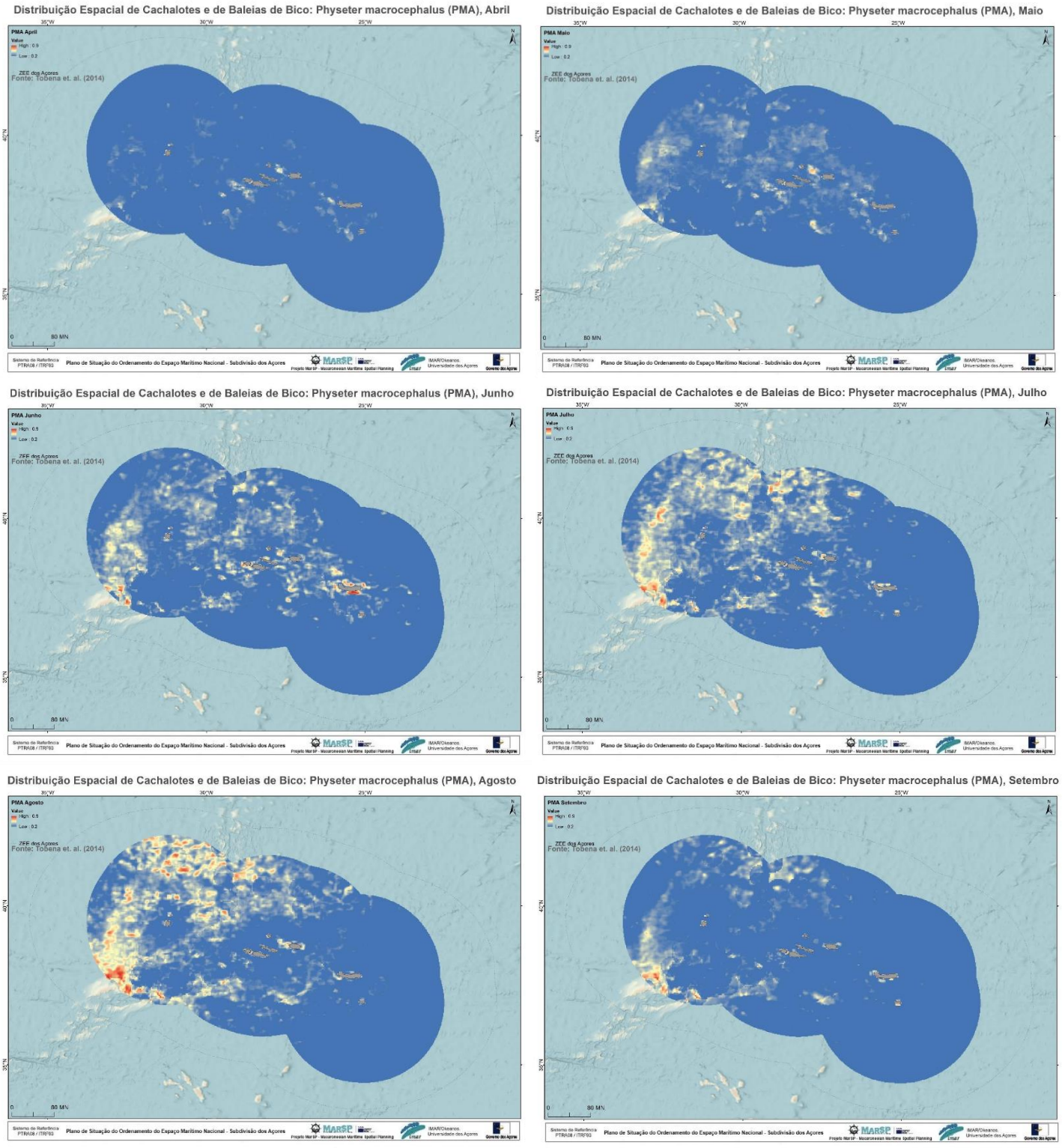
4083 FIGURA 80. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *BALAENOPTERA BOREALIS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4084 2020.



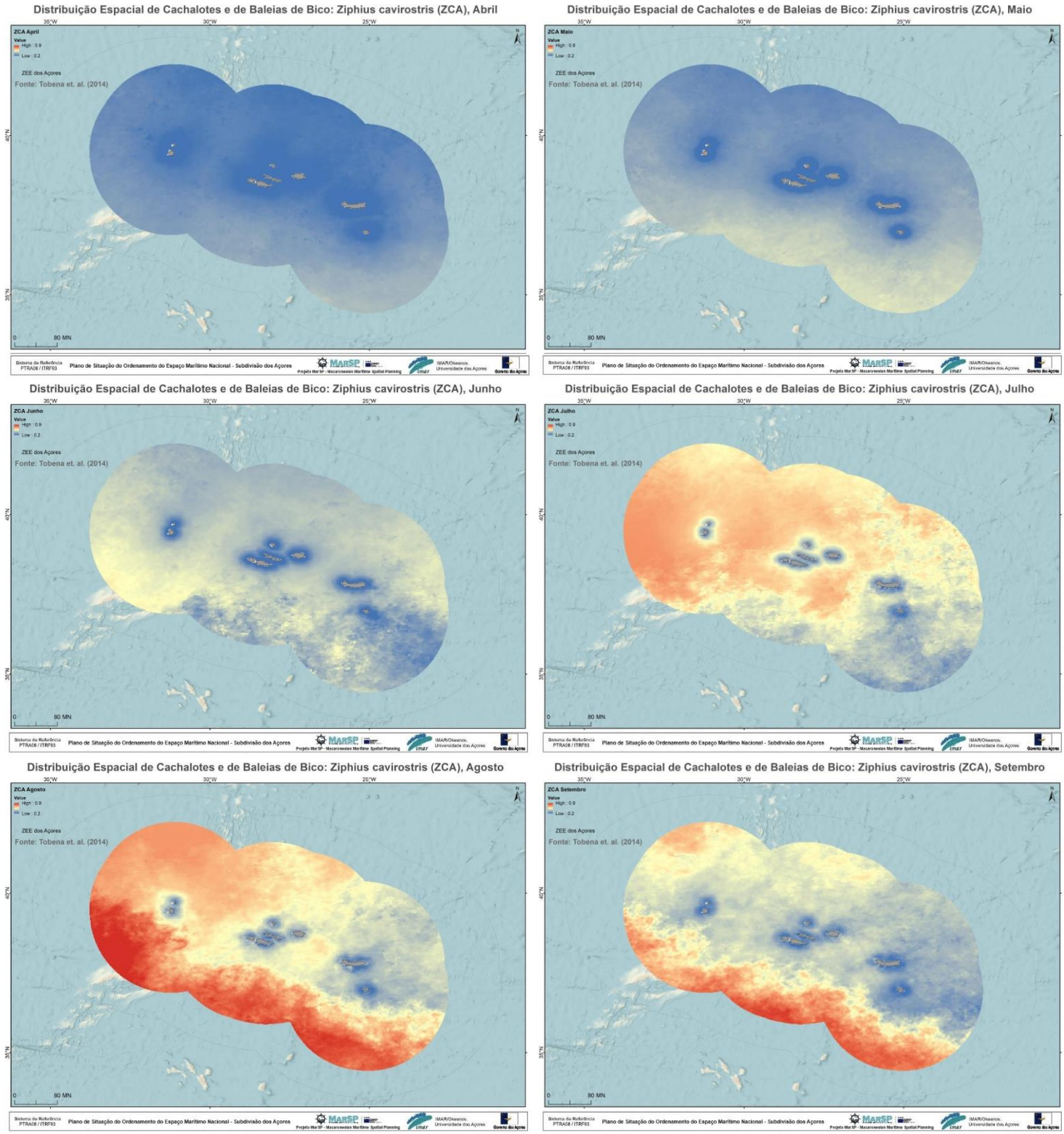
4085 FIGURA 81. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *BALAENOPTERA PHYSALUS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4086 2020.



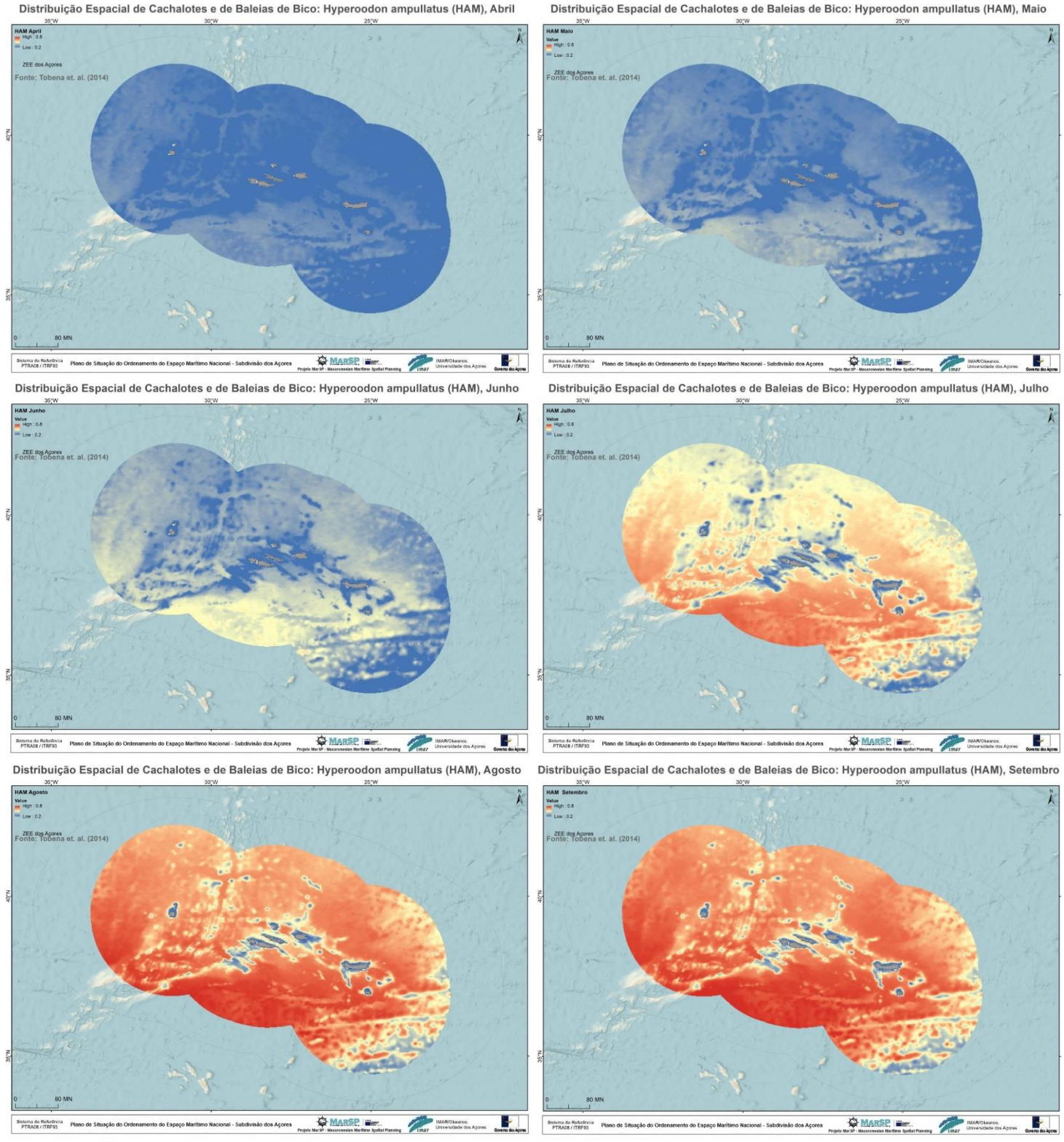
4087 FIGURA 82. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *BALAENOPTERA MUSCULUS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4088 2020.



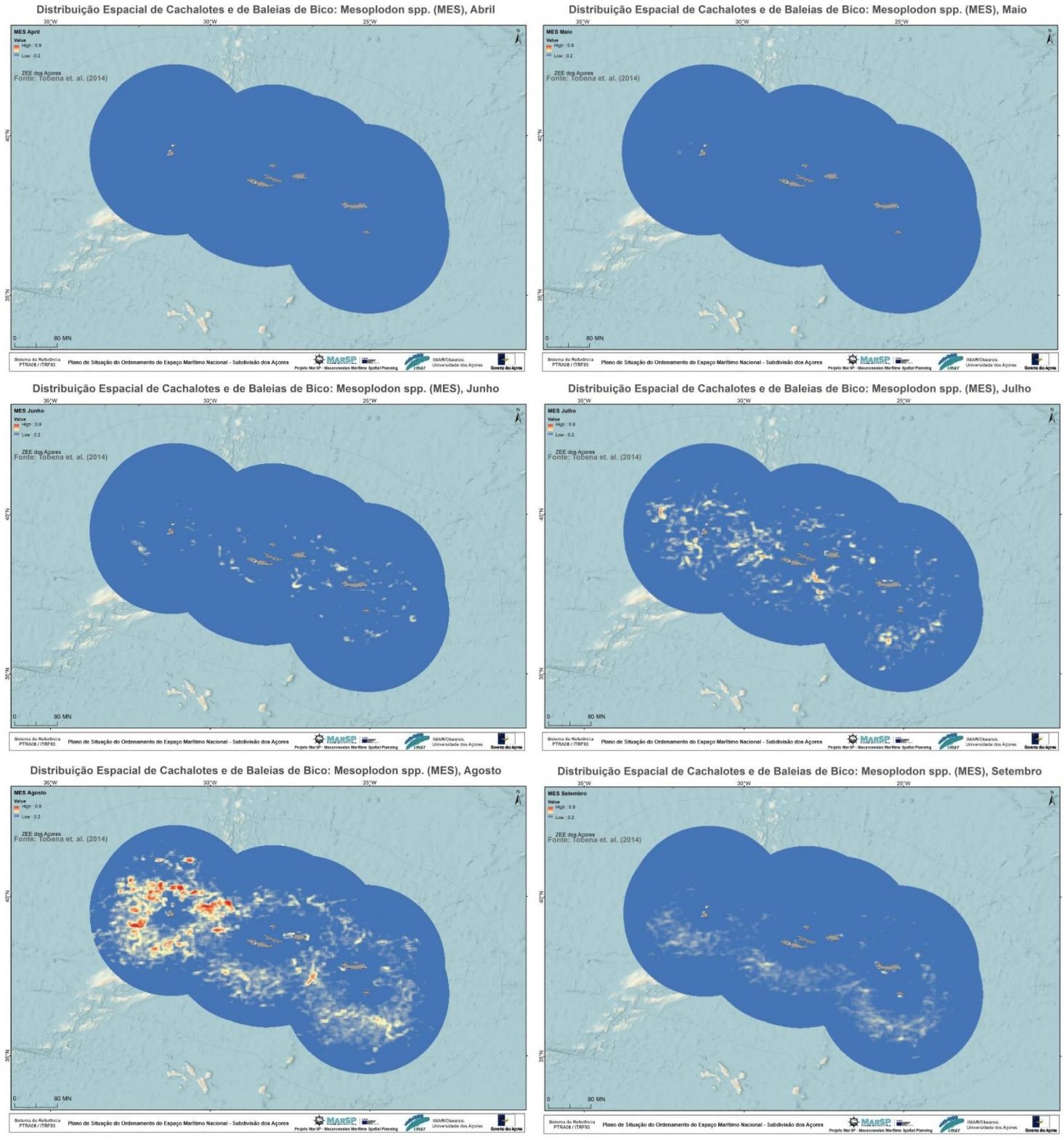
4089 FIGURA 83. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *PHYSETER MACROCEPHALUS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET*
4090 *AL.*, 2020.



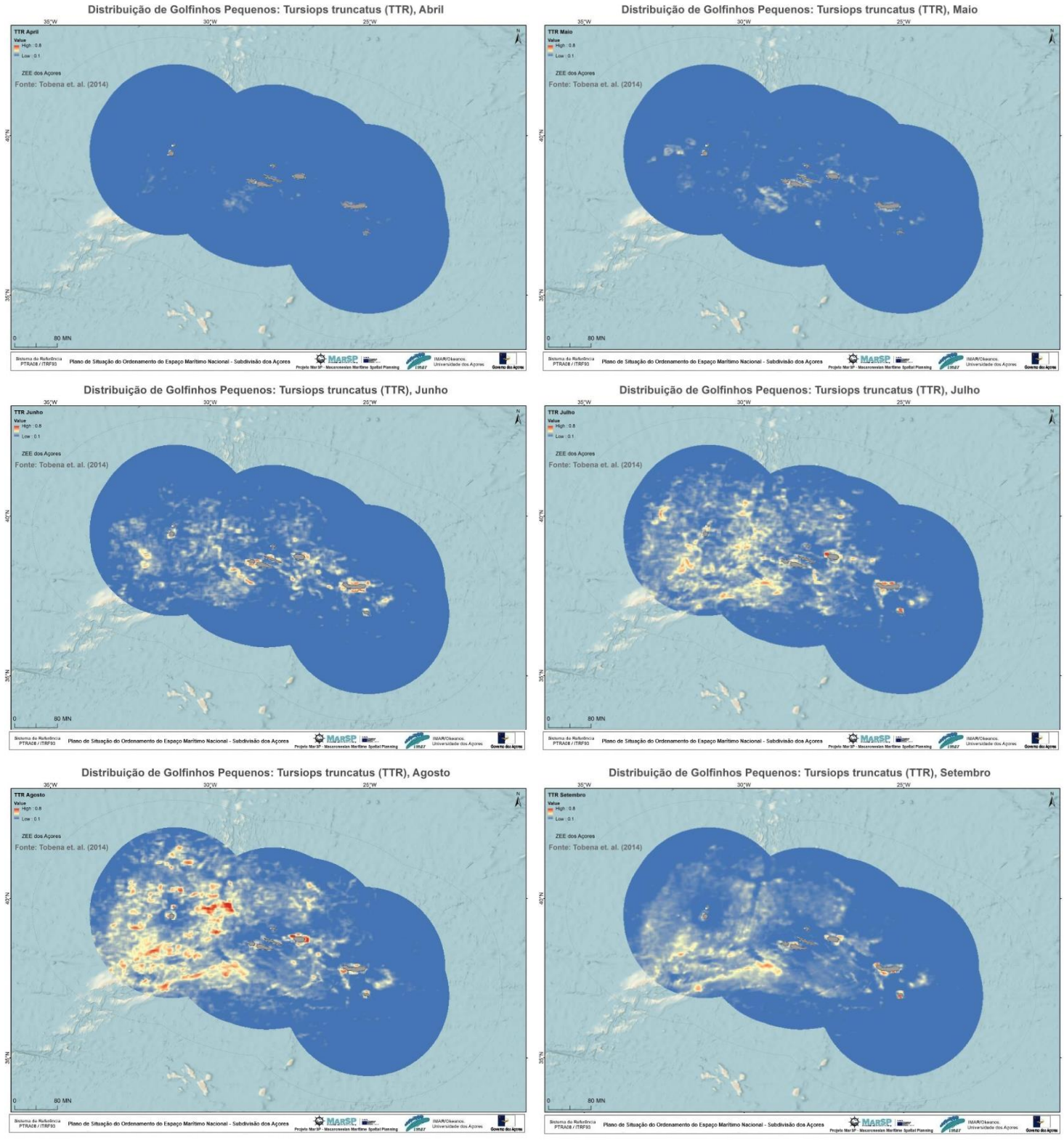
4091 FIGURA 84. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *ZIPHIUS CAVIROSTRIS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4092 2020.



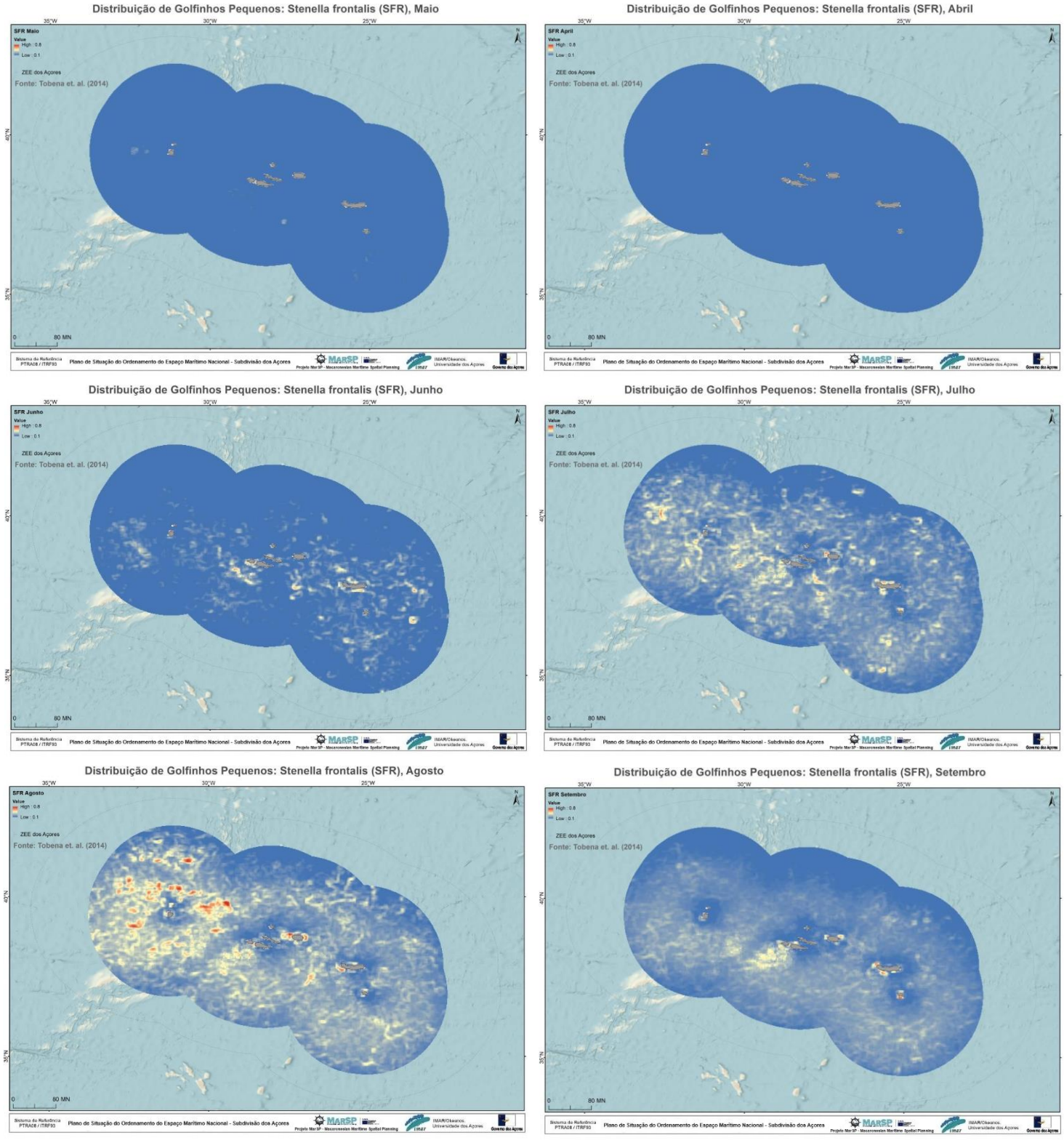
4093 FIGURA 85. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *HYPEROODON AMPULLATUS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET*
4094 *AL.*, 2020.



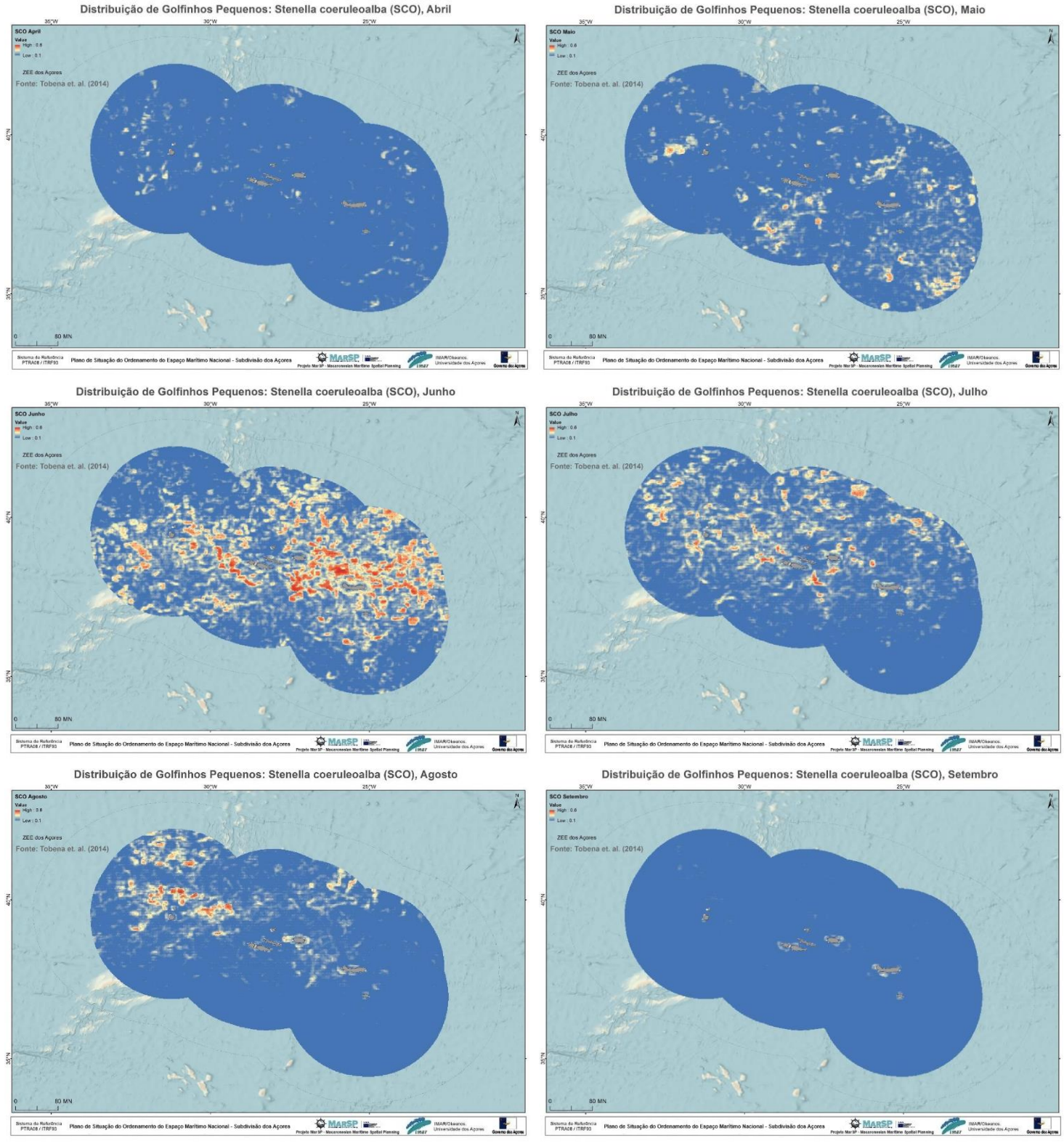
4095 FIGURA 86. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA *MESOPLODON* SPP., DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.



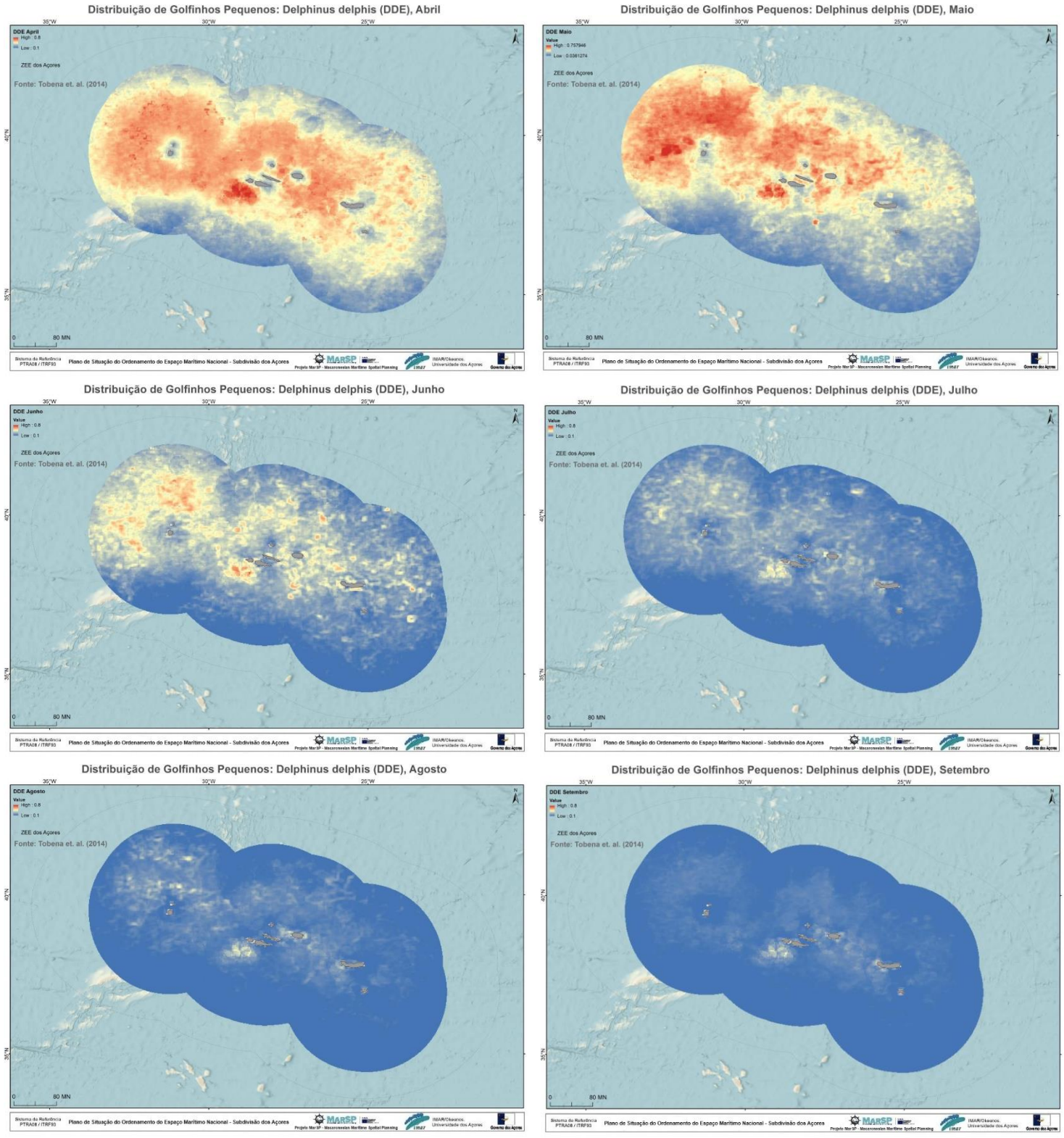
4096 FIGURA 87. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *TURSIOPS TRUNCATES,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4097 2020.



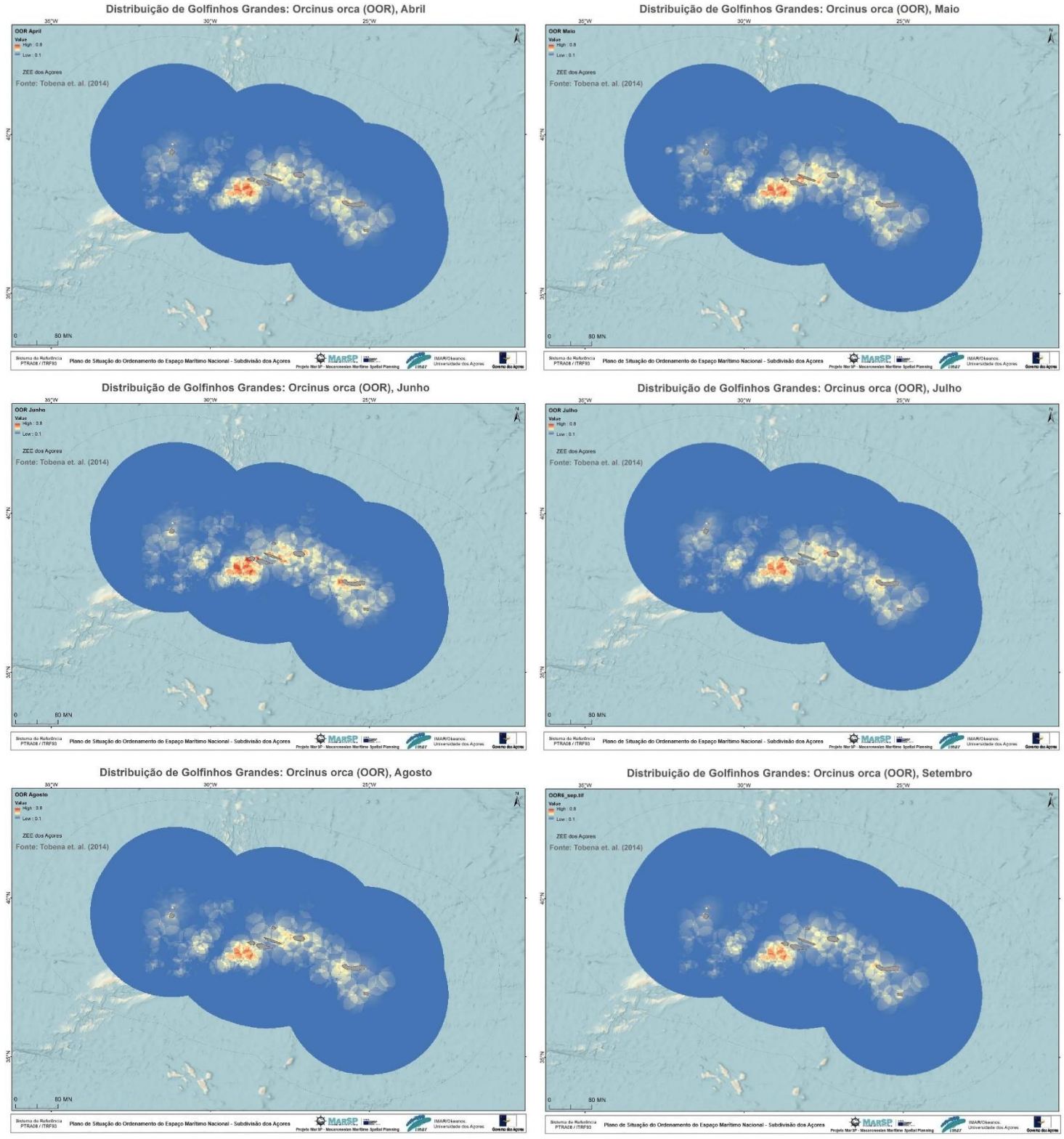
4098 FIGURA 88. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *STENELLA FRONTALIS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4099 2020.



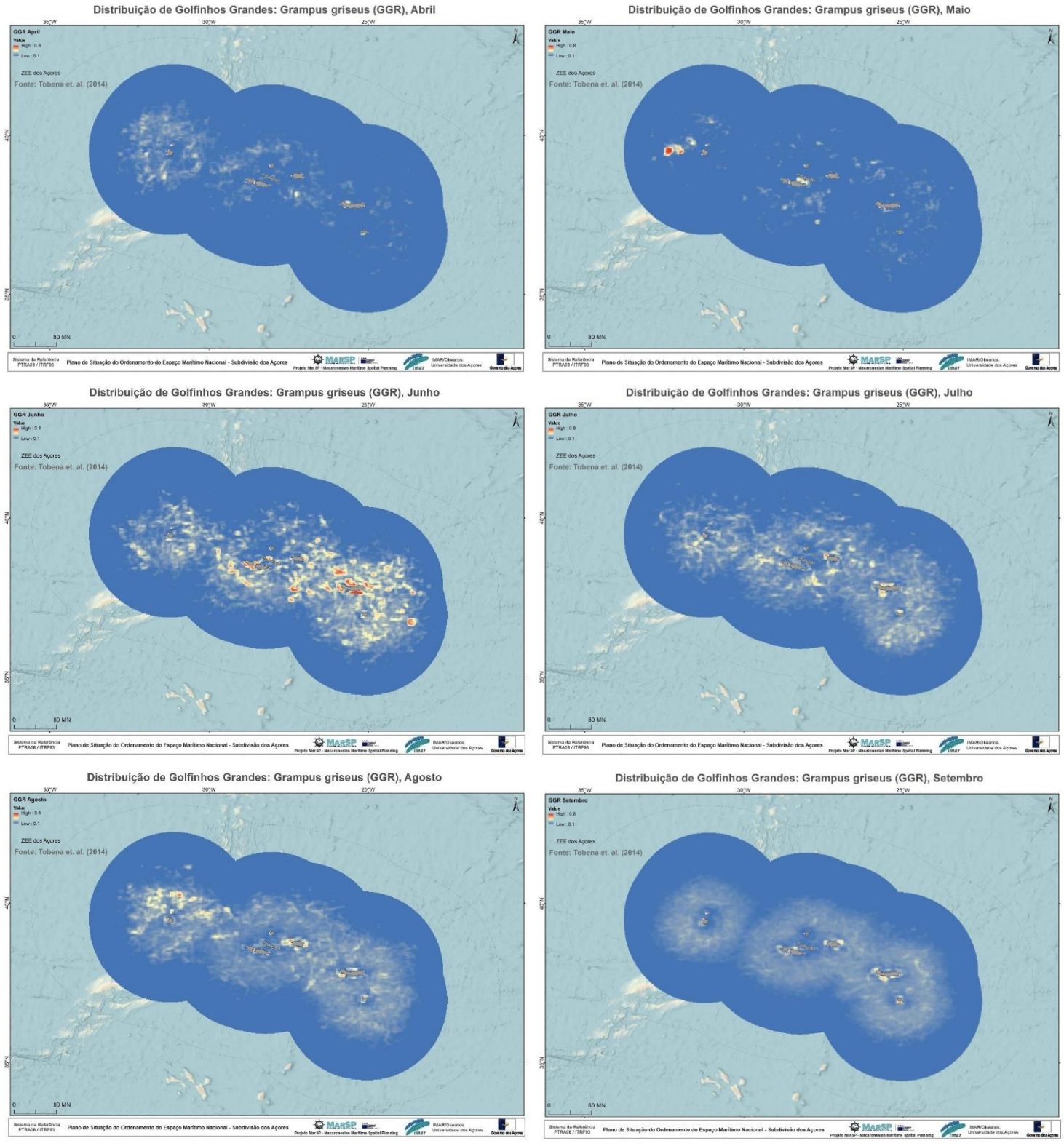
4100 FIGURA 89. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *STENELLA COERULEOALBA,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4101 2020.



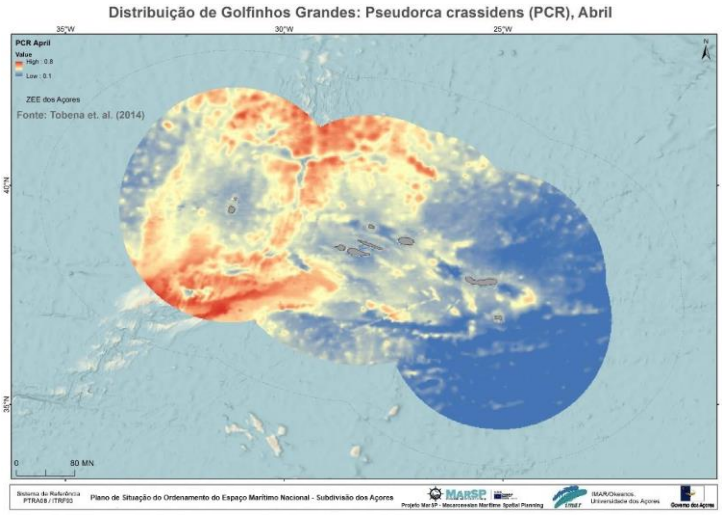
4102 FIGURA 90. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *DELPHINUS DELPHIS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.

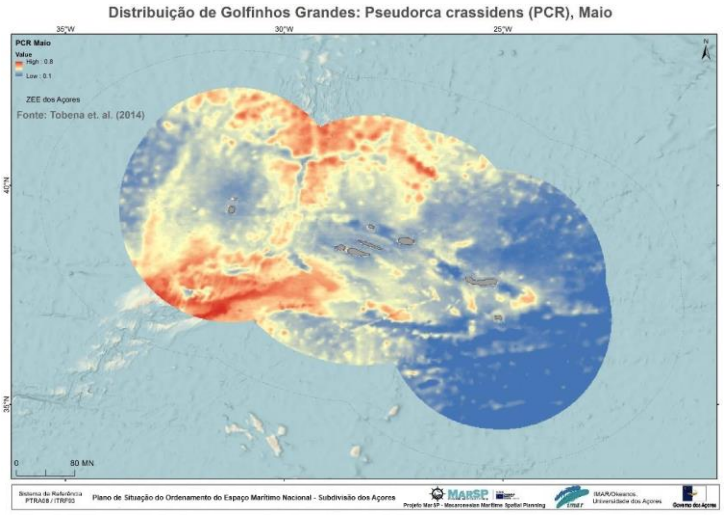


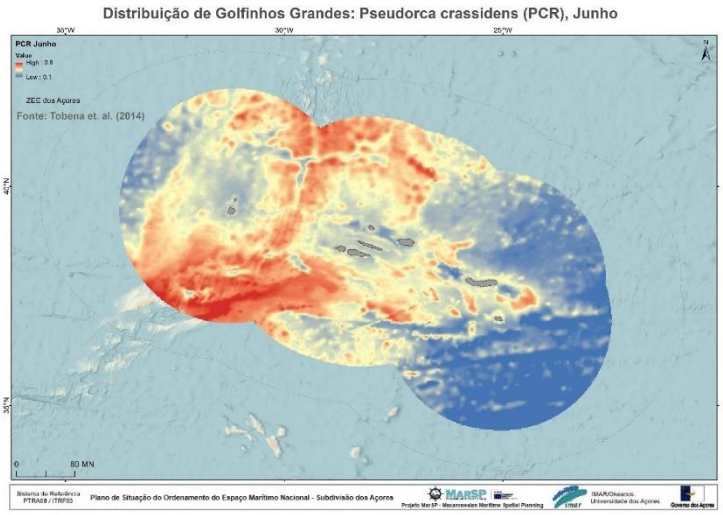
4103 FIGURA 91. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *ORCINUS ORCA,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.

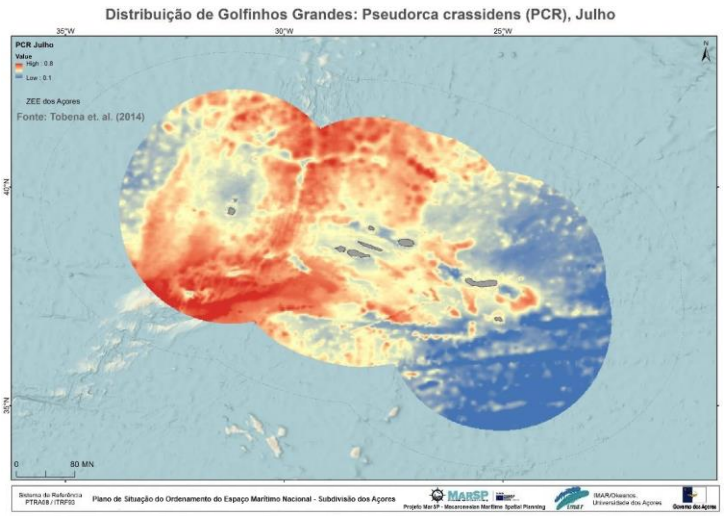


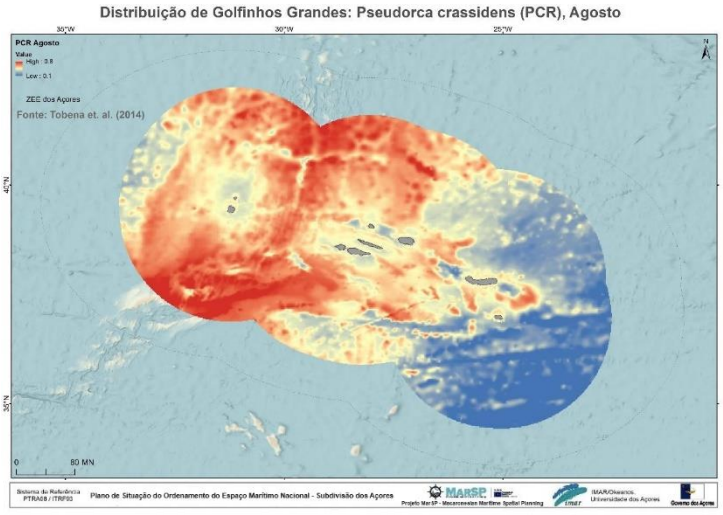
4104 FIGURA 92. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *GRAMPUS GRISEUS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.

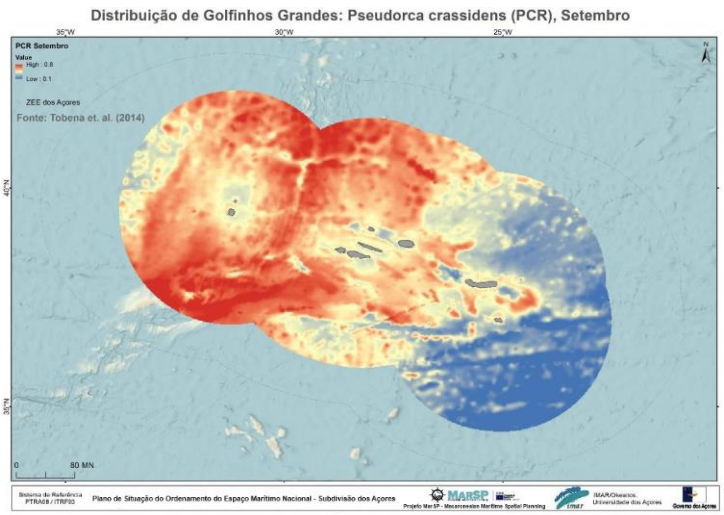




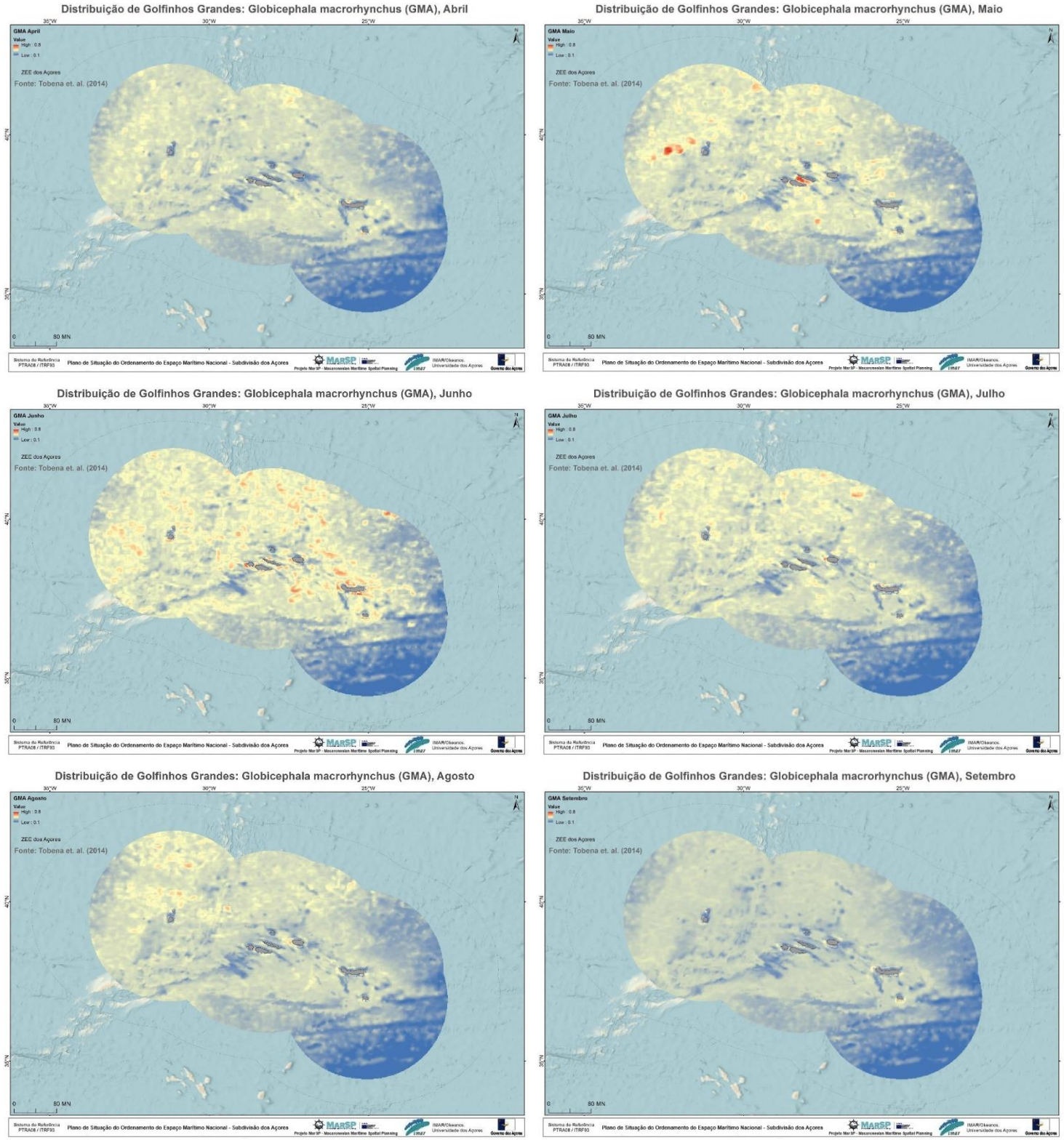








4105 **FIGURA 93**. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *PSEUDORCA CRASSIDENS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*,
4106 2020.



4107 FIGURA 94. DISTRIBUIÇÃO PREDITIVA PARA A ESPÉCIE *GLOBICEPHALA MACRORHYNCHUS,* DE ABRIL A SETEMBRO. FONTE: RODRIGUES
4108 *ET AL.*, 2020.

Conservação

A exploração antropogénica dos mamíferos marinhos nos Açores iniciou-se praticamente desde o início da colonização do arquipélago, incidindo inicialmente sobre os pequenos delfinídeos e lobos-marinhos, levando à extinção dos últimos, e ao aproveitamento de arrojamentos regulares de baleias mortas, sobretudo cachalotes. Contudo, a exploração direta dos cachalotes no arquipélago só se iniciou em meados do Séc. XVIII, praticada por navios Britânicos com base em Nova Inglaterra, que exerciam a sua atividade por todo o Atlântico Norte. Esta atividade baleeira *yankee* necessitava de mão-de-obra intensiva. O conhecimento que a população açoriana foi adquirindo a bordo dos navios americanos permitiu que, em meados do século XIX, a indústria baleeira costeira dos Açores se desenvolvesse (Gonçalves & Prieto, 2003).

O cachalote (*Physeter macrocephalus*), dadas as suas características para a produção de óleo para iluminação, tornou-se na espécie alvo da baleação açoriana. A atividade baleeira nos Açores cresceu até meados do Séc. XX, envolvendo cerca 200 botes que operavam na proximidade das costas das ilhas (Gonçalves & Prieto, 2003). O declínio da indústria açoriana começou em fins dos anos 60 e início dos anos 70 do Séc. XX, devido à dificuldade de escoamento dos seus produtos. Com o estabelecimento, pela convenção sobre o CITES nos anos 80, surgiram restrições sobre o comércio internacional de produtos derivados do cachalote e de outros cetáceos. Em 1983 foi aprovada uma lei pelo parlamento regional, protegendo 4 espécies de cetáceos: o golfinho-comum, o golfinho-pintado, o roaz-corvineiro e o grampo. Tanto no continente como na Madeira todos os mamíferos marinhos já eram protegidos, no entanto, a proteção total dos mamíferos marinhos nos Açores só foi decretada em 1989 por uma lei do governo central (Dec.-Lei n.º 316/89 de 22 de setembro) (Santos *et al.*, 1995; Gonçalves & Prieto, 2003).

Apesar da baleação açoriana ter em alguns anos representado praticamente metade das capturas de cachalotes do Atlântico Norte, não foi esta a principal causa da redução de grandes baleias nos oceanos. A baleação industrial da primeira metade do Séc. XX, foi a nível internacional a principal responsável pela redução drástica das populações de grandes baleias nos oceanos, levando à criação da *International Whaling Comission* (IWC) em 1946, com o intuito de proceder à exploração sustentável de grandes cetáceos nos oceanos. Em 1986 entrou em vigor a moratória da IWC que parou a baleação comercial a nível mundial, que ainda continua, com exceção da captura para fins científicos feita por alguns dos seus países membros. Em resultado desta intensa exploração internacional de grandes baleias no Séc. XX, aliado há baixas taxas reprodutivas destas espécies, para além de outras razões menos conhecidas, fez com que a maior parte destas espécies não tenham recuperado rapidamente da sobrexploração a que estiveram submetidas. Em resultado disto, o estatuto de conservação de muitas das espécies de cetáceos ocorrentes nos Açores, continuem com o estatuto de conservação da IUCN de 'ameaçadas' (EN: baleia-azul, baleia-comum, baleia-de-bossas; VU: cachalote) havendo apenas duas espécies e com estatutos de 'menos ameaçados' (LC: baleia-anã; D: baleia-de-Bryde). Estão nesta situação de menos ameaçados as restantes espécies de cetáceos ocorrentes nos Açores (Tabela 11).

Apesar da exploração direta de grandes cetáceos ter praticamente terminado em todo o mundo, há uma crescente exploração não letal, de atividades de ecoturismo, que facultam a observação de cetáceos no seu habitat natural (Herrera & Hoagland, 2006; IFAW, 2009).

A.12. BIODIVERSIDADE ESPECÍFICA

A diversidade marinha nos Açores é caracterizada por uma mistura de espécies de climas frios, temperados e tropicais de diferentes origens. A natureza vulcânica do arquipélago, sua juventude geológica, localização remota e a forte influência da corrente do Golfo providenciam as condições para o estabelecimento de uma biodiversidade particular, caracterizada pelo baixo número de espécies litorais marinhas.

O conhecimento da biodiversidade dos invertebrados marinhos nos Açores ainda está restrito aos grupos mais conspícuos, reflexo das dificuldades de amostragem no subtidal e na falta de especialistas em grupos taxonomicamente difíceis (Borges *et al.*, 2010). Refira-se ainda que esta falta de conhecimento é ainda mais notória para as espécies de pequena dimensão (seres unicelulares – fitoplâncton, animais microscópicos- meiofauna), não havendo praticamente nenhuma inventariação feita.

O número exato das espécies macroscópicas (visíveis a olho nu) que ocorrem nos ecossistemas costeiros e marinhos dos Açores é muito difícil de determinar, atendendo ao estado atual do conhecimento taxonómico. Com efeito, muitos grupos necessitam ainda da realização de trabalhos de inventariação de base (caso por exemplo dos nematodes) e outros necessitam de profundas revisões taxonómicas.

Na inventariação bibliográfica de Borges *et al.* (2010), fez-se uma primeira caracterização da biodiversidade marinha dos Açores para macro-espécies, sobretudo para as zonas costeiras. Contudo, este trabalho não faz qualquer referência a alguns filos marinhos (ex. nemertíneos, nematodes, platelmintes, quetognatas), nem a subgrupos de outros (ex. escafópodes, insecta). Por outro lado, houve atualizações mais recentes em alguns grupos de seres vivos (ex. algas – Léon-Cisneros e t al., 2012), pelo que é pertinente atualizar este trabalho. Para os grupos que não existiam dados regionais fizeram-se extrapolações por regressão linear a partir das informações para grupos bem conhecidos existentes na mesma região biogeográfica (Canárias - Haroun & Herrera, 2001) e nos Açores (ex. algas, opistobrânquios, cefalópodes, peixes, aves, cetáceos). Assim, foram listadas praticamente 4 centenas de espécies de autotróficos, 2 mil espécies de invertebrados (cerca de 1/3 são moluscos e crustáceos), 6 centenas de vertebrados (sendo os "peixes" o grupo mais representativo), totalizando mais de 2,3 mil espécies de macro-organismos marinhos dos Açores. Adicionalmente, considerando que os organismos marinhos perfazem cerca de 23% da biodiversidade total dos Açores atualmente conhecida (Borges *et al.*, 2010) e que a área terrestre representa apenas cerca de 0,25% da área da ZEE dos Açores, é de esperar que muita da fauna marinha dos Açores, especialmente de águas profundas, ainda estará por ser catalogada e estudada (Tabela 12).

TABELA 12. SUMÁRIO DA BIODIVERSIDADE MARINHA DOS AÇORES, EM TERMOS DE NÚMERO DE RIQUEZA ESPECÍFICA, COM BASE EM BORGES *ET AL.*, (2010) E NOUTROS TRABALHOS. FONTE: SRMCT, 2014.

REINO	FILOS	CLASSES	TOTAL
Proctotista	Algas[1]		**385**
	Chlorophyta		55
	Rhodophyta		256
	Heterokontophyta	Phaeophyceae	74
Plantae	Magnoliophyta		**1**

Fungi	Líquenes[2,3]		**3**
Animalia			**1954**
	Porifera		95
	Cnidaria		77
	Ctenophora[4]		4
	Nemertinea[5]		11
	Nematoda[4]		27
	Platyhelminthes[4]		32
	Chaetognatha[4]		21
	Sipuncula		4
	Echiura		1
	Rotifera[4]		1
	Acantocephala[4]		181
	Annelida		40
	Phoronida		3
	Mollusca		**408**
		Bivalvia	84
		Cephalopoda[7]	54
		Gastropoda	256
		Polyplacophora	5
		Scaphopoda[4]	9
	Bryozoa		20
	Entoprocta		1
	Arthropoda		**343**
		Insecta[4]	1
		Arachnida	4
		Incertae sedis	4
		Malacostraca	249
		Maxillopoda	17
		Ostracoda	2
		Pycnogonida	15
		Cirripedia[6]	51
	Echinodermata		**48**
		Asteroidea	12
		Crinoidea	1
		Echinoidea	17
		Holothuroidea	7
		Ophiuroidea	11
	Chordata		**637**
		Ascidiacea	40
		“Pisces” Total	543
		Chondrichthyes	60
		Actinopterygii	483
		Reptilia	5
		Aves[8]	15
		Mammalia	34
			2343

* 1- Léon-Cisneros *et al.*, 2012; 2- Morton *et al.*, 1998; 3- Neto *et al.*, 2005; 4- J. Gonçalves, com. pess. 5- Strand, 2002; 6- Southward, 1998; 7- Cardigos & Porteiro, 1998; 8- Rodrigues *et al.*, 2010.

A maioria do biota marinho dos Açores (pelo menos de águas superficiais) é muito recente e compreende espécies predominantemente derivadas do Atlântico Este, nomeadamente do Sul da Europa (região lusitânica) e Noroeste de África (região mauritânia) com uma grande contribuição Mediterrânica, também incluindo espécies de outras fontes atlânticas (ex. Boury-Esnault & Lopes, 1985; Lopes *et al.*, 1993; Morton & Britton, 2000; Ávila, 2005; Moura *et al.*, 2012). Vários organismos marinhos mostram diferenças populacionais entre o Atlântico Este e o Mediterrâneo (ex: Moura *et al.*, 2012), e as ilhas Macaronésias parecem ter desempenhado um papel importante na especiação e diversificação de alguns *taxa* (Morton & Britton, 2000). No entanto, outros taxa (ex. alguns Hydrozoa e Pycnogonida) parecem favorecer a hipótese de uma via de colonização de Oeste, possivelmente com influência da corrente do Golfo, dadas algumas afinidades encontradas com as Caraíbas e a costa continental americana (Morton & Britton, 2000).

O número de espécies e subespécies endémicas de organismos marinhos nos Açores é estimado em cerca de 39 (Borges *et al.*, 2010), e a maior parte delas são moluscos (29 espécies) (Ávila, 2005). Alguns dos grupos menos conhecidos, mas que foram objeto de estudo recente, também revelaram taxas de endemismo considerável, por exemplo a ordem Tanaidacea dos crustáceos (duas das cinco espécies que ocorrem nos Açores são endémicas), pelo que é de esperar que um aumento do esforço de estudo taxonómico dos vários grupos de invertebrados marinhos nos Açores corresponda a um aumento da sua riqueza específica, e eventualmente das taxas de endemismo. No entanto, a baixa taxa de endemismos registada nos Açores também poderá estar relacionada com o abaixamento das temperaturas superficiais durante as glaciações do Pleistoceno (Briggs, 1966, 1974).

PARTE V. ÁREAS DE RELEVO PARA A CONSERVAÇÃO

A.13. ENQUADRAMENTO LEGAL DAS ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS NOS AÇORES

O arquipélago dos Açores e a região oceânica que o rodeia são um importante repositório de biodiversidade, com relevância global, e que necessita de uma adequada proteção que compense as naturais vulnerabilidades resultantes da pequena extensão dos ecossistemas insulares, do isolamento entre ilhas e em relação às regiões continentais, da fragmentação e perda de habitats e da fragilidade das espécies autóctones face a organismos invasores.

O estabelecimento de Áreas Marinhas Protegidas (AMP) advém da necessidade de conceder um estatuto legal de proteção adequado à conservação da biodiversidade, dos serviços dos ecossistemas e do património biológico e geológico, incluindo dos recursos e valores naturais e culturais que lhe estão associados, bem como à valorização da paisagem e à promoção do conhecimento da biodiversidade costeira e marinha, mediante a adoção de medidas de proteção

das espécies e dos habitats sensíveis, de forma a assegurar a manutenção da biodiversidade marinha e do Bom Estado Ambiental (BEA) do meio marinho, como um todo.

As medidas de conservação da natureza dispersas por legislação regional diversa, e outras dispersas em legislação conexa, são atualmente enquadradas pelo Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, que aprova o regime jurídico da conservação da natureza e da biodiversidade na RAA. Este transpõe para o direito regional as diretivas europeias relevantes – nomeadamente a Diretiva Aves e a Diretiva Habitats – e estabelece as condições para a aplicação das diversas convenções internacionais sobre proteção da biodiversidade e dos habitats de que Portugal é signatário, com destaque para a Convenção de Berna, a Convenção de Bona, a Convenção sobre a Diversidade Biológica, a Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies de Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES) e a Convenção de Ramsar.

Conforme estabelecido no Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, nos Açores aplica-se a definição da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), de "sítio ou área protegida" como um "sítio geograficamente bem delimitado que tenha sido designado ou regulamentado e gerido para alcançar objetivos específicos de conservação, incluindo os que tenham sido declarados sítio de importância comunitária, zona especial de conservação, sítio Ramsar, área marinha protegida OSPAR, zona protegida de importância regional ou zona protegida de importância local". A Rede de Áreas Protegidas dos Açores concretiza também a classificação de tipologias de áreas adotada pela IUCN, designadamente:

- **Categoria IUCN I - Reserva Natural Marinha:** A reserva natural marinha é uma área que contém um ou mais ecossistemas excecionais ou representativos de singularidades biológicas. A reserva natural marinha pode ser integral (Ia) ou parcial (Ib). Podem integrar a categoria de reserva natural as áreas marinhas que apresentem, cumulativamente, as seguintes características;

- **Categoria IUCN II - Parque Nacional Marinho:** O parque nacional marinho destina-se a proteger uma área natural extensa de excecional relevância para a conservação da natureza e da biodiversidade, servindo de base para a prática sustentável de atividades culturais, científica e recreativas;

- **Categoria IUCN III - Monumento Natural Marinho:** O monumento natural marinho visa proteger determinadas características naturais específicas, nomeadamente singularidade natural de valor excecional, em razão da raridade ou pela representatividade ou qualidades estéticas que lhe sejam inerentes, da paisagem ou do leito marinho. Podem integrar a categoria de monumento natural as áreas que contenham uma ou mais ocorrências naturais, nomeadamente geossítios e estruturas geomorfológicas excecionais, podendo integrar formas, cavernas, montes submarinos ou organismos vivos, com valor ímpar devido à raridade das respetivas características;

- **Categoria IUCN IV - Área Marinha Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies:** A área marinha protegida para a gestão de habitats ou espécies é especialmente destinada a manter, conservar ou restaurar os habitats naturais ou seminaturais ou espécies de flora e fauna marinha. Podem integrar a categoria de área protegida para a gestão de habitats ou espécies as áreas que sejam particularmente representativas de determinados habitats naturais, seminaturais e de espécies protegidas da flora e fauna marinha;

- **Categoria IUCN V - Paisagem Marinha Protegida:** A paisagem marinha protegida destina-se a

salvaguardar áreas com características distintivas e valor ecológico, biológico, e cultural decorrentes da interação existente entre a natureza e o ser humano. Podem integrar a categoria de paisagem marinha protegida as áreas onde a internação continuada entre o homem e a natureza tenha originado paisagens características que pela sua diversidade e harmonia, apresentem relevância estética e comportem valores biológicos, geológicos ou culturais significativos;

» **CATEGORIA IUCN VI - ÁREA MARINHA PROTEGIDA PARA A GESTÃO DE RECURSOS:** A área marinha protegida para a gestão de recursos é especialmente direcionada para a manutenção de determinados habitats naturais ou seminaturais e espécies de flora e fauna marinha em estados de conservação favoráveis, salvaguardando o uso sustentável dos ecossistemas naturais.

O Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, prevê três tipos de unidades de gestão da Rede de Áreas Protegidas dos Açores: Parque Natural de Ilha (PNI), Parque Marinho dos Açores (PMA) e áreas protegidas de importância local. Para cada uma das ilhas do arquipélago dos Açores existe um PNI - a unidade de gestão base da rede – constituído pelas áreas e sítios protegidos terrestres sitos no território de cada ilha, podendo abranger, ainda, áreas marinhas sitas até ao limite exterior do mar territorial (12 milhas náuticas (mn) medidas a partir das linhas de base). O PMA é constituído pelas áreas marinhas sob gestão da Região Autónoma dos Açores situadas para além do limite exterior do mar territorial[4], integrando uma única unidade de gestão destinada a gerir e adotar medidas para a proteção das fontes hidrotermais, montes submarinos e outras estruturas submarinas, bem como dos recursos, comunidades e habitats marinhos sensíveis em presença. As áreas protegidas de importância local são criadas por deliberação da Assembleia Municipal territorialmente competente, não tendo sido, à data, classificadas áreas desta tipologia nos Açores.

Na RAA, todas as áreas classificadas regionais e áreas protegidas estão incluídas nos nove PNI, se localizadas no mar territorial, ou no PMA se localizadas na subárea dos Açores da ZEE nacional ou na adjacente plataforma continental estendida portuguesa. Encontram-se integradas nesta rede a globalidade das áreas protegidas existentes no território da RAA, não só áreas protegidas com componente marinha, mas também áreas protegidas com componente terrestre. Incluem-se ainda todas as AMP classificadas ao abrigo de diretivas e convenções internacionais (RN2000, Convenção OSPAR, Convenção Ramsar, Reservas da Biosfera) e parte das IBA indicadas pela *BirdLife International.*

Atualmente, encontram-se classificadas 50 áreas protegidas com componente marinha na Região Autónoma dos Açores, das quais 35 integram os PNI, e 15 integram o PMA. A proporção do território classificada na componente marinha da Rede de Áreas Protegidas dos Açores é de 3,7%, excluindo as áreas do PMA que se encontram na área da plataforma continental contígua à subárea dos Açores da ZEE, para além das 200 mn. As tipologias referentes a áreas protegidas com componente marinha classificadas nos Açores abrangem apenas reservas naturais, áreas protegidas de gestão de recursos e áreas protegidas para a gestão de habitats ou espécies.

[4] A exceção é a Área Marinha Protegida para a Gestão de Recursos do Banco Condor (PMA14), integrada no Parque Marinho dos Açores nos termos do Decreto Legislativo Regional n.º 13/2016/A, de 19 de julho, que se encontra parcialmente dentro dos limites do mar territorial.

O diploma suprarreferido compila ainda atos e atividades condicionados e proibidos em todas as áreas protegidas, lista as espécies protegidas às quais se aplicam regras gerais da proteção e ainda os habitats relevantes para a proteção da biodiversidade, cuja conservação exige a designação de áreas protegidas. Nas zonas em que exista sobreposição entre as áreas de intervenção respetivas de cada PNI e outros instrumentos de gestão territorial, aplicam-se cumulativamente os regimes decorrentes dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC) e, supletivamente, os regimes estabelecidos pelos planos municipais de ordenamento do território.

As áreas marinhas protegidas na RAA encontram-se atualmente em fase de reavaliação e reestruturação, existindo um processo em curso sobre a criação de uma Rede de Áreas Marinhas Protegidas dos Açores (RAMPA), mapeamento dos valores naturais e socioeconómicos e definição de novas áreas prioritárias para a conservação. A organização das áreas marinhas protegidas em rede visa garantir a representatividade dos valores naturais e dos processos ecológicos relevantes, permitindo a continuidade entre áreas importantes para a conservação de espécies e habitats, facilitando a conectividade, resiliência e sustentabilidade. Esta rede deverá ser dotada de um enquadramento jurídico próprio, refletindo o planeamento e a operacionalização de medidas de gestão e conservação adequadas a cada situação.

A.14. Estatutos de proteção ao abrigo da política comunitária e internacional de conservação marinha

A.14.1. Rede Natura 2000

A Rede Natura 2000 é uma rede ecológica para o espaço comunitário da União Europeia resultante da aplicação da Diretiva 79/409/CEE do Conselho, de 2 de abril de 1979, revogada pela Diretiva 2009/147/CE, de 30 de novembro (Diretivas Aves), e da Diretiva 92/43/CEE (Diretiva Habitats) que tem como finalidade assegurar a conservação a longo prazo das espécies e dos habitats mais ameaçados da UE, contribuindo para parar a perda de biodiversidade.

A Diretiva Aves estipula que os Estados-Membros tomem as medidas necessárias para garantir a proteção das populações selvagens das espécies de aves que ocorrem no seu território. A Diretiva Habitats prevê a conservação ou o restabelecimento dos habitats naturais e das espécies selvagens de interesse comunitário num estado de conservação favorável. A RN2000 engloba as áreas protegidas classificadas como Zonas de Proteção Especial (ZPE), estabelecidas ao abrigo da Diretiva Aves, e as Zonas Especiais de Conservação (ZEC) e Sítios de Importância Comunitária (SIC), criadas ao abrigo da Diretiva Habitats.

A classificação de ZPE abrange as áreas que contêm os territórios mais apropriados, em número e extensão, para garantir a conservação das espécies de aves, e seus habitats, constantes do anexo I à Diretiva Aves, que ocorram naturalmente na RAA e, ainda, das espécies migratórias não incluídas no referido anexo e cuja ocorrência no território regional e nas áreas oceânicas contíguas seja regular. As ZPE criadas nos termos da Diretiva Aves integram automaticamente a RN2000.

A classificação de ZPE ocorre com o objetivo expresso de contribuir para assegurar a biodiversidade, através da conservação dos habitats naturais do anexo I à Diretiva Habitats e dos habitats de espécies da flora e da fauna selvagens do seu anexo II, considerados ameaçados. A classificação

como ZEC depende de prévia aprovação da lista de SIC pelos órgãos competentes da União Europeia, com base na lista nacional de SIC submetida pelo Estado-Membro e segundo o procedimento previsto na Diretiva Habitats.

Nos Açores existe um total de 15 ZPE, 24 ZEC e 2 SIC integradas na RN2000. Destas, destacam-se apenas as que contêm componente marinha, listadas na

Tabela **13**, estando 1 ZPE, 17 ZEC e todas as SIC integradas (totalmente ou em parte) na componente marinha dos PNI e no PMA. Assim, as áreas marinhas classificadas ao abrigo da RN2000 nos Açores (Tabela 13) incluem: 17 zonas designadas dentro do mar territorial, que integram os PNI, nomeadamente 16 ZEC e 1 ZPE; e 3 zonas designadas na subárea dos Açores da ZEE de Portugal, integradas no PMA, designadamente 2 SIC e 1 ZEC.

TABELA 13. ÁREAS DA RN2000 COM COMPONENTE MARINHA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES.

Áreas marinhas da RN2000				
Código	Designação	Localização	Área total (km²)	Área marinha (km²)
Sítios de Interesse Comunitário (SIC)				
PTMAZ001	Menez Gwen	PMA	95,23	95,23
PTMAZ002	Lucky Strike	PMA	191,26	191,26
Zonas Especiais de Conservação (ZEC)				
PTMIG0021	Banco D. João de Castro	PMA	16,48	16,48
PTCOR0001	Costa e Caldeirão	PNI Corvo	9,75	2,26
PTFLO0003	Costa Nordeste	PNI Flores	12,54	10,16
PTFAI0004	Caldeira e Capelinhos	PNI Faial	20,86	2,30
PTFAI0005	Monte da Guia	PNI Faial	3,83	2,84
PTFAI0007	Morro de Castelo Branco	PNI Faial	1,26	1,03
PTPIC0008	Baixa do Sul - Canal do Faial	PNI Faial	0,50	0,50
PTPIC0010	Ponta da Ilha	PNI Pico	3,98	2,92
PTPIC0011	Lajes do Pico	PNI Pico	1,43	1,09
PTPIC0012	Ilhéus da Madalena	PNI Pico	1,43	1,38
PTJOR0013	Ponta dos Rosais	PNI São Jorge	3,07	1,40
PTJOR0014	Costa Nordeste e Ponta do Topo	PNI São Jorge	39,65	3,89
PTGRA0015	Ilhéu de Baixo - Restinga	PNI Graciosa	2,44	2,12
PTTER0018	Costa das Quatro Ribeiras	PNI Terceira	2,68	2,10
PTMIG0020	Caloura - Ponta da Galera	PNI São Miguel	2,00	1,81
PTSMA0022	Ponta do Castelo	PNI Santa Maria	3,17	1,80
PTSMA0023	Ilhéu das Formigas e Recife Dollabarat	PNI Santa Maria	35,94	35,94
Zona de Proteção Especial (ZPE)				
PTZPE0024	Lajes do Pico	PNI Pico	0,65	0,12

As AMP dos PNI que integram áreas classificadas na RN2000, para além do regime de atos e atividades interditos ou condicionados definido pelos diplomas que estabelecem os PNI, observam cumulativamente o regime estabelecido para o Plano Sectorial da RN2000, publicado através do Decreto Legislativo Regional n.º 20/2006/A, de 6 de junho, na sua atual redação. Este plano é o instrumento de gestão territorial que dá resposta ao compromisso nacional para com as Diretivas Aves e Habitats, e que estabelece o âmbito das medidas de conservação para as áreas designadas a nível regional, visando os objetivos de criação de uma rede ecológica coerente de áreas protegidas de conservação da biodiversidade. Identificam-se como principais ameaças aos ecossistemas em presença nas AMP: a sobre-exploração de recursos; a extração de inertes; a introdução e proliferação de espécies não indígenas invasoras; o aumento do turismo e do tráfego marítimo; a poluição marítima (deposição de lixos e contaminação); a pesca e apanha ilegal; e a erosão costeira.

Acresce referir as áreas terrestres classificadas ao abrigo da Rede Natura (3 ZEC e 12 ZPE), incluídas nos PNI das respetivas ilhas, que apesar de serem exclusivamente terrestres, apresentam como limite a linha de costa, representando, assim, áreas de interface terra-mar (Tabela 14).

TABELA 14. ÁREAS TERRESTRES DA REDE NATURA 2000 COM INTERFACE TERRA-MAR NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES.

Áreas terrestres da RN2000 com interface marinha			
Código	**Designação**	**Localização**	**Área terrestre total (km²)**
Zonas Especiais de Conservação (ZEC)			
PTFAI0006	Ponta do Varadouro	PNI Faial	0,18
PTGRA0015	Ponta Branca	PNI Graciosa	0,69
PTTER0018	Serra de Santa Bárbara e Pico Alto	PNI Terceira	47,31
Zona de Proteção Especial (ZPE)			
PTZPE0020	Costa e Caldeirão	PNI Corvo	7,00
PTZPE0021	Costa Sul e Sudoeste	PNI Flores	2,54
PTZPE0022	Costa Nordeste	PNI Flores	1,42
PTZPE0023	Caldeira e Capelinhos	PNI Faial	20,47
PTZPE0025	Furnas de Santo António	PNI Pico	0,13
PTZPE0026	Ponta da Ilha	PNI Pico	2,94
PTZPE0028	Ilhéu do Topo e Costa Adjacente	PNI São Jorge	3,70
PTZPE0029	Ilhéu de Baixo	PNI Graciosa	0,32
PTZPE0030	Ilhéu da Praia	PNI Graciosa	0,10
PTZPE0031	Ponta das Contendas	PNI Terceira	0,91
PTZPE0032	Ilhéu das Cabras	PNI Terceira	0,28
PTZPE0034	Ilhéu da Vila e Costa Adjacente	PNI Santa Maria	0,57

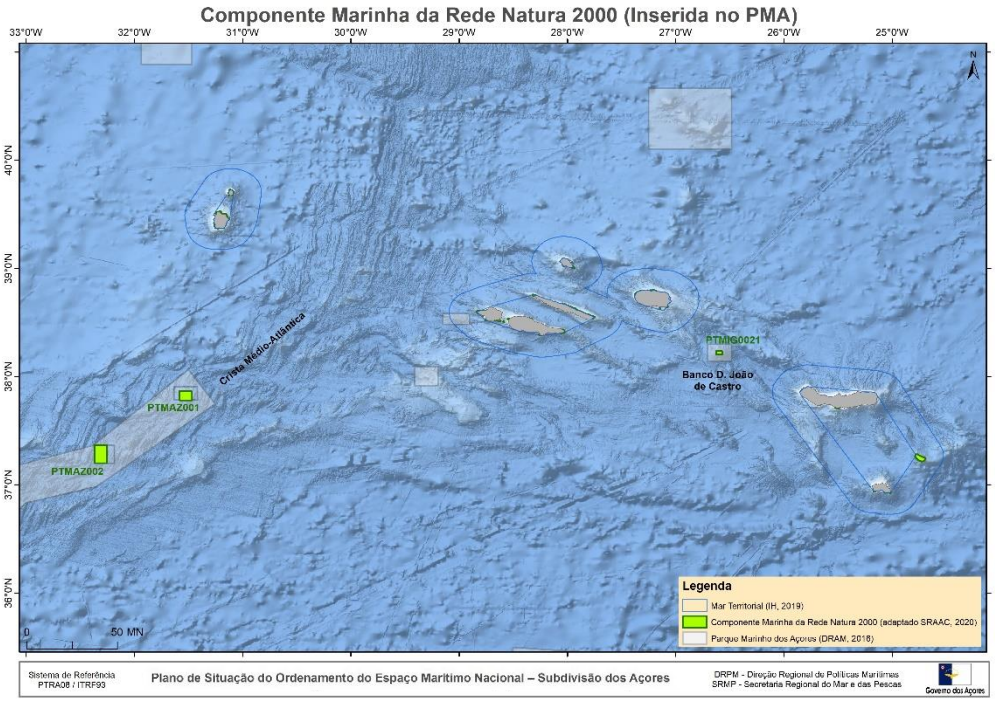
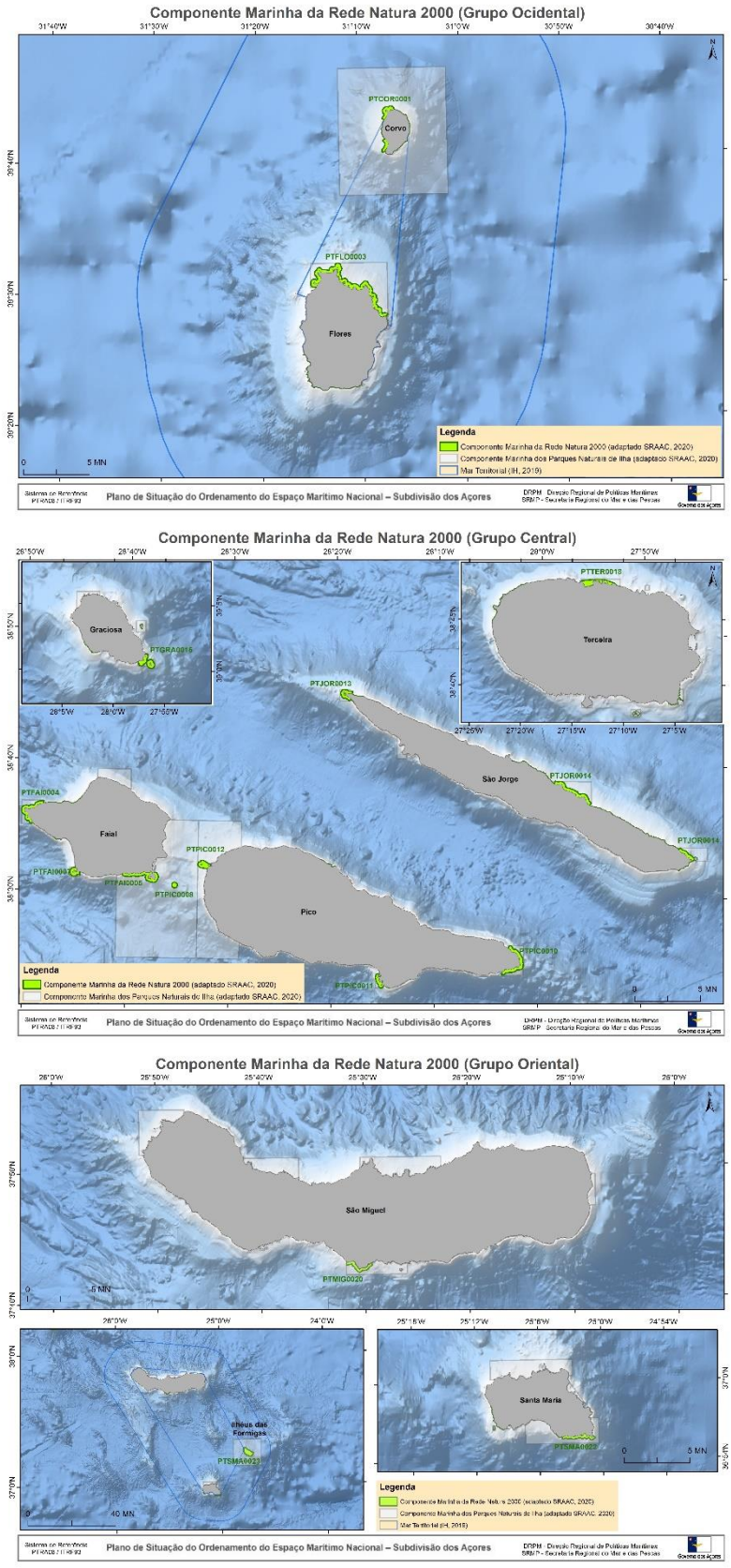


FIGURA 95. COMPONENTE MARINHA DAS ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS DA REDE NATURA 2000 NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES, INSERIDA NO PARQUE MARINHO DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; DRAM, 2016).



4368 FIGURA 96. COMPONENTE MARINHA DAS ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS DA REDE NATURA 2000 NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS
4369 AÇORES, INSERIDA NOS PARQUES NATURAIS DE ILHA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020).

A.14.2. Convenção OSPAR

A Convenção OSPAR é o atual instrumento jurídico orientador da cooperação internacional relativa à proteção do meio marinho do Atlântico Nordeste, tendo sido aprovada para ratificação em Portugal pelo Decreto n.º 59/97, de 31 de outubro.

A Estratégia Ambiental para o Atlântico Nordeste da OSPAR promove o estabelecimento de uma rede ecologicamente coerente e bem gerida de AMP para assegurar a manutenção da biodiversidade e dos ecossistemas no Atlântico Nordeste.

As AMP designadas pelas Partes Contratantes ao abrigo da Convenção OSPAR têm como objetivo proteger e conservar espécies, habitats, ecossistemas e processos ecológicos do ambiente marinho, através de uma abordagem ecossistémica à gestão das atividades humanas. Nas AMP são aplicadas medidas específicas de proteção e conservação, ou de recuperação e restauro das áreas degradadas, sendo também consideradas medidas de precaução destinadas a prevenir a ocorrência de danos ambientais no ambiente marinho.

Nos últimos anos, a rede de AMP da OSPAR (Figura 97 e Tabela 15) tem sido construída e ampliada, com maior ênfase na qualidade, eficácia e resultado prático das medidas adotadas no sentido da gestão sustentável do meio marinho.

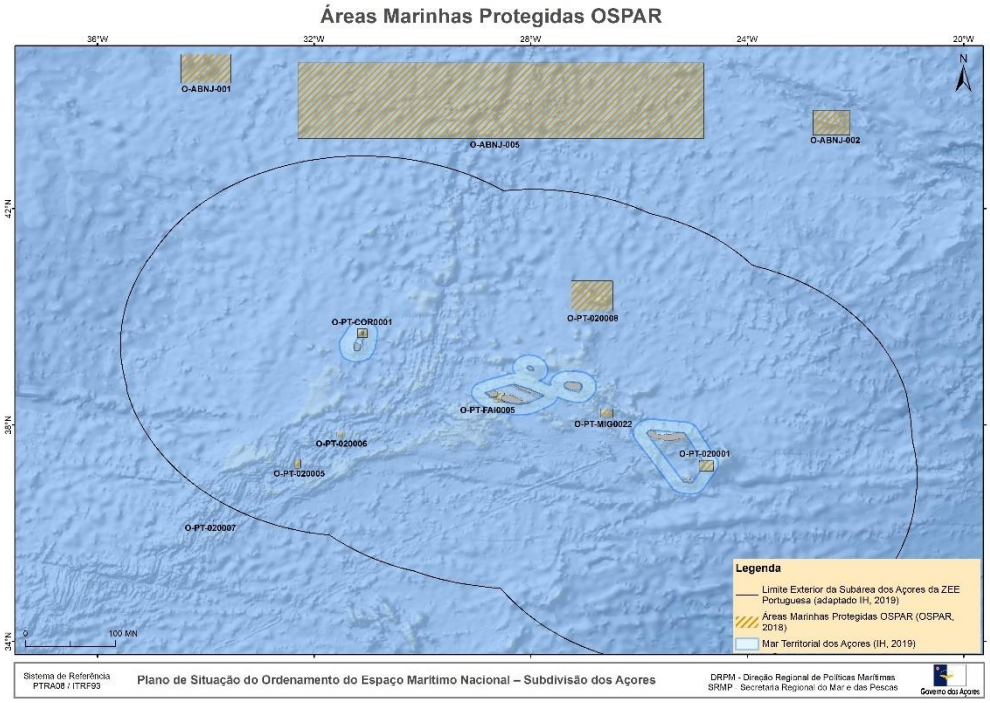


Figura 97. Áreas classificadas ao abrigo da convenção OSPAR (Região V) incluídas na rede de áreas marinhas protegidas da Região Autónoma dos Açores. Fonte: DRPM, 2023 (Adaptado de OSPAR, 2018).

4388 TABELA 15. ÁREAS CLASSIFICADAS AO ABRIGO DA CONVENÇÃO OSPAR (REGIÃO V) INCLUÍDAS NA REDE DE ÁREAS MARINHAS
4389 PROTEGIDAS DA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES.

Rede de AMP Convenção OSPAR		
Código	Designação	Área (km²)
Dentro da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (dentro das 200 mn)		
O-PT-020001	Formigas/Dollabarat	524
O-PT-020005	Lucky Strike	95
O-PT-020006	Menez Gwen	22
O-PT-COR0001	Corvo	4
O-PT-FAI0005	Canal Faial-Pico	257
O-PT-MIG0022	Banco D. João de Castro	240
O-PT-020008	Sedlo	354
Fora da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (além das 200 mn)		
O-PT-020007	Rainbow	191
O-ABNJ-001	Altair	2807
O-ABNJ-002	Antialtair	4384
O-ABNJ-005	Mid-Atlantic Ridge North of Azores (MARNA)	93572

4390 ## A.14.3. CONVENÇÃO RAMSAR

4391 A Convenção sobre Zonas Húmidas de Importância Internacional constitui um tratado
4392 intergovernamental, adotado em 2 de fevereiro de 1971, em RAMSAR, ratificado por Portugal pelo
4393 Decreto n.º 101/80, de 9 de outubro. A Convenção estabelece a obrigação de designação de zonas
4394 húmidas para inclusão na Lista de Zonas Húmidas de Importância Internacional, reconhecidas a
4395 partir de critérios de representatividade do ecossistema, de valores faunísticos e florísticos e da sua
4396 importância para a conservação de aves aquáticas e peixes. Dispõe ainda que devem ser elaborados
4397 planos de ordenamento e de gestão para as zonas húmidas, com vista à sua utilização sustentável,
4398 bem como promovida a conservação de zonas húmidas e de aves aquáticas, estabelecendo reservas
4399 naturais e providenciar a sua proteção apropriada.

4400 A Convenção RAMSAR fornece o enquadramento para a conservação e uso racional e sustentável
4401 de uma rede de sítios de importância internacional de zonas húmidas e seus recursos. Nos Açores
4402 foi designado 1 sítio Ramsar marinho no âmbito desta Convenção - Ilhéus das Formigas e Recife
4403 *Dollabarat* - pela sua importância para as aves aquáticas (Tabela 16). Esta área sobrepõe-se
4404 parcialmente com a área correspondente do PNI de Santa Maria – a Reserva Natural dos Ilhéus das
4405 Formigas.

4406 TABELA 16. ÁREAS CLASSIFICADAS COM COMPONENTE MARINHA AO ABRIGO DA CONVENÇÃO RAMSAR, NA REGIÃO AUTÓNOMA
4407 DOS AÇORES.

Convenção RAMSAR		
Código	Designação	Área (km²)
3PT024	Ilhéus das Formigas e Recife Dollabarat (Santa Maria)	0,66

A.14.4. Reservas da Biosfera

O Programa *Man & the Biosphere* (MaB) da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) foi criado em 1971, numa perspetiva de promover o equilíbrio entre o Homem e a natureza com os objetivos de conservação da biodiversidade e do património cultural, de promoção do desenvolvimento económico sustentável e melhoria da qualidade de vida das populações humanas, através da designação de Reservas da Biosfera.

As Reservas da Biosfera devem representar ecossistemas terrestres e/ou marinhos de valor único, constituindo laboratórios vivos, onde se ensaiam iniciativas inovadoras de conservação, promoção e gestão sustentável dos recursos, apoiadas em bases científicas, onde a integração da população humana e das suas atividades é essencial. Na RAA, passaram a fazer parte da Rede Mundial de Reservas da Biosfera da UNESCO, por decisão do *Bureau* do Conselho Internacional de Coordenação do Programa MAB, quatro Reservas da Biosfera: a ilha do Corvo e a ilha Graciosa, em 2007; a ilha das Flores, em 2009; e as Fajãs de São Jorge, em 2016 (Tabela 17).

Tabela 17. Áreas classificadas como Reservas da Biosfera da UNESCO na Região Autónoma dos Açores.

Reservas da Biosfera	
Designação	Área total (km²)
Reserva da Biosfera da ilha do Corvo	258,53
Reserva da Biosfera da ilha das Flores	576,44
Reserva da Biosfera da ilha Graciosa	107,85
Reserva da Biosfera das Fajãs de São Jorge	981,16

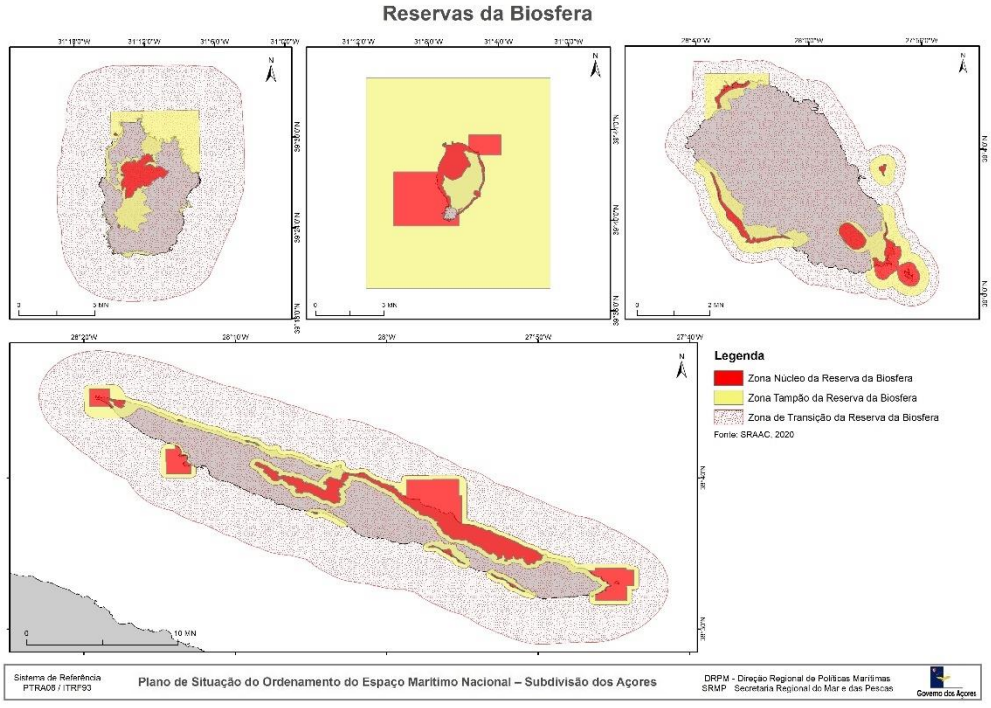


Figura 98. Áreas classificadas como Reservas da Biosfera da UNESCO na Região Autónoma dos Açores (ilhas das Flores, Corvo, Graciosa e São Jorge). Fonte: DRPM, 2023 (adaptado de SRAAC, 2020).

A.15. Rede de Áreas Protegidas dos Açores

A.15.1. Parques Naturais de Ilha

O PNI é a unidade de gestão base da Rede de Áreas Protegidas dos Açores e integra todas as categorias de áreas protegidas dessa ilha. Cada uma das ilhas que constituem o arquipélago dos Açores dispõe de um PNI, estabelecido por um Decreto Legislativo Regional específico, constituído por áreas terrestres classificadas no território de cada ilha e pelas AMP adjacentes, até ao limite exterior do mar territorial (12 mn). Os PNI foram criados pelos seguintes diplomas:

- PNI de São Miguel - Decreto Legislativo Regional n.º 19/2008/A, de 8 de julho;
- PNI do Pico - Decreto Legislativo Regional n.º 20/2008/A, de 9 de julho;
- PNI do Corvo - Decreto Legislativo Regional n.º 44/2008/A, de 5 de novembro;
- PNI da Graciosa - Decreto Legislativo Regional n.º 45/2008/A, de 5 de novembro;
- PNI de Santa Maria - Decreto Legislativo Regional n.º 47/2008/A, de 7 de novembro, alterado e republicado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 39/2012/A, de 19 de setembro;
- PNI do Faial - Decreto Legislativo Regional n.º 46/2008/A, de 7 de novembro, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 7/2019/A, de 27 de março;
- PNI das Flores - Decreto Legislativo Regional n.º 8/2011/A, de 23 de março;
- PNI de São Jorge - Decreto Legislativo Regional n.º 10/2011/A, de 23 de março;
- PNI da Terceira - Decreto Legislativo Regional n.º 11/2011/A, de 20 de abril.

A Tabela 18 lista as áreas marinhas protegidas da Rede de Áreas Protegidas dos Açores integradas nos PNI, até às 12 mn.

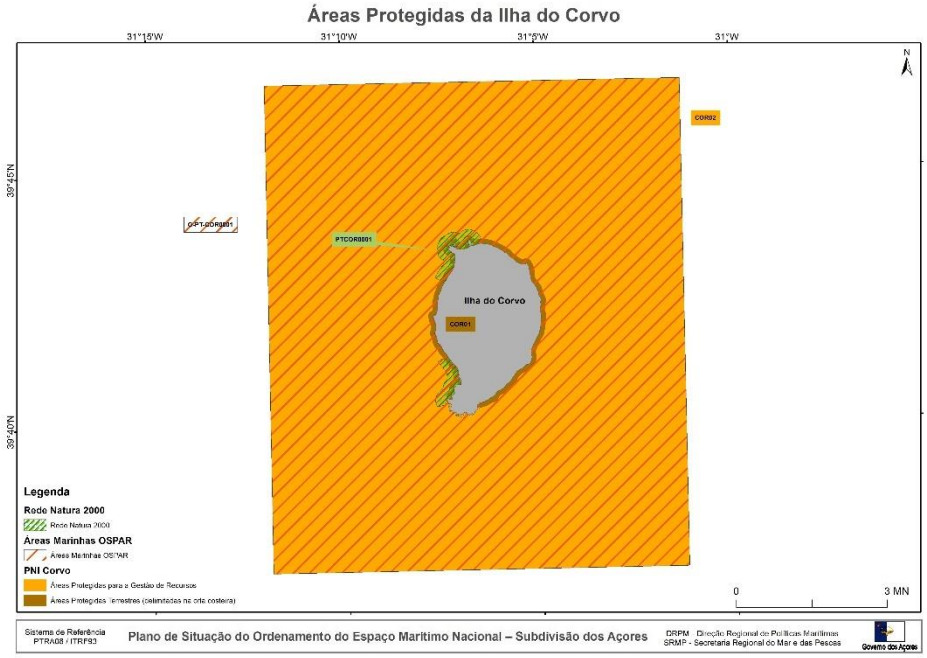
Tabela 18. Áreas protegidas classificadas no Parque Natural de Ilha com componente marinha na Região Autónoma dos Açores.

Áreas Marinhas dos Parques Naturais de Ilha				
IUCN	Código	Designação	Área total (Km²)	Área marinha (km²)
Parque Natural da Ilha do Corvo				
VI	COR02	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa do Corvo	257,38	257,38
Parque Natural da Ilha das Flores				
VI	FLO09	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Norte	39,74	39,74
Parque Natural da Ilha do Faial				
Ia	FAI01	Reserva Natural das Caldeirinhas	0,10	0,10
VI	FAI10	Área Protegida de Gestão de Recursos do Canal Faial-Pico/Setor Faial	173,86	173,60
VI	FAI11	Área Protegida de Gestão de Recursos do Castelo Branco	1,33	1,33
VI	FAI12	Área Protegida de Gestão de Recursos dos Capelinhos	5,00	5,00
VI	FAI13	Área Protegida de Gestão de Recursos dos Cedros	8,91	8,91
Parque Natural da Ilha do Pico				
VI	PICO20	Área Protegida de Gestão de Recursos do Porto das Lajes	1,53	1,53
VI	PICO21	Área Protegida de Gestão de Recursos da Ponta da Ilha	5,95	5,95
VI	PICO22	Área Protegida de Gestão de Recursos do Canal Faial Pico/Setor Pico	66,89	66,89
Parque Natural da Ilha de São Jorge				

Áreas Marinhas dos Parques Naturais de Ilha				
IUCN	Código	Designação	Área total (Km²)	Área marinha (km²)
VI	SJO10	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Oeste	2,09	2,09
VI	SJO11	Área Protegida de Gestão de Recursos de Entre Morros	2,47	2,47
VI	SJO12	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa das Fajãs	8,76	8,76
VI	SJO13	Área Protegida de Gestão de Recursos do Topo (Costa Nordeste)	6,10	6,10
		Parque Natural da Ilha Graciosa		
Ib	GRA01	Reserva Natural do Ilhéu de Baixo	1,29	1,29
Ib	GRA02	Reserva Natural do Ilhéu da Praia	2,09	2,09
VI	GRA07	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Sudeste	1,36	1,36
VI	GRA08	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Noroeste	2,83	2,83
		Parque Natural da Ilha Terceira		
VI	TER15	Área Protegida de Gestão de Recursos das Quatro Ribeiras	3,57	3,57
VI	TER16	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa das Contendas	1,81	1,81
VI	TER17	Área Protegida de Gestão de Recursos dos Ilhéus das Cabras	1,12	1,12
VI	TER18	Área Protegida de Gestão de Recursos das Cinco Ribeiras	0,03	0,03
VI	TER19	Área Protegida de Gestão de Recursos da Baixa da Vila Nova	0,42	0,42
VI	TER20	Área Protegida de Gestão de Recursos do Monte Brasil	0,48	0,48
		Parque Natural da Ilha de São Miguel		
IV	SMG06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies do Ilhéu de Vila Franca do Campo	0,01	0,01
VI	SMG19	Área Protegida de Gestão de Recursos da Caloura – Ilhéu de Vila Franca do Campo	13,49	13,31
VI	SMG20	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Este	3,63	3,63
VI	SMG21	Área Protegida de Gestão de Recursos da Ponta do Cintrão – Ponta da Maia	23,10	23,10
VI	SMG22	Área Protegida de Gestão de Recursos do Porto das Capelas – Ponta das Calhetas	14,99	14,99
VI	SMG23	Área Protegida de Gestão de Recursos da Ponta da Ferraria – Ponta da Bretanha	19,55	19,55
		Parque Natural da Ilha de Santa Maria		
Ib	SMA01	Reserva Natural dos Ilhéus das Formigas	523,93	523,93
Ib	SMA02	Reserva Natural do Ilhéu da Vila	0,30	0,22
VI	SMA11	Área Protegida de Gestão de Recursos da Baía de São Lourenço	1,78	1,78
VI	SMA12	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Norte	24,58	24,58
VI	SMA13	Área Protegida de Gestão de Recursos da Costa Sul	21,60	21,60

A.15.1.1. Parque Natural de Ilha do Corvo

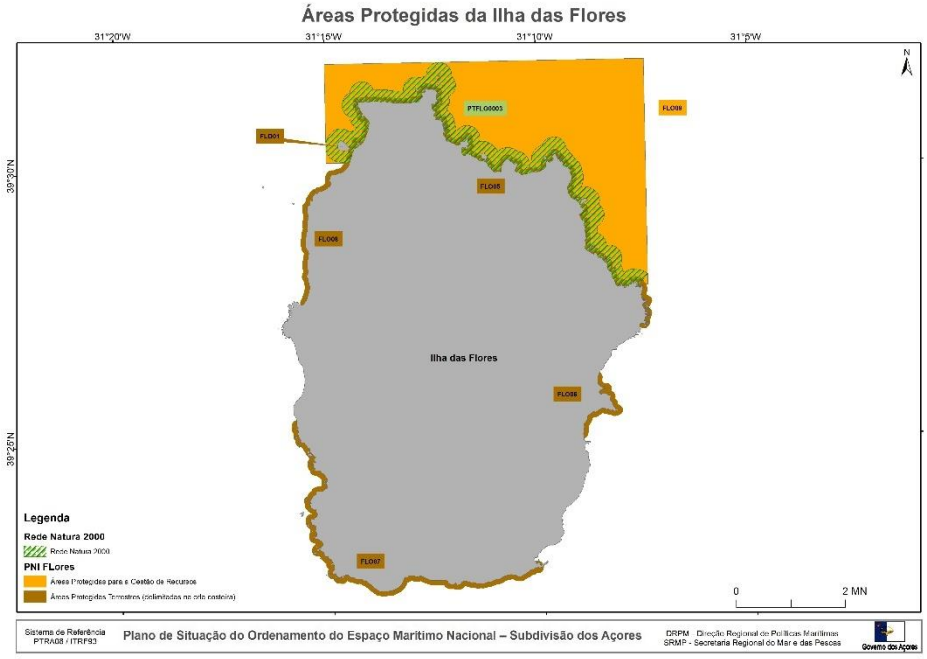
A área do PNI do Corvo (Figura 99) é de 257,38 km², cobrindo a totalidade da costa da ilha. Inclui habitats costeiros (até aos 50 m de profundidade), que representam cerca de 20,3 km², abrangendo também cerca de 31,4 km² de habitats de plataforma (entre os 50 e os 200 m de profundidade) e 205,7 km² de talude (a partir dos 200 m de profundidade) (GAMPA, 2015).



4451 FIGURA 99. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DO CORVO, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E
4452 CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).

4453 ### A.15.1.2. Parque Natural de Ilha das Flores

4454 O PNI das Flores (Figura 100) apresenta uma extensão total de costa de 24 km, para uma área total
4455 do PNI de 38,72 km^2. O PNI das Flores inclui cerca de 20,8 km^2 de habitat costeiro (0-50 m de
4456 profundidade), 8,7 km^2 dos quais de substrato rochoso, 17,9 km^2 de plataforma (50-200 m) e mais
4457 de 205 km^2 de talude (> 200m de profundidade) (GAMPA, 2015).



4458 FIGURA 100. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DAS FLORES, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000.
4459 FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020).

A.15.1.3. Parque Natural de Ilha do Faial

A componente marinha do PNI do Faial (Figura 101) apresenta uma extensão que totaliza 49,9 km de costa e 37,2 km^2 de área das AMP para 189,2 km^2 de área total do PNI. De um total de habitat costeiro (0-50 m de profundidade) de 26,4 km^2, o substrato rochoso corresponde a 10,5 km^2. A plataforma (50-200 m) do PNI do Faial estende-se por 52,6 km^2 enquanto o talude (>200m de profundidade) atinge cerca de 108,7 km^2 (GAMPA, 2015).

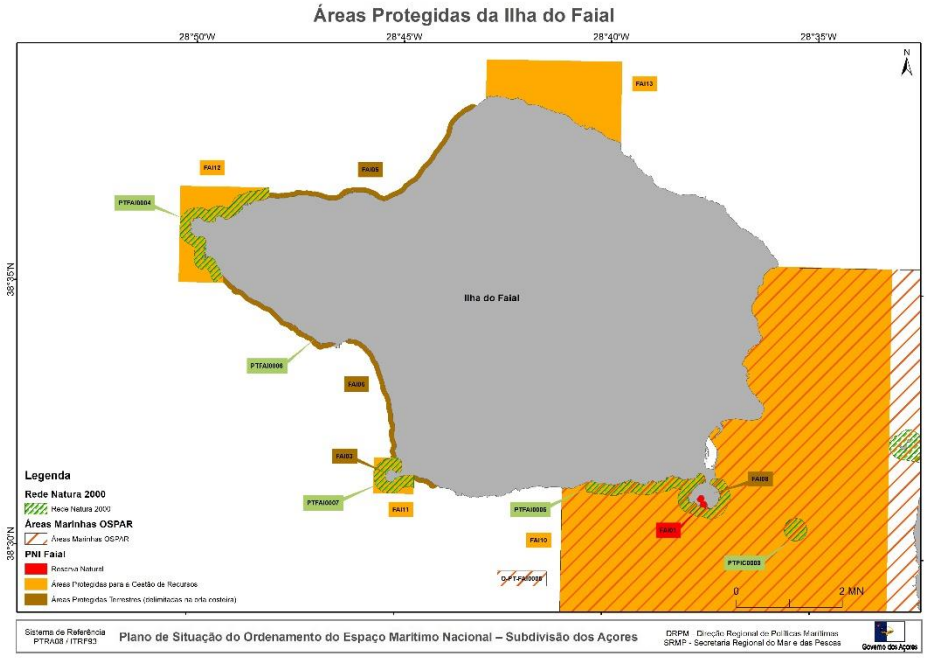
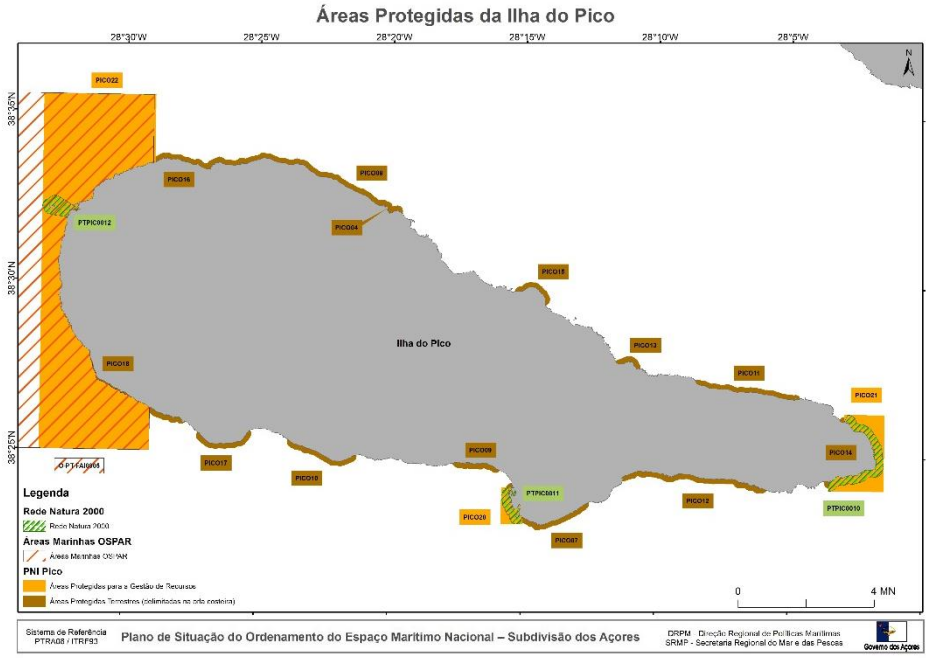


FIGURA 101. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DO FAIAL, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).

A.15.1.4. Parque Natural de Ilha do Pico

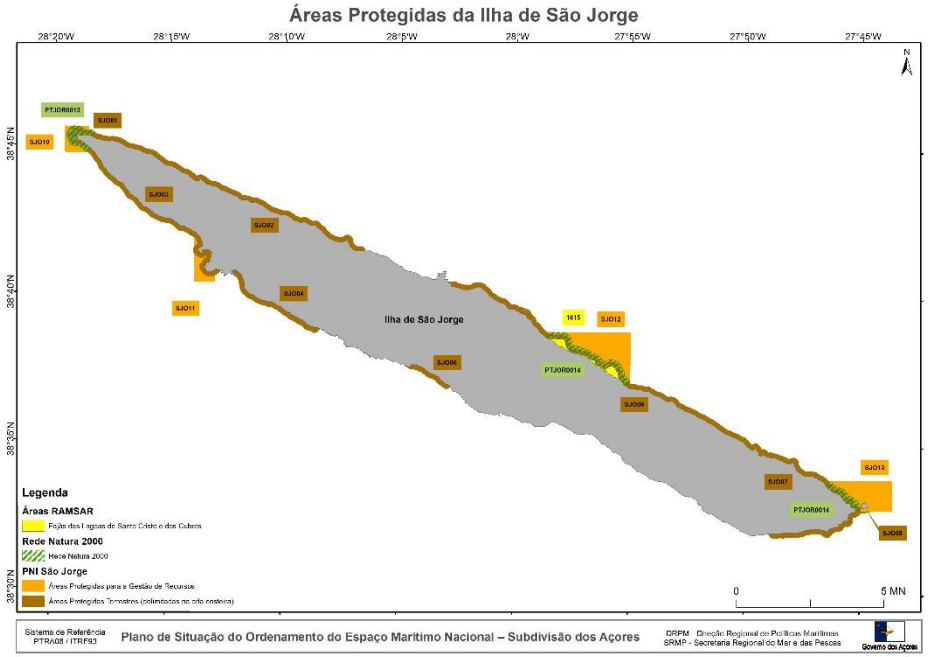
O PNI do Pico (Figura 102) apresenta uma área total de 74,4 km^2 em que cerca de 24,8 km^2 são marinhos. A extensão total da costa do PNI é de 40,7 km. O habitat costeiro (0-50 m) representa um total de 26,4 km^2, dos quais a totalidade é constituído por substrato rochoso. A área da plataforma (50-200 m de profundidade) ocupa 25,9 km^2 e o talude (>200m de profundidade) cerca de 22,0 km^2 (GAMPA, 2015).



4474 FIGURA 102. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DO PICO, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E
4475 CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).

4476 ### A.15.1.5. Parque Natural de Ilha de São Jorge

4477 O PNI de São Jorge (Figura 103) tem uma componente marinha de 4,9 km^2 para 19,42 km^2 de área
4478 total, em que 18,4 km correspondem à linha de costa. O habitat costeiro total (0-50 m de
4479 profundidade) deste PNI corresponde a uma área de 13,1 km^2. A extensão da área de plataforma
4480 (50-200 m de profundidade) é de 6,2 km^2 e o talude (>200 m de profundidade) de apenas 0,1 km^2
4481 (GAMPA, 2015).



4482 FIGURA 103. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DE SÃO JORGE, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000 E DA
4483 CONVENÇÃO RAMSAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020).

A.15.1.6. Parque Natural de Ilha da Graciosa

O PNI da Graciosa (Figura 104) tem uma componente marinha de cerca de 1,9 km^2 para um total de 7,8 km^2 de área do PNI. A extensão da linha de costa do PNI é de 10 km. Este PNI inclui uma cobertura de habitat costeiro total (0-50 m de profundidade) de 7,5 km^2, em que o costeiro rochoso (0-50 m) corresponde a 4,1 km^2. A área da plataforma (50-200 m) é de cerca de 0,3 km^2 enquanto as áreas de talude (>200m de profundidade) são inexistentes (GAMPA, 2015).

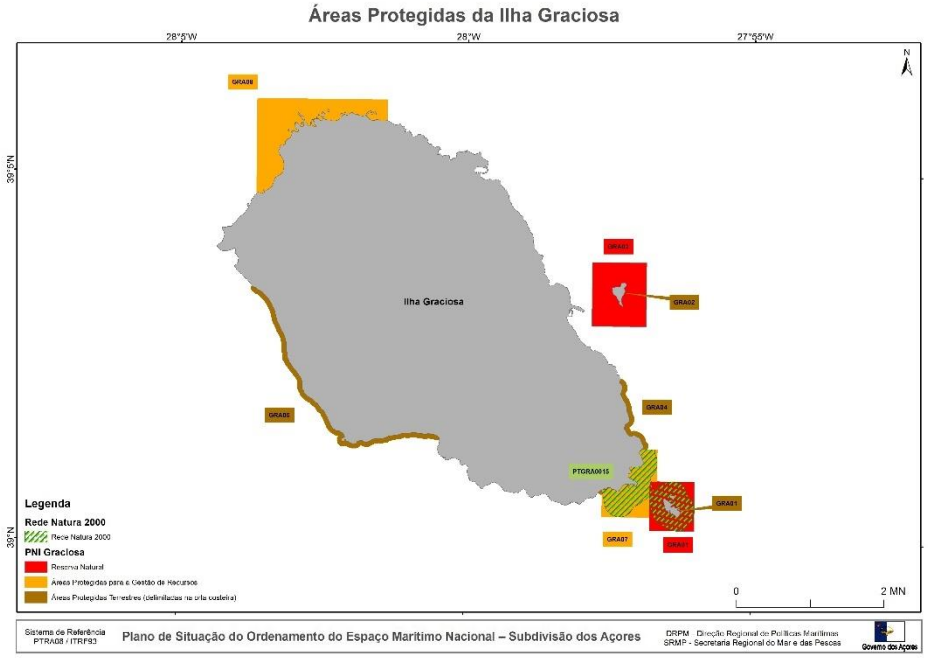
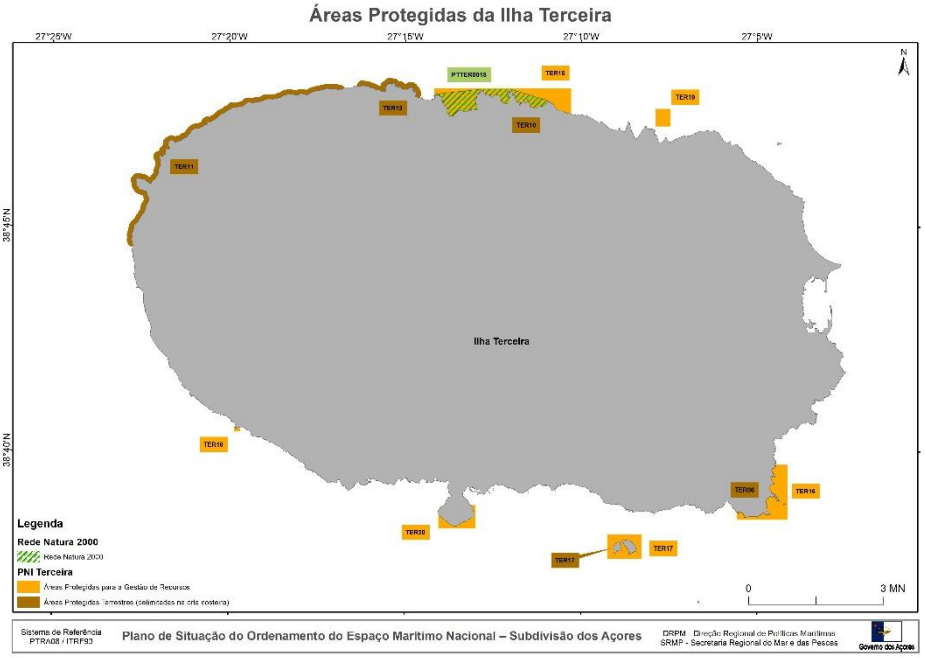


FIGURA 104. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA GRACIOSA, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020).

A.15.1.7. Parque Natural de Ilha da Terceira

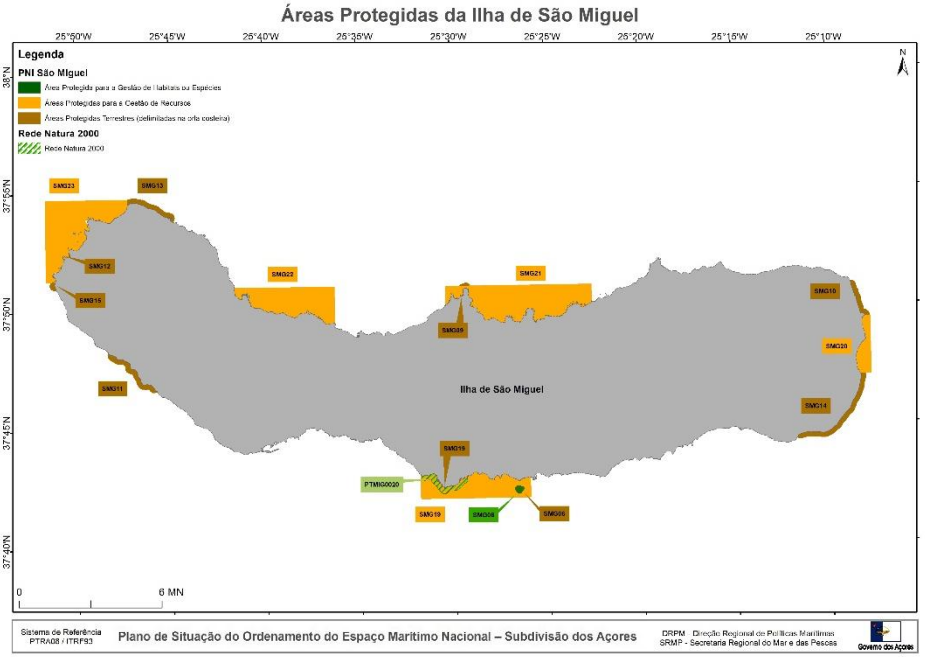
O Parque Natural da Terceira (Figura 105) estabelece um total de áreas protegidas de 7,4 km^2, dos quais 1,2 km^2 correspondem à componente marinha e um total de linha de costa de 21,2 km. O PNI da Terceira tem uma representação total de habitat costeiro (0-50 m de profundidade) de 6,8 km^2, dos quais o substrato rochoso (0-50 m) corresponde a 4,3 km^2. A plataforma (50-200 m) é de cerca de 0,6 km^2 e não apresentando áreas de talude (>200 m de profundidade) (GAMPA, 2015).



4498 FIGURA 105. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA TERCEIRA, INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000. FONTE:
4499 DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020).

4500 ### A.15.1.8. Parque Natural de Ilha de São Miguel

4501 A área total do PNI de São Miguel (Figura 106) é de 74,8 km^2, em que 15 km^2 são marinhos. A linha
4502 de costa que acompanha o PNI estende-se por 81,2 km. Este PNI apresenta uma área total de habitat
4503 costeiro (0-50 m) de 53,5km^2, do qual o substrato rochoso (0-50 m de profundidade) corresponde
4504 a 20,6 km^2. A plataforma (50-200 m de profundidade) representa cerca de 17,4 km^2 e o talude
4505 (>200m de profundidade) aproximadamente 3,8 km^2 (GAMPA, 2015).



4506 FIGURA 106. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DE SÃO MIGUEL, INCLUINDO ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI E RN2000.
4507 FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020).

A.15.1.9. Parque Natural de Ilha de Santa Maria

O PNI de Santa Maria (Figura 107) representa no total uma área de 48,3 km^2, abrangendo 66,4% da costa desta ilha. Inclui maioritariamente habitats costeiros (< 50 m de profundidade), que representam cerca de 80% da área total, abrangendo também habitats de plataforma (50-200 m de profundidade) e de talude (> 200 m de profundidade), aproximadamente 12% e 8,5%, respetivamente (GAMPA, 2015).

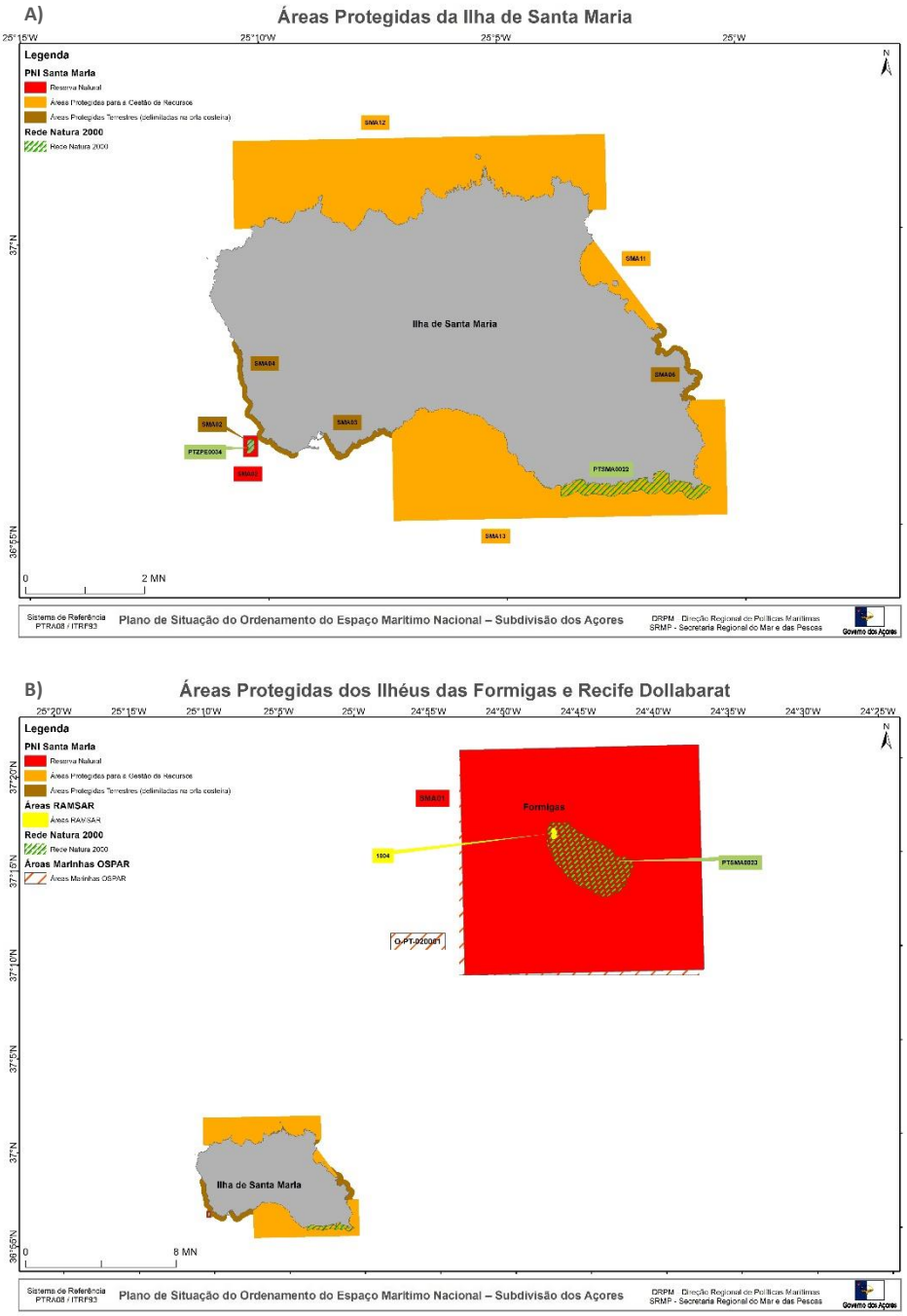


FIGURA 107. ÁREAS PROTEGIDAS CLASSIFICADAS NA ILHA DE SANTA MARIA (A), COM DETALHE DOS ILHÉUS DAS FORMIGAS (B), INCLUINDO AS ÁREAS PROTEGIDAS DO PNI, RN2000, E DAS CONVENÇÕES OSPAR E RAMSAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018).

4517 ### A.15.1.10. Áreas de interação terra-mar dos PNI

4518 As atividades marinhas e costeiras estão, com frequência, estreitamente interligadas, pelo que o
4519 processo de ordenamento do espaço marítimo deve ter em conta as interações terra-mar, numa
4520 ótica de gestão costeira integrada, a fim de promover uma utilização sustentável do espaço
4521 marítimo. Deste modo, assumindo o contributo deste processo para uma visão integrada e
4522 estratégica conducente à gestão das atividades humanas no mar e à preservação dos ecossistemas
4523 e habitats costeiros, sobretudo vulneráveis, tendo também em conta fatores como a erosão costeira
4524 e aspetos sociais e económicos, o Plano de Situação tem em consideração as áreas protegidas
4525 exclusivamente terrestres cujos limites coincidam com a orla costeira, representando assim áreas
4526 de interface terra-mar (Tabela 19).

4527 **TABELA 19**. ÁREAS DOS PNI COM INTERFACE TERRA-MAR NA RAA.

Áreas terrestres dos PNI com Interface Marinha			
IUCN	Código	Designação	Área (Km^2)
		PNI Corvo	
IV	COR01	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa e Caldeirão do Corvo	7,77
		PNI Flores	
I	FLO01	Reserva Natural do Ilhéu de Maria Vaz	0,10
I	FLO02	Reserva Natural do Morro Alto e Pico da Sé	15,93
IV	FLO05	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa Nordeste	8,84
IV	FLO06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta da Caveira	0,74
IV	FLO07	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa Sul e Sudoeste	4,97
V	FLO08	Área de Paisagem Protegida da Zona Central e Falésias da Costa Oeste	25,65
		PNI Faial	
I	FAI03	Reserva Natural do Morro do Castelo Branco	0,16
III	FAI03-A	Monumento Natural do Vulcão dos Capelinhos	1,43
IV	FAI05	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies dos Capelinhos, Costa Noroeste e Varadouro	4,07
IV	FAI06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies do Varadouro – Castelo Branco	0,99
V	FAI08	Área de Paisagem Protegida do Monte da Guia	0,74
		PNI Pico	
I	PICO04	Reserva Natural das Furnas de Santo António	0,00
IV	PICO07	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies das Lajes do Pico	0,76
IV	PICO08	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies das Furnas de Santo António	0,22
IV	PICO09	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Silveira	0,13
IV	PICO10	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies do Mistério de São João	0,38
IV	PICO11	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Terra Alta	1,12
IV	PICO12	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies das Ribeiras	0,89
IV	PICO13	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Zona do Morro	0,37
V	PICO14	Área de Paisagem Protegida da Cultura da Vinha – Ponta da Ilha	2,97
V	PICO15	Área de Paisagem Protegida da Cultura da Vinha – Ponta do Mistério	0,88
V	PICO16	Área de Paisagem Protegida da Cultura da Vinha – Zona Norte	17,47
V	PICO17	Área de Paisagem Protegida da Cultura da Vinha – São Mateus/São Caetano	1,50

Áreas terrestres dos PNI com Interface Marinha			
IUCN	Código	Designação	Área (Km^2)
V	PICO18	Área de Paisagem Protegida da Cultura da Vinha – Zona Oeste	10,09
		PNI São Jorge	
III	SJO01	Monumento Natural da Ponta dos Rosais	1,70
IV	SJO02	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa Noroeste	7,02
IV	SJO03	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa Sudoeste	2,07
IV	SJO04	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa das Velas	0,62
IV	SJO06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Fajã das Almas	0,97
IV	SJO07	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa do Topo	3,88
IV	SJO08	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies do Ilhéu do Topo	0,12
V	SJO09	Área de Paisagem Protegida das Fajãs do Norte	29,26
		PNI Graciosa	
IV	GRA04	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta da Restinga	0,70
IV	GRA05	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta Branca	1,02
IV	GRA06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta da Barca	0,42
		PNI Terceira	
IV	TER06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta das Contendas	0,91
IV	TER07	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies dos Ilhéus das Cabras	0,28
IV	TER10	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa das Quatro Ribeiras	0,57
IV	TER11	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies do Planalto Central e Costa Noroeste	39,33
V	TER13	Área de Paisagem Protegida das Vinhas dos Biscoitos	1,65
		PNI São Miguel	
III	SMG05	Monumento Natural do Pico das Camarinhas – Ponta da Ferraria	0,40
IV	SMG09	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta do Cintrão	0,25
IV	SMG10	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta do Arnel	0,22
IV	SMG11	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies das Feteiras	0,44
IV	SMG12	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta do Escalvado	0,68
IV	SMG13	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta da Bretanha	0,77
IV	SMG14	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies do Faial da Terra	2,06
IV	SMG15	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ferraria	0,05
		PNI Santa Maria	
III	SMA03	Monumento Natural da Pedreira do Campo, do Figueiral e da Prainha	2,30
IV	SMA04	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Costa Sudoeste	0,47
IV	SMA05	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Ponta do Castelo	1,37
IV	SMA06	Área Protegida para a Gestão de Habitats ou Espécies da Baía do Cura	1,86
V	SMA08	Área de Paisagem Protegida do Barreiro da Faneca	8,35
V	SMA09	Área de Paisagem Protegida da Baía de São Lourenço	0,60
V	SMA10	Área de Paisagem Protegida do Baía da Maia	0,55

A.15.2. Parque Marinho dos Açores

O PMA foi criado ao abrigo do Decreto Legislativo Regional n.º 28/2011/A, de 11 de novembro, alterado e republicado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 13/2016/A, de 19 de julho, com vista a assegurar a proteção e a boa gestão das áreas marinhas protegidas cuja gestão cabe aos órgãos de governo próprio da RAA, situadas além do mar territorial adjacente a cada uma das ilhas do arquipélago (à exceção da Área Marinha Protegida para a Gestão de Recursos do Banco Condor, que se encontra parcialmente dentro dos limites do mar territorial).

O PMA é dotado de um serviço com natureza executiva e operativa, cuja missão é garantir a gestão do mesmo de acordo com os princípios e objetivos gerais definidos no diploma supracitado, bem como garantir a prossecução dos objetivos de gestão específicos que presidem à classificação das categorias de áreas marinhas protegidas que o integram. O PMA inclui AMP representativas de habitats únicos, como as fontes hidrotermais, montes submarinos e IBA distribuídos por 15 AMP, num total de cerca de 246 mil km^2. A Tabela 20 lista as áreas marinhas protegidas integradas no PMA, situadas dentro e fora da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa.

No que se refere às áreas para além das 200 mn, acresce referir que, em conformidade com o art.º 76 (1) da CNUDM, a plataforma continental do estado costeiro inclui o fundo marinho e subsolo das áreas marinhas que se estendem para além do seu mar territorial, através do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao limite exterior da margem continental ou até às 200 mn, quando o referido limite não se estende até essa distância. Em maio de 2009, Portugal submeteu à Comissão de Limites da Plataforma Continental das Nações Unidas um processo para delimitação da plataforma continental estendida que ainda não obteve parecer favorável. Apesar de os limites exteriores ainda não estarem estabelecidos, a informação hidrográfica, geológica e geofísica disponível levou à sua submissão pelo Estado Português, em 2006, da fonte hidrotermal *Rainbow* como primeira AMP no Alto Mar, no âmbito da Convenção OSPAR, assumindo a responsabilidade da proteção do fundo e subsolo marinhos nessa área. As AMP de Alto Mar OSPAR da CMA a Norte dos Açores (MARNA) e os Montes Submarinos *Altair* e *Antialtair*, designadas no âmbito da OSPAR em 2010, estão situadas na área submetida por Portugal à CNUDM para extensão da plataforma continental, em que o país assume a responsabilidade de tomar medidas de proteção do fundo marinho e subsolo e a Comissão OSPAR protege coletivamente a coluna de água.

Tabela 20. Áreas protegidas classificadas no Parque Marinho dos Açores, dentro e fora da subárea dos Açores da ZEE de Portugal.

Parque Marinho dos Açores					
Código PMA	Designação	Outras classificações/sobreposições			Área (Km^2)
		Rede Natura 2000	OSPAR	IBA	
AMP na subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (até às 200 mn)					
PMA01	Reserva Natural Marinha do Banco D. João de Castro	PTMIG0021	O-PT-MIG0022		16,19
PMA02	Reserva Natural Marinha do Campo Hidrotermal Menez Gwen	PTMAZ0001	O-PT-020006		264,48

Parque Marinho dos Açores					
Código PMA	Designação	Outras classificações/sobreposições			Área (Km²)
		Rede Natura 2000	OSPAR	IBA	
PMA03	Reserva Natural Marinha do Campo Hidrotermal Lucky Strike	PTMAZ0002	O-PT-020005		300,52
PMA05	Reserva Natural Marinha do Monte Submarino Sedlo		O-PT-020008		4093,11
PMA06	Área Marinha Protegida para Gestão de Habitats e Espécies Oceânica do Corvo			PTM14	2679,75
PMA07	Área Marinha Protegida para Gestão de Habitats e Espécies Oceânica do Faial			PTM15	2606,96
PMA15	Área Marinha Protegida para Gestão de Habitats e Espécies do Banco Princesa Alice				369,71
PMA11	Área Marinha para Gestão de Recursos do Banco D. João de Castro		O-PT-MIG0022		329,83
PMA14	Área Marinha para Gestão de Recursos do Banco Condor				241,97
PMA12a	Área Marinha para Gestão de Recursos do Arquipélago Submarino do Meteor				14414,8
PMA13a	Área Marinha do perímetro de proteção e Gestão de Recursos localizada a sudoeste dos Açores				8878,78
AMP fora da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (para além das 200 mn)					
PMA04	Reserva Natural Marinha do Campo Hidrotermal Rainbow		O-PT-020007		22,15
PMA08	Área Marinha Protegida para Gestão de Habitats e Espécies do Monte Submarino Altair		O-ABNJ-001		4380,90
PMA09	Área Marinha Protegida para Gestão de Habitats e Espécies do Monte Submarino Antialtair		O-ABNJ-002		2805,88
PMA10	Área Marinha Protegida para Gestão de Habitats e Espécies do MARNA (Mid-Atlantic Ridge North of the Azores)		O-ABNJ-005		93538
PMA12b	Área Marinha para Gestão de Recursos do Arquipélago Submarino do Meteor				108823
PMA13b	Área Marinha do perímetro de proteção e Gestão de Recursos localizada a sudoeste dos Açores				2151,11

Na Figura 108 estão ilustradas todas as AMP incluídas no Parque Marinho dos Açores, na subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (dentro das 200 mn) e fora da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (além das 200 mn), incluindo áreas classificadas ao abrigo de outros estatutos de proteção aplicáveis.

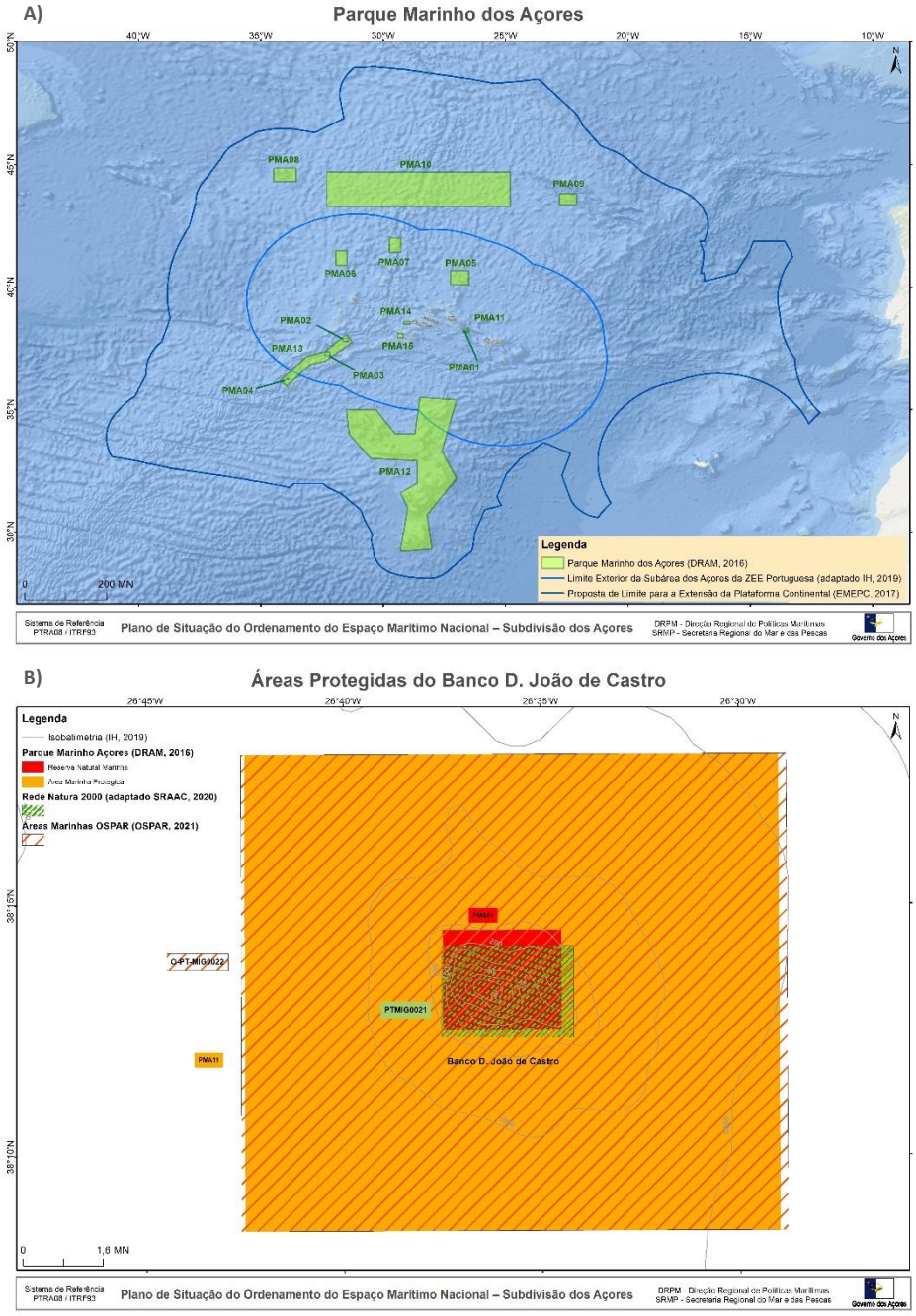


FIGURA 108. ÁREAS PROTEGIDAS DO PARQUE MARINHO DOS AÇORES (A), COM DETALHE AO BANCO D. JOÃO DE CASTRO (B), INCLUINDO ÁREAS PROTEGIDAS DA RN2000 E DA CONVENÇÃO OSPAR. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE SRAAC, 2020; OSPAR, 2018; DRAM, 2016).

A.16. Outras áreas e estatutos espaciais de relevo para a conservação

Existem outras áreas de interesse para a conservação, não necessariamente incluídas na Rede de Áreas Protegidas dos Açores. Estas áreas podem ser consideradas "outras medidas eficazes de conservação baseadas em áreas" (OECM, do inglês *Other Effective Area-based Conservation Measures*), complementando as áreas protegidas classificadas, apesar de não estarem ainda formalmente integradas na rede. Na Região Autónoma dos Açores existem várias tipologias de OECM que se descrevem nas secções seguintes.

A seguinte definição de OECM foi adotada na 14.ª Conferência das Partes (COP) da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD, do inglês *Convention on Biological Diversity*), em novembro de 2018: "Uma área geograficamente definida que não seja uma Área Protegida, que é governada e gerida de forma a alcançar resultados positivos e sustentados de longo prazo para a conservação *in situ* da biodiversidade com funções e serviços dos ecossistemas associados e, quando aplicável, dos valores culturais, espirituais socioeconómicos e outros valores localmente relevantes" (Decisão CBD n.º 14/8). Enquanto as áreas protegidas devem ter um objetivo de conservação primário, tal não é necessário para OECM, que podem ser geridas de acordo com muitos objetivos diferentes, mas proporcionar uma conservação eficaz. A conservação poderá ser um objetivo primário ou secundário e a conservação de longo prazo pode ser simplesmente o resultado complementar das medidas de conservação aplicadas.

Foram assim desenvolvidas diretrizes para a identificação e reconhecimento de OECM e foram ainda adotados pelas Partes Contratantes da CBD os princípios orientadores, características comuns e critérios para a sua identificação. As OECM podem contribuir para sistemas de conservação ecologicamente representativos e bem conectados, integrados em áreas marinhas mais amplas e, dessa forma, gerar uma série de resultados de conservação positivos, tais como: i) conservar ecossistemas, habitats e corredores de vida selvagem importantes mantendo assim o *continuum naturale*; ii) ajudar na recuperação de espécies ameaçadas; iii) manter as funções e proteger os serviços dos ecossistemas; iv) aumentar a resiliência contra ameaças; e v) preservar e conectar o remanescente de ecossistemas fragmentados.

A.16.1. Planos de Ordenamento da Orla Costeira

Os POOC estabelecem um quadro de intervenção associado às especificidades da orla costeira da Região Autónoma dos Açores e definem modelos de gestão com implicações territoriais nestas zonas, de incidência no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Estes instrumentos condicionam a ocupação do espaço, atendendo a que visam a harmonização e compatibilização das diferentes atividades e usos na orla costeira, numa ótica de gestão integrada dos seus recursos, estabelecendo, para isso, regras para a proteção e integridade biofísica da orla costeira, com a valorização dos recursos económicos, sociais e culturais.

Embora tenham como objetivo central o planeamento e a gestão do litoral, os POOC incluem também objetivos de conservação e continuidade territorial marítima, incluindo, em determinados casos, a prossecução dos objetivos da RN2000 e da Rede de Áreas Protegidas dos Açores. Estes

objetivos são, na generalidade, assegurados através do ordenamento em dois tipos de áreas: 1) a faixa marítima de proteção, que se estende deste a linha de costa até à batimétrica dos 30 m de profundidade (exceto no caso de São Jorge); e 2) algumas áreas específicas dentro da faixa marítima de proteção, sob designações diferentes consoante o POOC: Áreas de Proteção e Conservação da Natureza (Santa Maria, Graciosa, Flores, Corvo), Áreas de Especial Interesse Ambiental (São Miguel Sul, Terceira), Áreas de Proteção do Meio Marinho (São Miguel Norte), ou Áreas de Especial Interesse Natural, Cultural e Paisagístico (Pico, Faial, São Jorge).

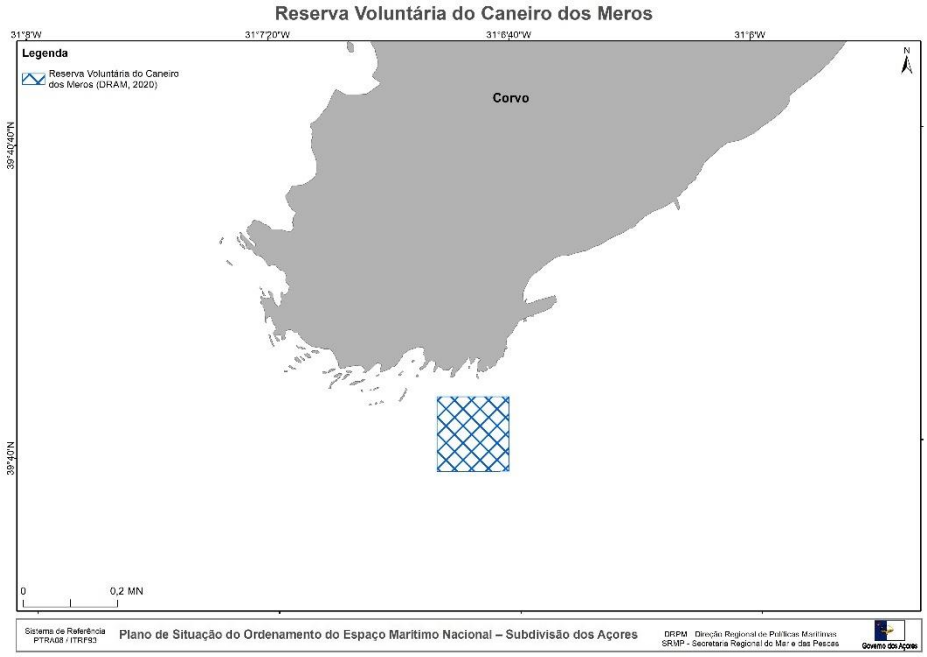
Os POOC interditam ou condicionam diversos usos e atividades humanos, que incluem, por exemplo, a extração de inertes, a realização de dragagens, a instalação de aquiculturas, o corte ou recolha de espécies vegetais protegidas, a caça submarina e a captura ou abate de fauna silvestre, bem como regras específicas para proteger aves marinhas nidificantes (em Santa Maria, Graciosa, Flores e Corvo). O PSOEM-Açores atenta ao regime de condicionantes dos POOC em vigor (*vide* Vol. III-A), devendo, no entanto, referir-se que estes instrumentos de gestão territorial se encontram atualmente em processo de alteração, pelo que se anteveem alterações quanto às categorias de uso do solo e respetivas condicionantes.

A.16.2. Reserva Voluntária do Caneiro dos Meros

A Reserva Voluntária do Caneiro dos Meros corresponde a uma pequena área costeira na proximidade do Porto do Boqueirão da Vila do Corvo, na ilha do Corvo, a cerca de 150 m da costa, que constitui, desde 1999, uma reserva marinha por ação voluntária dos utilizadores, nomeadamente de pescadores comerciais e lúdicos e de operadores marítimo-turísticos (Figura 109).

Este local corresponde à primeira e única reserva voluntária dos Açores e foi criada para proteger a biodiversidade marinha em geral e, mais concretamente, os meros (*Epinephelus marginatus*), através da interdição voluntária do exercício da pesca, de forma a apoiar a atividade marítimo-turística, nomeadamente o mergulho (vide Vol. III-A), garantindo simultaneamente esse valor natural de reconhecido interesse. A área tem elevado interesse biológico e ecológico e é um dos locais monitorizados por programas de monitorização conduzidos pela Universidade dos Açores e pelo IMAR – Instituto do Mar desde 1997 (p. ex. Tempera *et al.,* 2002a; 2002b; 2003) (GAMPA, 2015).

A Reserva Voluntária do Caneiro dos Meros é conhecida como um dos locais de mergulho nos Açores com maior abundância de meros de médio e grande porte, sendo caracterizada por escoadas lávicas com algumas clareiras de areia que se estendem dos 18 aos 25 m de profundidade, formando vários desfiladeiros (caneiros), onde se encontram a maioria dos meros, bem como peixes-cão (*Bodianus scrofa*) (Bento & Sá, 2007).



4639 FIGURA 109. RESERVA VOLUNTÁRIA DO CANEIRO DOS MEROS, NA ILHA DO CORVO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DRAM,
4640 2020).

4641 A.16.3. ÁREAS DE RESTRIÇÃO À PESCA

4642 Nos termos do art.º 7 do Decreto Legislativo Regional n.º 29/2010/A, de 9 de novembro, que aprova
4643 o quadro legal da pesca açoriana, alterado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 11/2020/A, de 13
4644 de abril, as medidas de conservação, gestão e exploração dos recursos vivos marinhos no espaço
4645 marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores a aplicar às embarcações regionais, aos apanhadores,
4646 pescadores submarinos e pescadores de costa, são definidas por portaria do membro do Governo
4647 Regional responsável pelas pescas.

4648 De acordo com o art.º 9 do diploma supracitado, podem ser estabelecidos condicionamentos ao
4649 exercício da pesca através de regulamentação que interdite ou restrinja o seu exercício, em certas
4650 áreas ou com certas artes e instrumentos (Figura 110). Define ainda o mesmo diploma, no seu art.º
4651 10, que podem ser estabelecidas por portaria, a título permanente ou temporário, restrições ao
4652 exercício da pesca por motivos de defesa do ambiente, investigação marinha, de exploração de
4653 recursos não piscatórios, ou por outros motivos de interesse público.

4654 Neste contexto, foram definidas, por portaria, zonas marítimas onde o exercício da pesca se
4655 encontra regulamentado (Tabela 21), designadamente:

4656 » **Regulamento para o exercício da pesca em zonas marítimas em torno das ilhas do Faial e do**
4657 **Pico**: publicado pela Portaria n.º 53/2016, de 21 de junho, que estabelece as regras
4658 específicas para o exercício da pesca comercial e lúdica nas seguintes áreas: a) Monte da
4659 Guia; b) Ilhéus da Madalena; c) Baixa da Barca. Na área marinha da Baixa da Barca, é
4660 proibido o exercício de toda a pesca comercial e lúdica, sendo que nas áreas marinhas do
4661 Monte da Guia e dos Ilhéus da Madalena é proibido o exercício da pesca comercial e lúdica,
4662 à exceção da pesca apeada (em determinados locais) e da captura de isco-vivo;

» **Regulamento para o exercício da pesca em zonas marítimas da ilha Graciosa**: publicado pela Portaria n.º 55/2016, de 21 de junho, alterada e republicada pela Portaria n.º 70/2016, de 1 de julho, que estabelece as regras específicas para o exercício da pesca nas seguintes áreas: a) Baixa do Ferreiro; b) Ilhéu da Praia; c) Ilhéu de Baixo. Nestas quatro áreas, interdita-se o exercício da pesca comercial e lúdica, com exceção da pesca por arte de salto e vara e corrico, bem como da captura de isco vivo. No caso do Ilhéu da Praia, fica interdito o fundeio de embarcações de pesca e no caso do Ilhéu de Baixo, é permitida a apanha comercial e lúdica de craca;

» **Regulamento para o exercício da pesca na zona marítima de Quatro Ribeiras, da ilha Terceira**: publicado pela Portaria n.º 97/2018, 6 de agosto, que interdita o exercício da pesca comercial e lúdica, com exceção da pesca lúdica a partir de terra e a apanha lúdica entre marés sem auxílio de embarcação, na zona marítima das Quatro Ribeiras;

» **Regulamento para o exercício da pesca em zonas marítimas da ilha de Santa Maria**: publicado pela Portaria n.º 87/2014, de 29 de dezembro, que estabelece as regras específicas para o acesso e atividade da pesca, atividades marítimo-turísticas e outras, com o objetivo de reduzir os conflitos entre atividades, nas seguintes áreas: a) Baixa do Ambrósio; b) Baixa da Maia; c) Baixa da Pedrinha; d) Ilhéu da Vila. Nestas quatro áreas, interdita-se o exercício da pesca, comercial e lúdica, incluindo a pesca e a apanha submarina, com exceção da pesca com arte de salto-e-vara para captura de tunídeos e captura de isco vivo, estabelecem-se condicionantes ao acesso e permanência das embarcações de pesca e das embarcações marítimo-turísticas (ancoragem e limite de barcos e mergulhadores), e condiciona-se o acesso geral;

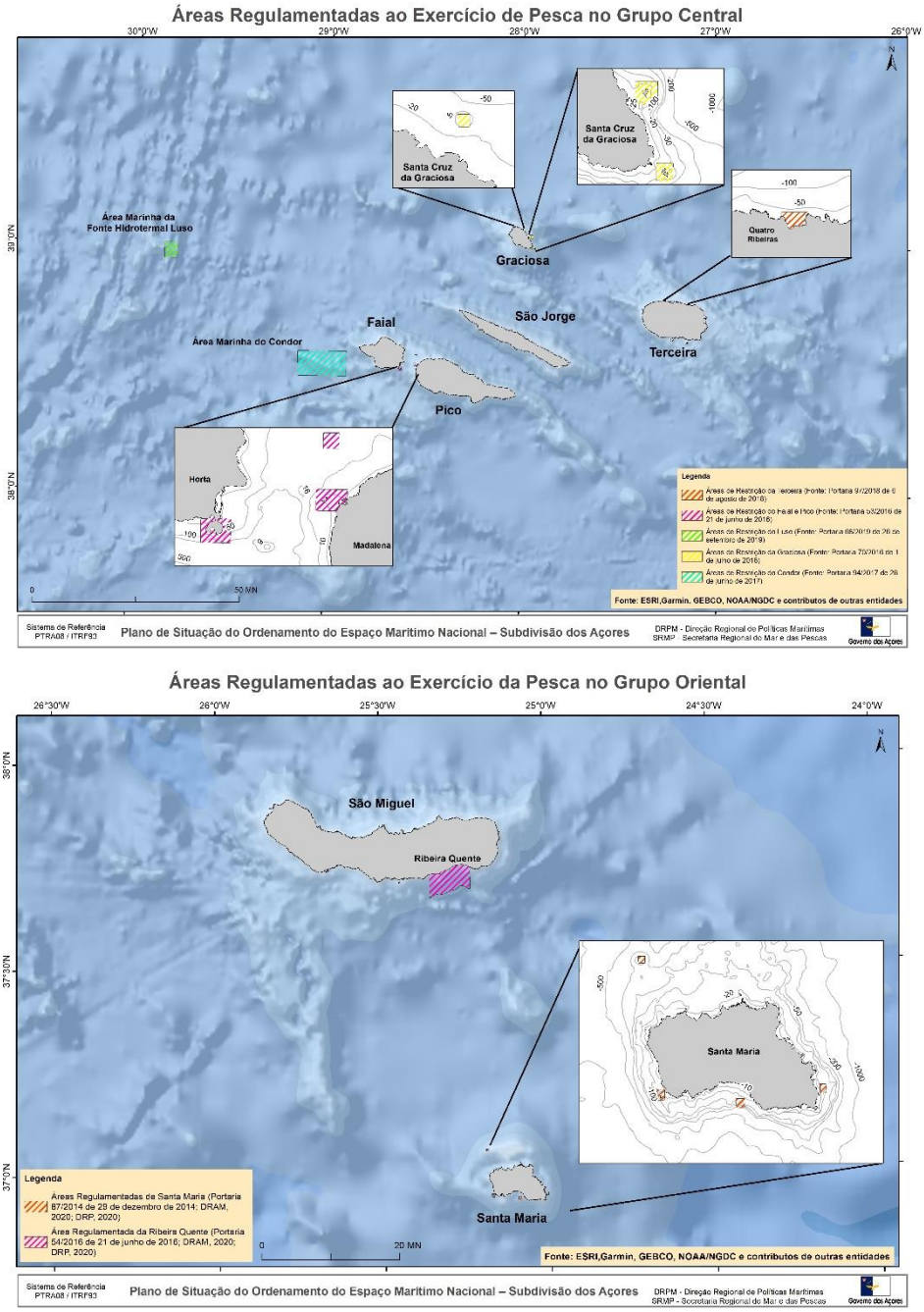
» **Regulamento para o exercício da pesca na zona marítima da Ribeira Quente, da ilha de São Miguel**: publicado pela Portaria n.º 54/2016, de 21 de junho, que interdita o exercício da pesca comercial exercida por artes de armadilhas e redes de emalhar e da pesca comercial com palangre de fundo, na zona marítima da Ribeira Quente;

» **Regulamento de acesso específico para o exercício da pesca e acesso e permanência de embarcações no Banco Condor**: publicado pela Portaria n.º 88/2014, de 31 de dezembro, que estabelece regras específicas para o exercício da atividade da pesca, e regras de acesso e permanência de qualquer embarcação, no banco Condor, de forma garantir a plena execução dos projetos científicos. Está condicionado o exercício da pesca, o acesso e permanência de embarcações no Banco Condor, que estabelece ainda as artes autorizadas a pescar neste banco e a proibição de ancorar ou fundear a qualquer embarcação.

» **Regulamento para o exercício da pesca na zona marítima do campo hidrotermal LUSO**: publicado pela Portaria n.º 68/2019, de 26 de setembro, descoberto em 2018, que estabelece regras específicas para o exercício da atividade da pesca, e regras de acesso e permanência de qualquer embarcação, no campo hidrotermal LUSO. Nesta zona é proibido o exercício da pesca, designadamente pesca comercial e pesca lúdica, incluindo a pesca turística e a pesca-turismo, a permanência ou o atravessamento por qualquer embarcação com artes de pesca a bordo, bem como ancorar ou fundear a qualquer embarcação.

4703 TABELA 21. LISTAGEM DAS ÁREAS DE RESTRIÇÃO À ATIVIDADE DA PESCA NOS AÇORES E RESPETIVA LOCALIZAÇÃO. MT – MAR
4704 TERRITORIAL (<12 MN); ZEE (ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA, 12-200 MN); PNI – PARQUE NATURAL DE ILHA; PMA – PARQUE
4705 MARINHO DOS AÇORES.

Áreas de Restrição à Pesca			
Designação	Ilha	Localização	Área (km²)
Monte da Guia	Faial	MT (<PNI FAI01)	2,33
Ilhéus da Madalena	Pico	MT (<PNI PIC22)	2,47
Baixa da Barca	Pico	MT (<PNI PIC22)	1,03
Baixa do Ferreiro	Graciosa	MT (fora PNI)	0,02
Ilhéu da Praia	Graciosa	MT (>PNI GRA02)	2,36
Ilhéu de Baixo	Graciosa	MT (=PNI GRA01)	1,29
Quatro Ribeiras	Terceira	MT (<PNI TER15)	1,39
Ribeira Quente	São Miguel	MT (fora PNI)	65,63
Baixa do Ambrósio	Santa Maria	MT (fora PNI)	0,37
Baixa da Maia	Santa Maria	MT (<PNI SMA13)	0,46
Baixa da Pedrinha	Santa Maria	MT (<PNI SMA13)	0,65
Ilhéu da Vila	Santa Maria	MT (>PNI SMA02)	0,57
Fonte Hidrotermal Luso		ZEE (fora PMA)	41,66
Condor		ZEE (PMA)	241,97



4706 FIGURA 110. ÁREAS REGULAMENTADAS AO EXERCÍCIO DA PESCA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023
4707 (ADAPTADO DE DRAM, 2020; DRP, 2020).

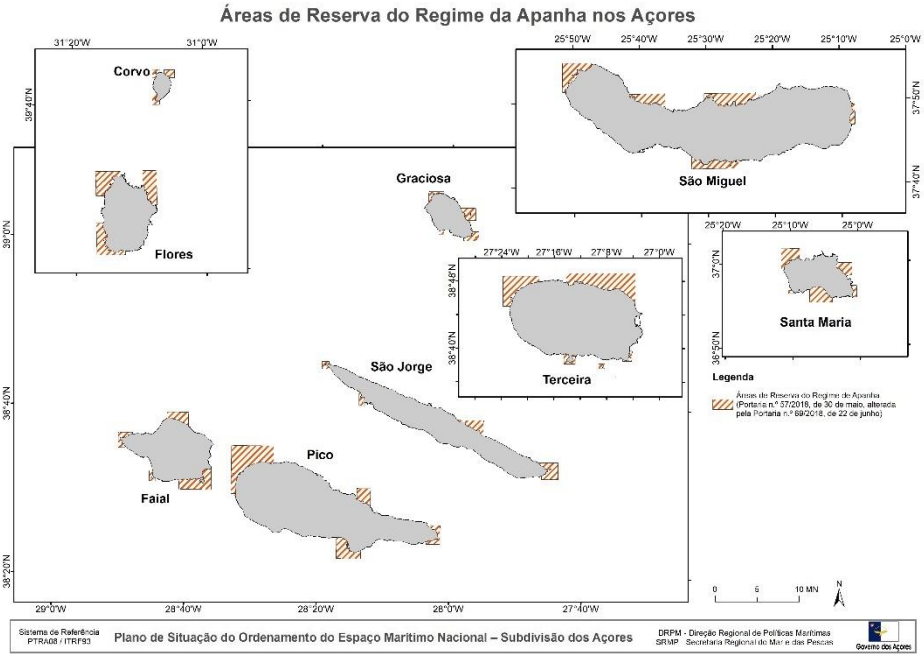
4708 A.16.4. ÁREAS DE RESERVA DO REGIME DA APANHA

4709 A Portaria n.º 57/2018, de 30 de maio, alterada pela Portaria n.º 69/2018, de 22 de junho, aprova o
4710 regulamento que estabelece o regime jurídico da apanha de espécies marinhas, estabelecendo um
4711 total de 35 áreas onde a apanha de algumas espécies de algas, crustáceos e moluscos marinhos é
4712 interdita, denominadas de Áreas de Reserva do Regime da Apanha (Figura 111 e Tabela 22).

Adicionalmente, aplicam-se interdições relacionadas com zonas balneares e com os portos de classes A, B, C, D e E, bem como as limitações constantes do Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril, e de legislação especial referente aos PNI. Apenas podem ser objeto de apanha as espécies marinhas constantes dos Anexos I e II da suprarreferida portaria.

TABELA 22. LISTAGEM DAS ÁREAS DE RESERVA DO REGIME DE APANHA NOS AÇORES.

Áreas de Reserva do Regime de Apanha		
Código	Ilha	Área (km²)
COR (A)	Corvo	2,26
COR (B)	Corvo	3,47
COR (C)	Corvo	2,47
FLO (A)	Flores	19,75
FLO (B)	Flores	19,33
FLO (C)	Flores	17,36
FAI (A)	Faial	4,99
FAI (B)	Faial	8,91
FAI (C)	Faial	19,21
FAI (D)	Faial	2,08
PIC (A)	Pico	48,08
PIC (B)	Pico	9,29
PIC (C)	Pico	5,96
PIC (D)	Pico	15,62
SJO (A)	São Jorge	2,22
SJO (B)	São Jorge	8,77
SJO (C)	São Jorge	12,03
SJO (D)	São Jorge	2,54
GRA (A)	Graciosa	2,86
GRA (B)	Graciosa	7,21
GRA (C)	Graciosa	4,65
GRA (D)	Graciosa	0,97
SMG (A)	São Miguel	19,89
SMG (B)	São Miguel	14,94
SMG (C)	São Miguel	23,17
SMG (D)	São Miguel	3,63
SMG (E)	São Miguel	16,83
TER (A)	Terceira	27,65
TER (B)	Terceira	49,33
TER (C)	Terceira	1,81
TER (D)	Terceira	1,40
TER (E)	Terceira	3,60
STM (A)	Santa Maria	12,15
STM (B)	Santa Maria	7,45
STM (C)	Santa Maria	2,40
STM (D)	Santa Maria	13,47
STM (E)	Santa Maria	0,73



4718 FIGURA 111. ÁREAS DE RESERVA DO REGIME DE APANHA NOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DRAM, 2020;
4719 DRP, 2020).

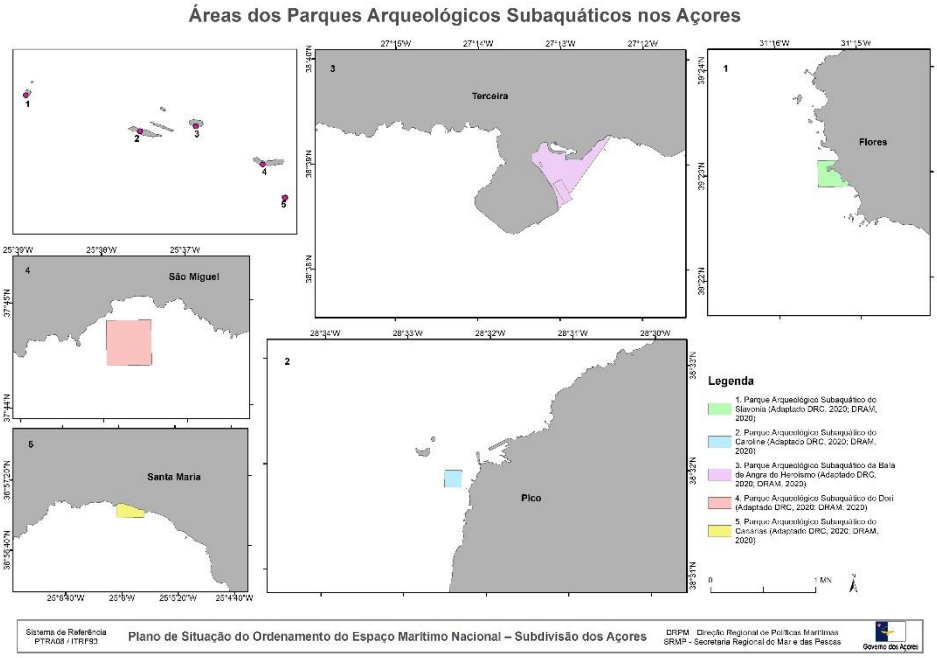
4720 A.16.5 PARQUES ARQUEOLÓGICOS SUBAQUÁTICOS

4721 Os sítios arqueológicos subaquáticos de interesse patrimonial excecional são, através do estatuto
4722 de parque arqueológico subaquático, alvo de classificação e dinamização dos seus elementos
4723 culturais, nos termos dos art.^{os} 74 e 75 da Lei n.º 107/2001, de 8 de setembro, e do art.º 32 do
4724 Decreto Legislativo Regional n.º 27/2004/A, de 24 de agosto, na sua atual redação.

4725 Nos Açores, nos termos do art.º 32 do Decreto Legislativo Regional n.º 27/2004/A, de 24 de agosto,
4726 na sua atual redação, foram delimitadas zonas classificadas como parques arqueológicos, que se
4727 definem como "qualquer monumento, sítio ou conjunto de sítios arqueológicos de interesse
4728 relevante, integrado num território demarcado, cujo ordenamento e gestão devam ser
4729 determinados pela necessidade de garantir a preservação e fruição dos testemunhos arqueológicos
4730 aí existentes". Neste âmbito, foram criados cinco Parques Arqueológicos Subaquáticos (PAS) na RAA
4731 (Tabela 23 e Figura 112).

4732 TABELA 23. PARQUES ARQUEOLÓGICOS SUBAQUÁTICOS DOS AÇORES E SUA LOCALIZAÇÃO.

Parques Arqueológicos Subaquáticos			
Designação	Ilha	Área (km^2)	Decreto
Baía de Angra	Terceira	0,60	Decreto Regulamentar Regional n.º 20/2005/A, de 12 de outubro, alterado pelo Decreto Regulamentar Regional n.º 19/2015/A, 27 de outubro
Dori	São Miguel	0,63	Decreto Regulamentar Regional n.º 12/2012/A, de 8 de maio
Caroline	Pico	0,09	Decreto Regulamentar Regional n.º 15/2014/A, de 8 de agosto
Slavonia	Flores	0,17	Decreto Regulamentar Regional n.º 17/2015/A, 29 de setembro
Canarias	Santa Maria	0,09	Decreto Regulamentar Regional n.º 24/2015/A, 29 de outubro



4733 FIGURA 112. PARQUES ARQUEOLÓGICOS SUBAQUÁTICOS CLASSIFICADOS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM,
4734 2023 (ADAPTADO DE DRC, 2020; DRAM, 2020).

4735 Dentro das áreas dos parques arqueológicos subaquáticos dos Açores, encontra-se proibida ou
4736 condicionada uma ampla variedade de atividades económicas e recreativas, como forma de
4737 salvaguardar a integridade dos bens protegidos. Em todos os PAS, exceto no PAS Baía de Angra, está
4738 interdita a pesca de qualquer arte ou modalidade, com exceção para o corrico no PAS Caroline.
4739 Também a ancoragem de embarcações, boias ou quaisquer outras estruturas no seu interior está
4740 proibida, exceto em parte do PAS Baía de Angra. Encontram-se condicionadas atividades como a
4741 caça submarina, a realização de trabalhos de investigação científica, o fundeio, entre outras.

4742 A.16.6. GEOPARQUE E GEOSSÍTIOS DOS AÇORES

4743 Os geoparques mundiais são áreas que apresentam património geológico de relevância
4744 internacional e um modelo de desenvolvimento sustentável do território. O Geoparque Açores foi
4745 criado em 2010 e integrado nas Redes Europeia e Global de Geoparques em 2013, sendo o primeiro
4746 geoparque arquipelágico. Desde 2015, a UNESCO atribui a designação de "Geoparque Mundial da
4747 UNESCO", no âmbito do seu Programa Internacional para Geociências, e no qual foram integrados
4748 os quatro Geoparques já existentes em Portugal, incluindo o Geoparque Açores. O Geoparque
4749 Açores integra-se na Rede Global de Geoparques e, simultaneamente, na Rede Europeia de
4750 Geoparques.

4751 O Geoparque integra um número significativo de sítios de interesse geológico (geossítios) que, pelas
4752 suas peculiaridades ou raridade, apresentam valor ou relevância a nível científico, educativo,
4753 cultural, económico (e.g. turístico), cénico ou estético (e.g. paisagístico). Estes locais podem,
4754 também, possuir outros motivos de interesse e valor (e.g. ecológicos, históricos e culturais), parques
4755 temáticos e outras infraestruturas afins, que deverão estar ligados em rede, por trilhos ou rotas.

O Geoparque Açores assenta numa rede de geossítios dispersos pelas nove ilhas e zona marítima envolvente, no sentido de garantir a representatividade da geodiversidade que caracteriza o território açoriano e abranger a sua história geológica e eruptiva, por intermédio de estratégias de conservação e promoção e tendo por base uma estrutura de gestão descentralizada e com apoio em todas as ilhas. Na RAA, estão identificados quatro geossítios marinhos, conforme representado na Tabela 24 e ilustrado na Figura 113.

TABELA 24. GEOSSÍTIOS MARINHOS INCLUÍDOS NO GEOPARQUE DOS AÇORES.

Geoparque		
Código	Designação do geossítio	Área (km²)
MAR 1	Banco D. João de Castro	222,90
MAR 2	Dorsal Atlântica e Campos Hidrotermais	10123,42
MAR 3	Canal Faial Pico e Baixa do Sul	137,87
MAR 4	Ilhéus das Formigas e Recife Dollabarat	76,35

Ao conjunto de geossítios considerados numa determinada área denomina-se "património geológico", nos termos do Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de julho. Embora os geossítios não tenham consagrado um regime específico de classificação, refira-se a proteção que decorre da classificação de áreas protegidas, em particular na tipologia Monumento Natural, que integra áreas que contenham uma ou mais ocorrências naturais, nomeadamente geossítios e estruturas geomorfológicas excecionais, com valor ímpar devido à raridade das respetivas características, nos planos geológico, paleontológico, estético e cultural, nos termos do art.º 35 do Decreto Legislativo Regional n.º 15/2012/A, de 2 de abril. O art.º 26 deste diploma prevê a classificação das áreas protegidas com o objetivo a proteção e a manutenção da diversidade biológica e a integridade dos valores geológicos e dos recursos e valores naturais e culturais associados. Aos geossítios com componente marinha, por coincidirem com áreas protegidas do PNI e PMA, é-lhes aplicável o regime constante dos respetivos atos de classificação (*vide* Vol. III-A).

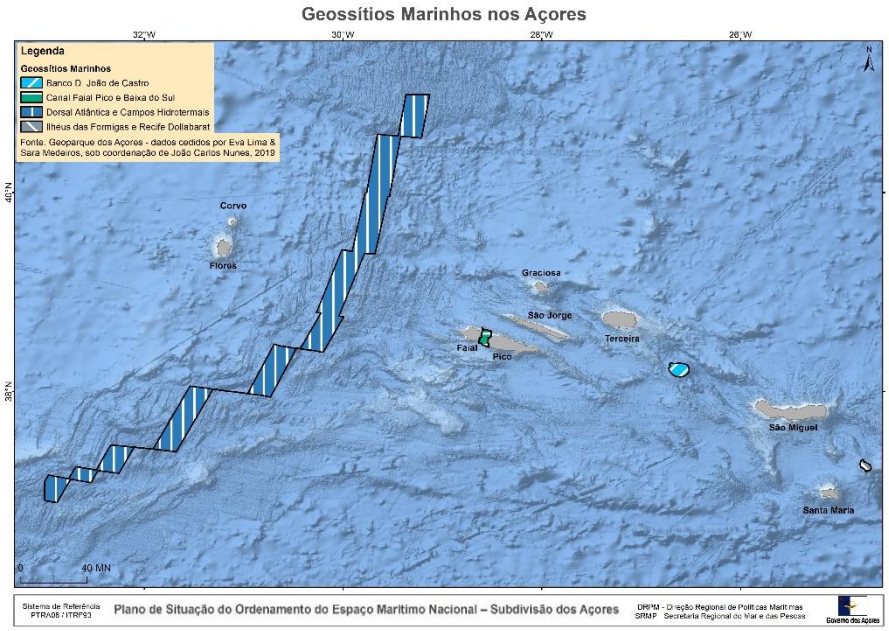


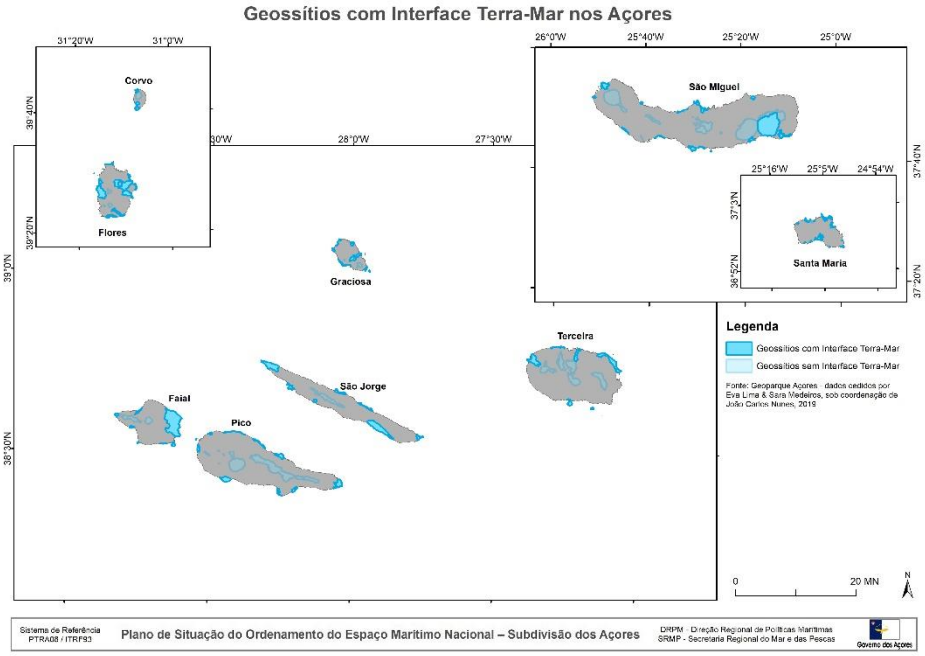
FIGURA 113. GEOSSÍTIOS MARINHOS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: DRPM, 2023 (GEOPARQUE AÇORES, 2019 - DADOS CEDIDOS POR EVA LIMA & SARA MEDEIROS, SOB COORDENAÇÃO DE JOÃO CARLOS NUNES).

A maioria dos geossítios inventariados na RAA localiza-se na componente terrestre, sendo relevante ter em consideração os geossítios costeiros no contexto da análise das interações terra-mar, no âmbito do processo de ordenamento do espaço marítimo, que se encontram listados na Tabela 25 e representados na Figura 114.

TABELA 25. LISTA DOS GEOSSÍTIOS DO GEOPARQUE DOS AÇORES QUE INCLUEM ÁREAS DE INTERFACE TERRA-MAR.

Geoparque Açores		
Código	Designação do geossítio	Área (km²)
	Corvo	
COR 2	Fajã Lávica de Vila Nova do Corvo	0,96
COR 3	Ponta do Marco	0,54
COR 4	Cova Vermelha	0,83
	Flores	
FLO 3	Fajã Grande e Fajãzinha	8,16
FLO 5	Ponta da Rocha Alta e Fajã de Lopo Vaz	1,37
FLO 7	Costa Nordeste	0,43
FLO 9	Litoral de Santa Cruz	0,22
FLO 10	Ponta do Albernaz - Ponta Delgada	0,15
FLO 11	Vale da Ribeira da Cruz e Ponta da Caveira	3,56
FLO 12	Vale das Ribeiras da Badanela e Além da Fazenda	11,13
FLO 13	Vale e Fajã Lávica das Lajes	2,08
FLO 14	Ilhéu de Monchique	0,003
	Faial	
FAI 2	Graben de Pedro Miguel	28,12
FAI 3	Monte da Guia e Porto Pim	0,74
FAI 4	Morro do Castelo Branco	0,17
FAI 6	Vulcão dos Capelinhos e Costado da Nau	0,64
FAI 7	Arriba Fóssil da Praia do Norte	0,80
FAI 8	Arriba Fóssil do Varadouro	0,55
	Pico	
PIC 1	Arriba Fóssil Santo António - São Roque	1,13
PIC 2	Fajã Lávica das Lajes do Pico	0,93
PIC 4	Ilhéus da Madalena	0,03
PIC 5	Lajido de Santa Luzia	0,71
PIC 8	Ponta da Ilha	3,80
PIC 10	Fajã Lávica de São Mateus	3,31
PIC 11	Fajã Lávica das Ribeiras	1,24
PIC 15	Lajido da Criação Velha	1,27
PIC 17	Ponta do Mistério	2,34
PIC 18	Cabeço Debaixo da Rocha	0,48
	São Jorge	
SJO 1	Arriba das Fajãs dos Vimes - Fajã de São João	6,66
SJO 3	Fajã do Ouvidor e da Ribeira da Areia	0,66
SJO 4	Fajãs dos Cubres e da Caldeira de Santo Cristo	1,32
SJO 5	Morro de Velas e Morro de Lemos	1,83
SJO 6	Ponta dos Rosais	0,63

Geoparque Açores		
Código	Designação do geossítio	Área (km²)
SJO 7	Mistério da Urzelina	0,72
SJO 8	Ponta e Ilhéu do Topo	1,25
	Graciosa	
GRA 3	Ponta da Barca e Ilhéu da Baleia	0,14
GRA 4	Porto Afonso e Redondo	0,34
GRA 5	Pontas do Carapacho e da Restinga e Ilhéu de Baixo	0,33
GRA 6	Arribas da Serra Branca e Baía do Filipe	0,97
GRA 7	Baía da Vitória	0,16
GRA 8	Erupção do Pico Timão	3,38
GRA 9	Santa Cruz da Graciosa	0,92
	Terceira	
TER 5	Monte Brasil	1,72
TER 7	Ponta da Serreta e escoadas traquíticas	6,23
TER 8	Fajã da Alagoa - Biscoito das Calmeiras	2,76
TER 9	Graben das Lajes	7,61
TER 10	Ilhéus das Cabras	0,28
	São Miguel	
SMG 6	Ilhéu de Vila Franca	0,08
SMG 8	Ponta da Ferraria e Pico das Camarinhas	0,35
SMG 10	Vale da Ribeira do Faial da Terra e Fajã do Calha	3,20
SMG 11	Caldeira da Povoação	35,92
SMG 13	Fajã lávica e arriba fóssil da Caloura	1,96
SMG 14	Fajã lávica e ilhéus dos Mosteiros	3,24
SMG 15	Morro das Capelas	0,35
SMG 16	Morro de Santa Bárbara, praias e Bandejo	0,37
SMG 18	Pisão - Praia (Água D'Alto)	0,34
SMG 19	Ponta do Cintrão - Ladeira da Velha	2,77
SMG 20	Praias do Pópulo, Milícias e São Roque e Ilhéu de São Roque	0,19
SMG 21	Rocha da Relva	0,71
SMG 22	Salto da Farinha	0,79
SMG 24	Vale da Ribeira Quente	1,34
	Santa Maria	
SMA 4	Ponta do Castelo	0,22
SMA 5	Ribeira do Maloás	0,02
SMA 6	Baía da Cré	0,68
SMA 7	Baía de São Lourenço	0,75
SMA 8	Baía do Raposo	0,11
SMA 9	Baía do Tagarete e Ponta do Norte	1,29
SMA 10	Baía dos Cabrestantes	0,12
SMA 12	Cascata do Aveiro	0,05
SMA 14	Figueiral	0,12
SMA 15	Porto de Vila do Porto	0,02
SMA 16	Praia Formosa e Prainha	1,93



4782 FIGURA 114. GEOSSÍTIOS COSTEIROS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: GEOPARQUE AÇORES, 2019 (DADOS CEDIDOS
4783 POR EVA LIMA & SARA MEDEIROS, SOB COORDENAÇÃO DE JOÃO CARLOS NUNES).

4784 A.16.7. CAVIDADES VULCÂNICAS DOS AÇORES

4785 O regime de proteção e classificação das cavidades vulcânicas dos Açores foi aprovado pelo Decreto
4786 Legislativo Regional n.º 10/2019/A, de 22 de maio e é aplicável a todas as cavidades vulcânicas
4787 conhecidas, inventariadas[5] ou a inventariar, em todas as ilhas do arquipélago dos Açores. A proteção
4788 e classificação das cavidades vulcânicas tem por objetivos conhecer e proteger o estado natural das
4789 estruturas geológicas e vulcano-espeleológicas, bem como dos respetivos habitats e espécies, bem
4790 como salvaguardar as especificidades naturais e culturais das cavidades vulcânicas, incluindo a
4791 integridade física e condições de estabilidade dessas estruturas, assegurando também a a
4792 compatibilidade entre a conservação da geodiversidade e dos ecossistemas e as atividades
4793 industriais, agrícolas, florestais, de turismo, de recreio e de lazer. São também objetivos a promoção
4794 da investigação científica e a manutenção de serviços dos ecossistemas associados às cavidades
4795 vulcânicas e a promoção de ações de sensibilização e educação ambiental orientadas para o uso
4796 sustentável dos recursos naturais presentes nas cavidades vulcânicas. O Decreto Legislativo
4797 Regional n.º 10/2019/A, de 22 de maio, prevê ainda, nos termos do seu art.º 8, um conjunto de
4798 atividades interditas e condicionadas nesses locais e áreas circundantes.

4799 A.16.8. PALEOPARQUE SANTA MARIA

4800 O Decreto Legislativo Regional n.º 11/2018/A, de 28 de agosto, criou o Paleoparque de Santa Maria,
4801 que abrange todas as jazidas fósseis da ilha, classificadas ou que venham a ser alvo de classificação.
4802 O Paleoparque de Santa Maria prossegue os objetivos gerais de conservação da natureza e proteção

[5] A listagem das cavidades vulcânicas inventariadas pode ser encontrada em: https://www.azores.gov.pt/Gra/srrn-natureza/conteudos/livres/Lista+das+Cavidades+vulc%C3%A2nicas+dos+A%C3%A7ores.htm.

da geodiversidade e objetivos específicos de conservação *in situ* das jazidas fósseis de Santa Maria, de promoção do seu estudo, identificação, inventariação e catalogação, bem como de disponibilização de informação ao público e de mecanismos de fruição desse património paleontológico, enquanto fonte primária de dados científicos, de oportunidades educativas e de atividades recreativas.

O Paleoparque de Santa Maria atualmente em vigor integra apenas as jazidas fósseis classificadas em meio terrestre, parte delas situadas na orla costeira. O conhecimento existente sobre as jazidas fósseis identificadas na orla costeira, ainda que careça de estudos mais aprofundados, aponta para a continuidade de algumas jazidas nas zonas adjacentes imersas, de incidência em espaço marítimo, pelo que se consideraram área de salvaguarda no contexto do PSOEM-Açores (Figura 115) (*vide* Vol. III-A).

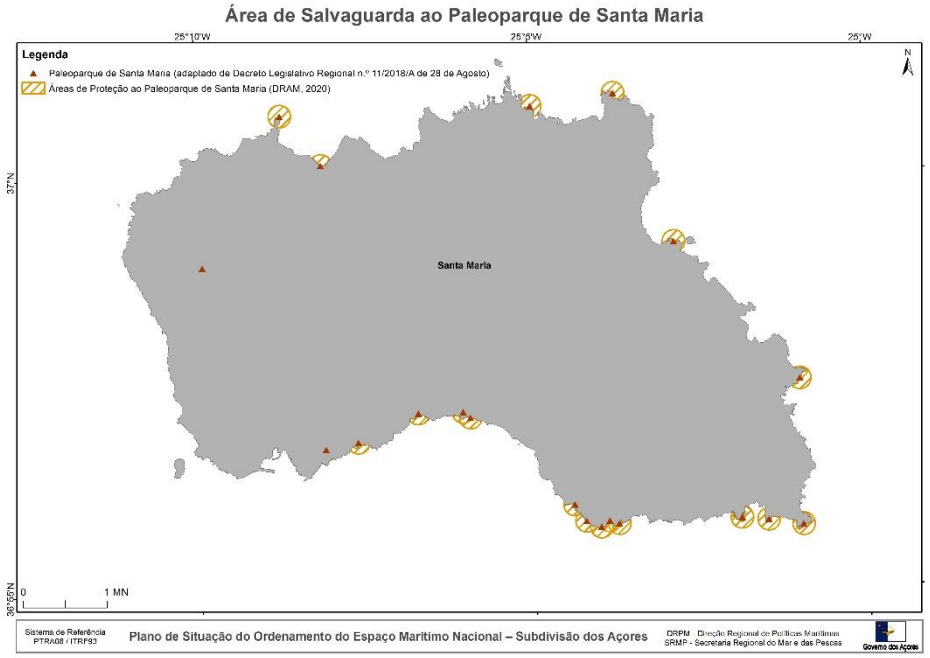


FIGURA 115. ÁREAS DE SALVAGUARDA AO PALEOPARQUE DE SANTA MARIA. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE DECRETO LEGISLATIVO REGIONAL N.º 11/2018/A, DE 28 DE AGOSTO; DRAM, 2020).

A.16.9 ECOSSISTEMAS MARINHOS VULNERÁVEIS

O conceito de Ecossistema Marinho Vulnerável (VME, do inglês *Vulnerable Marine Ecosystem*) surgiu no âmbito de discussões da Assembleia Geral das Nações Unidas sobre pesca sustentável. De acordo com as Resoluções 59/25 (2004), 61/105 (2006), 64/72 (2009) e 66/68 (2011), os Estados Costeiros e as Organizações Regionais de Pesca devem verificar a ocorrência de VME nas respetivas áreas de jurisdição, avaliar o impacte das pescas de profundidade sobre esses ecossistemas e adotar medidas de gestão que diminuam esses impactes.

Os corais de águas frias e os habitats por eles formados são considerados pela Nações Unidas como VME e como tal têm um estatuto de proteção reconhecido por todas as organizações internacionais de gestão de pescas e de proteção do ambiente marinho. Os corais são organismos de crescimento

muito lento, vulneráveis a diversas pressões ambientais e antropogénicas, e normalmente formam estruturas tridimensionais que funcionam como habitats de maternidade, alimentação, e desova para muitas espécies, incluindo peixes com valor comercial (Braga-Henriques *et al.,* 2013). Proeminentes ecossistemas marinhos vulneráveis localizados nos Açores incluem fontes hidrotermais de profundidade, agregações de esponjas, jardins e recifes de corais de águas frias e extensos campos de xenofióforos (Morato *et al.,* 2016). As mega-esponjas de águas frias, que formam agregações consideráveis em diversos mares e oceanos do globo, inclusive nos Açores, onde a sua diversidade é, comparativamente a outras regiões, bastante elevada, têm também o estatuto de VME.

Em 2008, foi publicado o Regulamento (CE) 734/2008 do Conselho, de 15 de julho de 2008, relativo à proteção dos ecossistemas marinhos vulneráveis do alto mar contra os efeitos adversos das artes de pesca de fundo, aplicável aos navios de pesca comunitários que exercem atividades de pesca com artes de pesca de fundo no alto mar. De acordo com este Regulamento, VME define-se como qualquer ecossistema marinho cuja integridade específica esteja, segundo as melhores informações científicas disponíveis e o princípio da precaução, ameaçada por efeitos adversos significativos resultantes do contacto físico com as artes de pesca de fundo, durante as operações de pesca, incluindo, nomeadamente, os recifes, os montes submarinos, as fontes hidrotermais, os corais de águas frias e os leitos de esponjas de águas frias. São mais vulneráveis os ecossistemas facilmente perturbáveis e cuja recuperação seja muito lenta ou que nunca se realize. Este Regulamento estabelece que, em caso de ser descoberto um VME no decurso de operações de pesca, os navios de pesca cessam imediatamente a atividade ou abstêm-se de a iniciar no sítio em causa. Os navios apenas reiniciam as operações de pesca quando atingirem um sítio alternativo, a uma distância mínima de 5 mn do sítio da descoberta, dentro da zona prevista no respetivo plano de pesca.

O Regulamento (UE) 2016/2336 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de dezembro de 2016, veio estabelecer as condições específicas para a pesca de unidades populacionais de profundidade no Atlântico Nordeste e disposições aplicáveis à pesca em águas internacionais do Atlântico Nordeste. Este Regulamento contribui também para a realização dos objetivos da Política Comum de Pescas (PCP), aprovada pelo Regulamento (UE) 1380/2013 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 11 de dezembro de 2013, no que diz respeito às espécies de profundidade e aos seus habitats. São objetivos das medidas estabelecidas neste Regulamento melhorar o conhecimento científico sobre as espécies de profundidade e os seus habitats, prevenir efeitos adversos significativos nos VME no âmbito da pesca de profundidade e assegurar a conservação a longo prazo das unidades populacionais de profundidade, nem como garantir a conformidade das medidas da UE para efeitos da proteção dos VME e da gestão sustentável das unidades populacionais de profundidade com as resoluções adotadas pela Assembleia Geral das Nações Unidas, em particular as Resoluções 61/105 e 64/72. No seu art.º 9 são estabelecidos os requisitos específicos para a proteção dos VME e no seu anexo III é apresentada uma listagem dos tipos de habitat de VME e das espécies mais frequentemente presentes nestes habitats (nomeadamente corais de águas frias, esponjas, penas do mar, ceriantários, briozoários e outra fauna residente), os quais são considerados indicadores para a definição de um VME. O Regulamento (UE) 2016/2336 estabelece ainda, no seu anexo IV, os quantitativos que definem a descoberta de um possível VME.

Adicionalmente, o Regulamento (UE) 2019/1241, de 20 de junho de 2019, relativo à conservação dos recursos haliêuticos e à proteção dos ecossistemas marinhos, aplica medidas técnicas relativas à captura e ao desembarque de recursos marinhos biológicos, ao funcionamento das artes de pesca e à interação das atividades de pesca com os ecossistemas marinhos. Aplica-se às atividades exercidas pelos navios de pesca da EU e por nacionais dos Estados-Membros, em determinadas zonas de pesca, bem como às águas da União pelos navios de pesca de países terceiros que neles estejam registados. Este Regulamento estabelece zonas de proibição da pesca para a proteção dos habitats sensíveis e proíbe ainda a utilização de redes de emalhar de deriva, de enredar e tresmalhos fundeados a profundidades superiores a 200 m, bem como de redes de arrasto pelo fundo ou redes rebocadas similares em grande parte da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa.

A nível nacional, Portaria n.º 114/2014, de 28 de maio, estabeleceu as condições aplicáveis às embarcações nacionais de pesca autorizadas a operar, com vista à proteção dos fundos marinhos dos impactes adversos da atividade da pesca na área delimitada na Figura 116. Estas medidas visam promover a gestão e a exploração sustentável dos recursos biológicos marinhos, proteger a biodiversidade, os VME e outros valores naturais, e preservar os fundos marinhos dos impactos adversos da atividade da pesca, bem como contribuir para a recolha de informação sobre os VME. Esta Portaria veio interditar uso das artes de arrasto e de emalhar de fundo por embarcações portuguesas numa extensa área no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores e na proposta de extensão da plataforma continental.

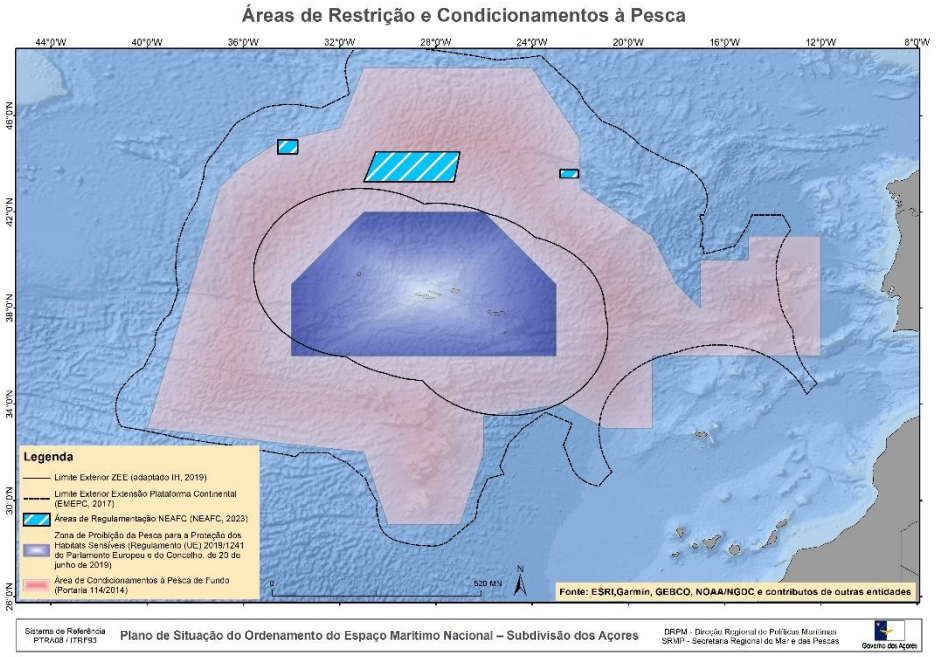
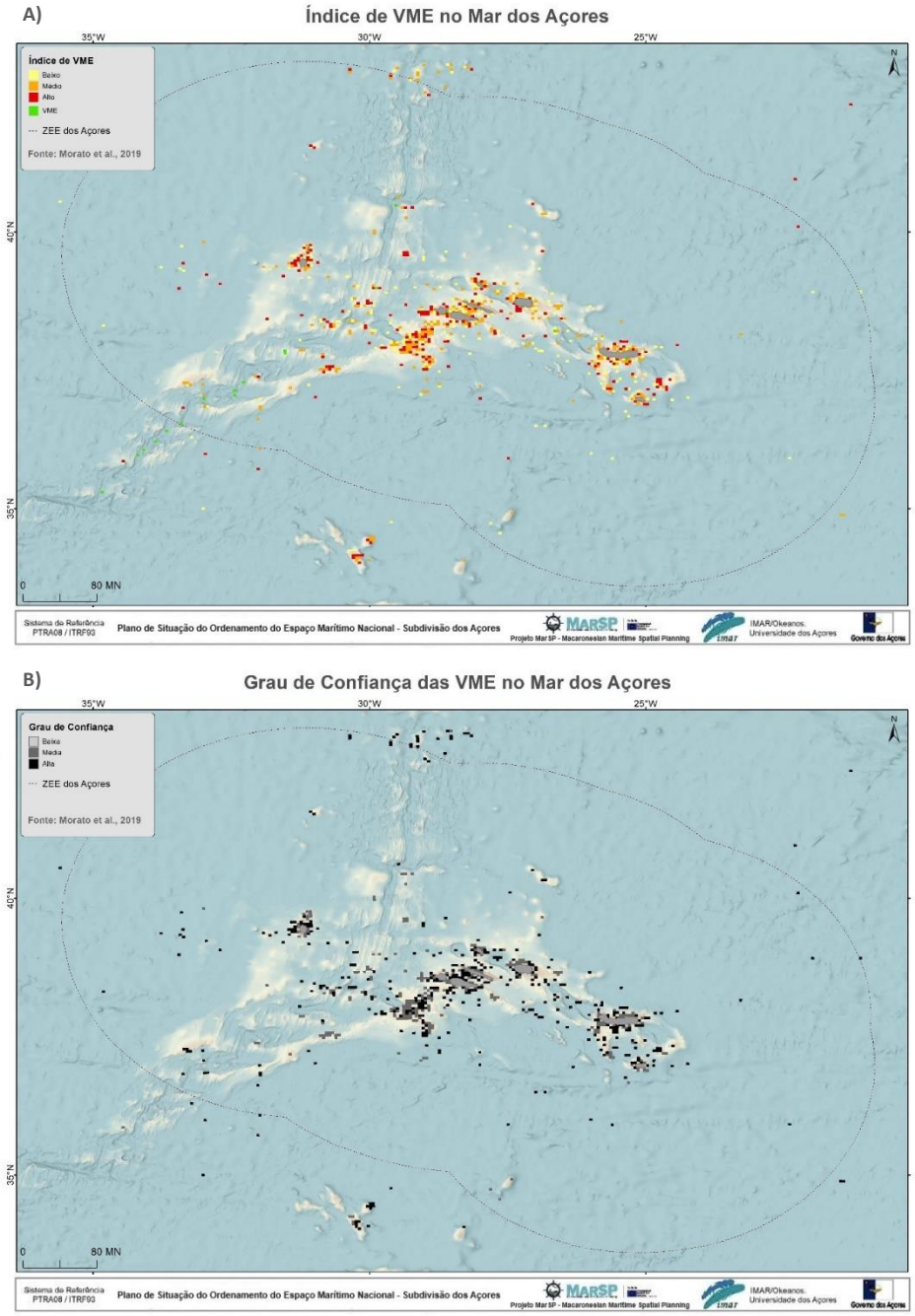


FIGURA 116. ÁREAS DE EXCLUSÃO À PESCA PARA PROTEÇÃO DE VME NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES E NA PLATAFORMA CONTINENTAL ESTENDIDA PROPOSTA POR PORTUGAL. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE REGULAMENTO (UE) 2019/1241, DE 20 DE JUNHO DE 2019; PORTARIA N.º 114/2014, DE 28 DE MAIO; DRAM, 2020).

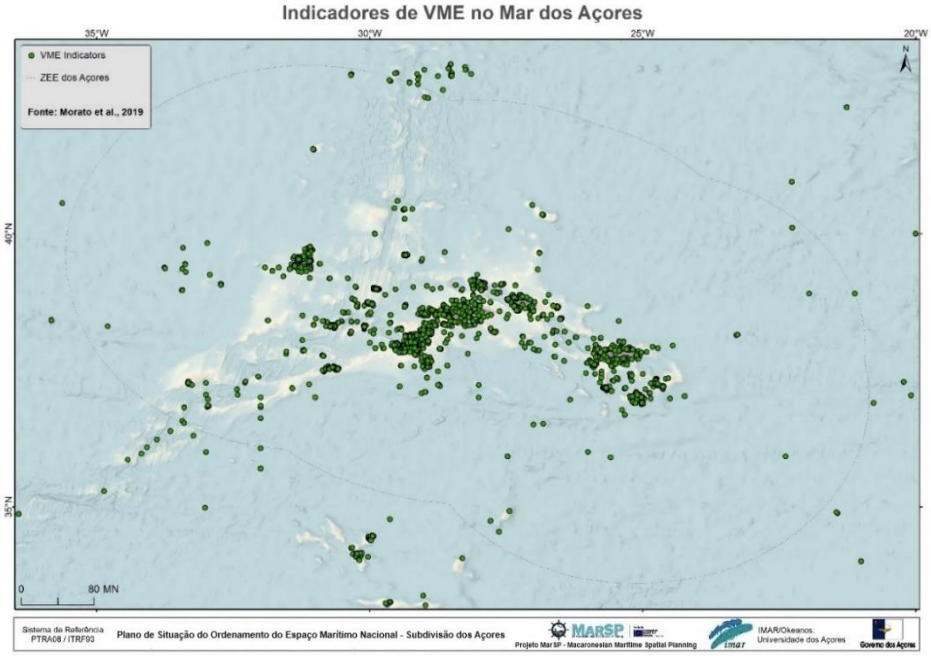
É igualmente de realçar que a Comissão de Pescas do Atlântico Nordeste (NEAFC, do inglês *North-East Atlantic Fisheries Comission*) estabeleceu, desde 2005, áreas de fecho à pesca de arrasto para além do limite exterior da subárea dos Açores da ZEE de Portugal, nomeadamente no Altair, Antialtair e em parte da área do MARNA. A NEAFC incluiu na sua Recomendação 19:2014 relativa à proteção de VME, alterada pela Recomendação 10:2021, uma lista de famílias e espécies indicadoras da presença de VME e incumbiu o Conselho Internacional para a Exploração do Mar (CIEM) de identificar e cartografar os VME do Atlântico Nordeste. Para esse efeito, o CIEM gere uma base de dados, cuja informação provém de literatura académica, registos históricos, campanhas oceanográficas e capturas acessórias de pesca de arrasto e palangre de fundo, onde são registados detalhes sobre a distribuição e caracterização de habitats, e sobre a ocorrência de espécies indicadoras de VME.

Nos Açores o mapeamento de VME tem merecido a atenção científica prioritária, assim como o impacto das pescarias de fundo nesses ecossistemas (e.g. programa Blue Azores). Os VME são geralmente mapeados usando imagens subaquáticas (obtidas por ROV, submarinos, câmaras suspensas e rebocadas, etc.), sendo que a análise de vídeos permite a descrição e a quantificação da composição da comunidade e da fauna associada. Devido ao elevado custo das operações de prospeção dos fundos marinhos, só uma pequena fração do fundo do mar foi explorada (Morato *et al.,* 2018). No entanto, Morato *et al*. (2018) desenvolveram um modelo preditivo multicritério (MCA) para estimar a probabilidade de uma área representar um VME; o modelo estabelece um índice de VME (Figura 117.a) que representa a probabilidade de ocorrência dependente do *taxon*, que tem em consideração a quantidade e a qualidade dos dados disponíveis; e um grau de confiança associado ao índice, contabilizando a incerteza na qualidade dos dados e a variabilidade do grau de conhecimento (Figura 117.b). O método proporciona uma estimativa simplificada, agregada espacialmente e ponderada, da probabilidade de uma área ser considerada um VME. O índice destaca as áreas em que é mais provável que ocorra um VME, enquanto a estimativa de confiança associada fornece uma indicação de quão (in)certa é essa avaliação (Morato *et al.*, 2018).



4915 FIGURA 117. ÍNDICE DE VME (A) E GRAU DE CONFIANÇA DE VME (B), OBTIDOS COM BASE NO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE CRITÉRIOS
4916 MÚLTIPLOS, PARA AVALIAR A PROBABILIDADE DE UMA DETERMINADA ÁREA DO FUNDO DO MAR REPRESENTAR UM VME. FONTE:
4917 RODRIGUES *ET AL.*, 2020.

4918 Os indicadores de VME conhecidos na subárea dos Açores da ZEE Portuguesa, obtidos através de
4919 cruzeiros de pesca demersal, estão representados na Figura 118.



4920 FIGURA 118. INDICADORES DE VME CONHECIDOS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES, OBTIDOS
4921 ATRAVÉS DE CRUZEIROS DE PESCA DEMERSAL. FONTE: RODRIGUES *ET AL.*, 2020.

4922 A.16.10. ÁREAS MARINHAS ECOLÓGICA OU BIOLOGICAMENTE SIGNIFICATIVAS

4923 As Áreas Marinhas Ecológica ou Biologicamente Significativas (EBSA, do inglês *Ecologically or*
4924 *Biologically Significant Marine Areas*) são áreas identificadas ao abrigo da CBD com o objetivo de
4925 apoiar o funcionamento saudável dos oceanos e dos seus vários serviços dos ecossistemas, face às
4926 múltiplas ameaças derivadas das atividades humanas.

4927 No seguimento do workshop de especialistas sobre os critérios ecológicos e sistemas de
4928 classificação biogeográfica para as áreas marinhas com necessidade de proteção, realizada nos
4929 Açores, a outubro de 2007, foram adotados na 9ª COP da CBD, em 2008, os critérios científicos -
4930 conhecidos por critérios dos Açores - para identificar EBSA que precisam de proteção em águas de
4931 oceano aberto e habitats de alto mar (CBD Secretariat, 2009). A 9.ª COP instou, assim, as Partes
4932 Contratantes da CBD e convidou outros Governos e organizações relevantes a aplicarem esses
4933 mesmos critérios e orientação científica de modo a identificar áreas marinhas ecológica ou
4934 biologicamente significativas e/ou vulneráveis, com necessidade de proteção.

4935 Os critérios dos Açores incluem: a) singularidade ou raridade; b) especial importância para etapas
4936 do ciclo vital das espécies; c) importância para espécies e/ou habitats ameaçados, em perigo de
4937 extinção ou em declínio; d) vulnerabilidade, fragilidade, sensibilidade ou recuperação lenta; e)
4938 produtividade biológica; f) diversidade biológica; e g) naturalidade. Foi disponibilizada ainda
4939 orientação científica para a seleção de áreas para o estabelecimento de uma rede representativa de
4940 áreas marinhas protegidas, incluindo em oceano aberto e mar profundo, nomeadamente em
4941 relação às respetivas propriedades e componentes, em termos de representatividade,
4942 conectividade, replicação de características ecológicas, e adequação e viabilidade dos locais (CBD
4943 Secretariat, 2009).

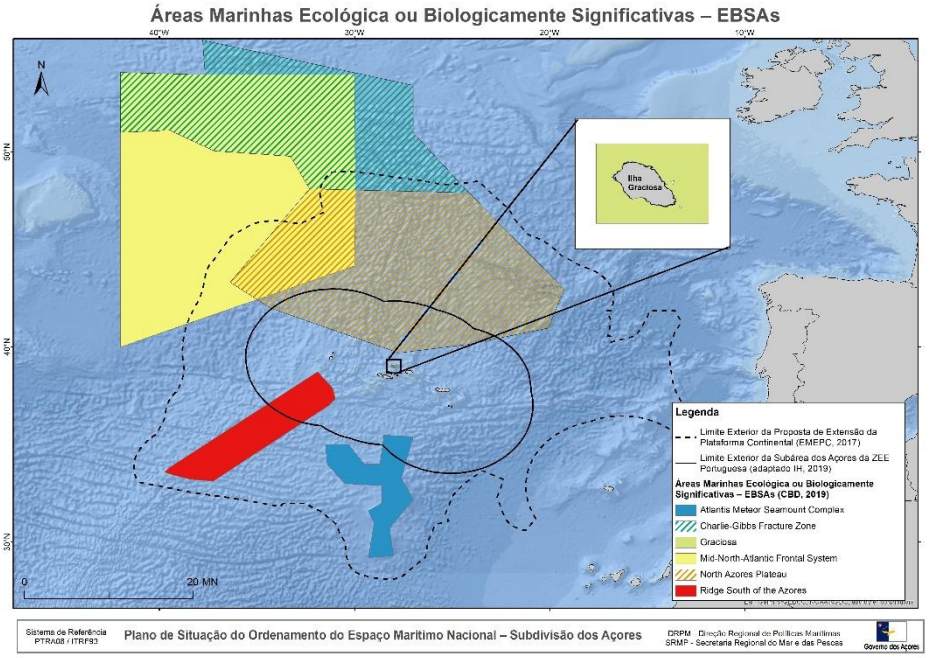
A 10.ª COP determinou a elaboração de relatórios com base na avaliação científica e técnica das informações de workshops regionais realizados para facilitar a identificação de EBSA através da aplicação dos Critérios dos Açores. Nestes relatórios devem ser detalhadas as áreas que atendam a esses critérios científicos, para submeter à Assembleia Geral das Nações Unidas, bem como às organizações internacionais relevantes, Partes e outros governos. Adicionalmente, incentivou as Partes, outros Governos e organizações intergovernamentais competentes a cooperar coletivamente ou numa base regional ou sub-regional, a identificar e adotar medidas apropriadas para a conservação, conservação e uso sustentável em relação às EBSA, incluindo o estabelecimento de redes representativas de áreas marinhas protegidas de acordo com o direito internacional, com base nas melhores informações científicas disponíveis.

Neste seguimento, foram apresentadas as seguintes propostas de EBSA, representadas na Figura 119 e listadas na Tabela 26, para o espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores e proposta de extensão da plataforma continental de Portugal, num Workshop da CBD, em Estocolmo, em setembro de 2019[6].

TABELA 26. PROPOSTAS DE EBSA APRESENTADAS NO WORKSHOP DA CONVENÇÃO PARA A DIVERSIDADE BIOLÓGICA DE 2019, EM ESTOCOLMO.

EBSA		
Código	Designação	Área (km²)
Área n.º 10	Atlantis-Meteor Seamount Complex	123230,44
Área n.º 11	Ridge South of the Azores	159028,46
Área n.º 12	Graciosa	274,30
Área n.º 13	North Azores Plateau	902603,50
Área n.º 14	Mid-North-Atlantic Frontal System	1188059,29
Área n.º 15	Charlie-Gibbs Fracture Zone	602423,87

[6] *Regional Workshop to Facilitate the Description of Ecologically or Biologically Significant Marine Areas in the North-East Atlantic Ocean*, CBD/EBSA/WS/2019/1/4.



4960 FIGURA 119. PROPOSTAS DE EBSA PARA O ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES E PROPOSTA DE EXTENSÃO
4961 DA PLATAFORMA CONTINENTAL, APRESENTADAS NO WORKSHOP REGIONAL DA CONVENÇÃO PARA A DIVERSIDADE BIOLÓGICA, DE
4962 SETEMBRO DE 2019, EM ESTOCOLMO. FONTE: DRPM, 2023 (ADAPTADO DE CBD, 2019).

4963 A.16.11. ÁREAS IMPORTANTES PARA AS AVES MARINHAS

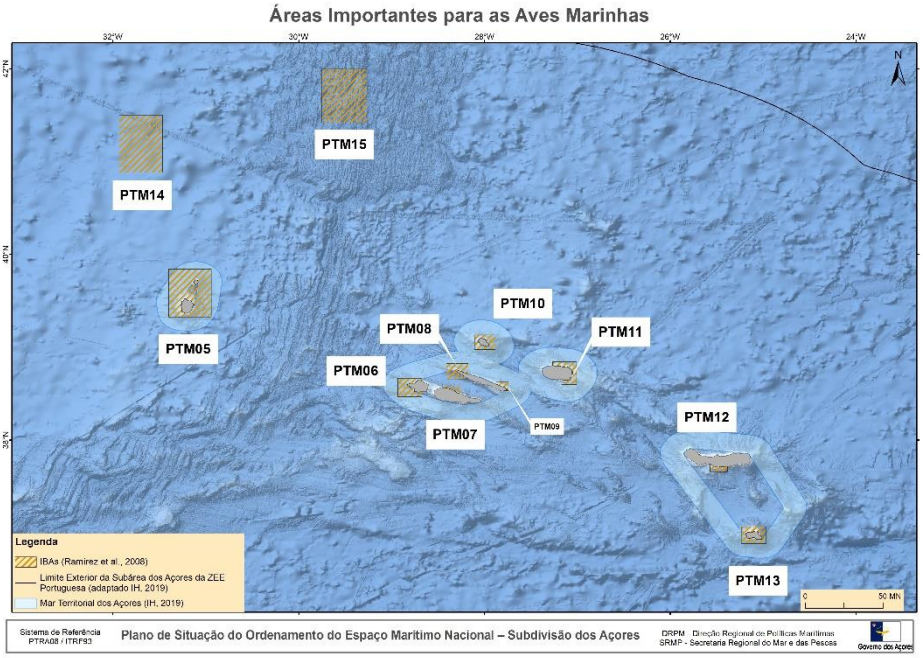
4964 No contexto da implementação das Diretivas Habitats e Aves no meio marinho e do objetivo
4965 estratégico da criação da componente marinha da RN2000 para travar a perda de biodiversidade na
4966 UE, surgiu o Projeto Life Áreas Importantes para as Aves (IBA) Marinhas. Este projeto pioneiro
4967 procedeu à revisão dos critérios das IBA, da *BirdLife International*, combinando diferentes métodos
4968 à escala da ZEE de Portugal e lançou metodologias para os processos de identificação de IBA
4969 (Ramírez *et al*., 2008).

4970 Neste contexto, nos Açores, foram identificadas 11 áreas marinhas com interesse para a
4971 conservação das aves, segundo os critérios objetivos definidos pela *BirdLife Internacional*, em
4972 função do estatuto de ameaça das aves, com o intuito de serem classificadas com um estatuto de
4973 proteção legal e de integrarem a rede de sítios para a proteção de espécies de aves com estatuto
4974 de conservação desfavorável (Tabela 27; Figura 120).

4975 No contexto da proteção às aves marinhas na RAA, importar referir os estudos relativos à
4976 minimização da poluição luminosa e suas consequências para a avifauna marinha, sendo exemplos
4977 o Guia de Boas Práticas sobre a Poluição Luminosa (LuminAves, 2019) e a Estratégia para a mitigação
4978 da Poluição Luminosa na Macaronésia (LuminAves, 2020).

4979 TABELA 27. ÁREAS IMPORTANTES PARA AS AVES MARINHAS, DE ACORDO COM A *BIRDLIFE INTERNATIONAL*, NA REGIÃO AUTÓNOMA
4980 DOS AÇORES.

IBA marinhas			
Código	**Designação**	**Sobreposição**	**Área (Km²)**
	Em mar territorial (até às 12 mn)		
PTM05	Corvo e Flores	PNI Corvo e PNI Flores	2104,41
PTM06	Faial	PNI Faial	384,76
PTM07	Pico - Norte	-	91,82
PTM08	São Jorge - Oeste	PNI São Jorge	330,78
PTM09	São Jorge - Nordeste	PNI São Jorge	71,03
PTM10	Graciosa	PNI Graciosa	276,68
PTM11	Terceira	PNI Terceira	273,42
PTM12	São Miguel - Sul	PNI São Miguel	108,03
PTM13	Santa Maria	PNI Santa Maria	385,80
	Na subárea dos Açores da ZEE Portuguesa (entre as 12 e as 200 mn)		
PTM14	Norte do Corvo - Oceânica	PMA	2689,23
PTM15	Norte do Corvo e Faial - Oceânica	PMA	2606,95



4981 FIGURA 120. ÁREAS IMPORTANTES PARA AS AVES MARINHAS NOS AÇORES. FONTE: RAMIREZ *ET AL.*, 2008.

PARTE VI. PRESSÕES, IMPACTES E ESTADO AMBIENTAL

A valorização económica do mar e o usufruto dos seus recursos podem constituir pressões que resultem em impactes colocando em causa o bom estado ambiental do meio marinho e em risco os habitats e espécies. Tal pode resultar de uma conjugação de diferentes fatores, como a intensidade da atividade/pressão, a sua distribuição geográfica e ocorrência temporal, a capacidade de resiliência do meio marinho, a existência de pressões e impactes cumulativos e ainda o passivo ambiental. Também importa considerar que o impacte depende da vulnerabilidade das espécies presentes, ou seja, da probabilidade das populações, comunidades ou habitats presentes sofrerem alterações significativas devido a perturbações a curto ou longo prazo (resistência) e da probabilidade de recuperarem dos danos causados (resiliência).

Como tal, é necessário acautelar este tipo de situações, passando por antever os impactes das pressões antropogénicas no espaço marítimo, e assegurando que a pressão coletiva de tais atividades seja mantida a níveis compatíveis com a consecução de um bom estado ambiental e que a capacidade de resposta dos ecossistemas marinhos às modificações de origem antropogénica não seja comprometida, permitindo simultaneamente a utilização sustentável dos bens e serviços marinhos pelas gerações presentes e futuras, conforme estabelece a DQEM.

Assim, nos capítulos seguintes é apresentada a identificação das pressões e potenciais impactes associados às atividades que se consideram como mais impactantes/significativas na subdivisão marinha dos Açores com base na informação apresentada no Relatório de Avaliação do 2.º Ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), mais especificamente nas suas Partes B e D. Esta análise baseia-se nos Quadros 2a e 2b do Anexo III, da diretiva, recentemente atualizados na Diretiva (UE) 2017/845 da Comissão, de 17 de maio de 2017. As pressões e impactes considerados no meio marinho dos Açores estão essencialmente associados a: i) perdas e danos físicos diretos sobre a zona costeira e fundos marinhos (D6); ii) ao som e ruído resultante das atividades antropogénicas (D11); iii) a acumulação de resíduos sólidos de forma indevida (D10); iv) as mudanças, por via antropogénica, nos padrões de circulação marinha (hidrografia e hidrologia) (D7); v) a contaminação por substâncias perigosas nos ecossistemas (D8, D9); vi) ao enriquecimento anormal e com origem antropogénica do meio marinho com nutrientes (D5); vii) à introdução de micróbios patogénicos e espécies não indígenas (D2); viii) bem como à extração seletiva de espécies com interesse económico (D3).

Para todas as pressões e impactes analisados, utilizaram-se todas as informações relevantes disponíveis: bases de dados públicas (por exemplo, informação disponível em bases de dados com relatórios de monitorização e análise de pressões e impactes, por exemplo, ao nível do estado das massas de água, relatórios de avaliação ambiental estratégica de planos e programas setoriais da RAA, bases de dados da entidade competente em matéria de turismo, portais públicos temáticos de informação geográfica (como é o caso do Geoportal do SIGMA-Açores, entre outros) e de uso limitado (dados de monitorização interna da administração pública regional (por exemplo, das entidades com competências nas áreas da pesca e da aquicultura, em ordenamento do território, em conservação da natureza, em portos e transportes marítimos, em assuntos do mar, em ciência e tecnologia, em recursos hídricos e em turismo); documentação científica (artigos publicados em revistas da especialidade e/ou atas de congressos, reuniões e grupos de trabalho, relatórios técnicos

especializados, as análises e resultados de monitorização resultantes de outros projetos e reportes, bem como dissertações académicas (licenciatura, mestrado e doutoramento).

De salientar que a identificação das pressões e impactes resulta de uma análise atualizada já em 2020, onde foi aplicada uma metodologia de harmonização das tipologias de pressões e impactes identificadas no âmbito de diversos estudos e relatórios dos programas de monitorização a decorrer na subdivisão dos Açores, designadamente o projeto MISTIC SEAS II (2017 – 2019) (MISTC SEAS II Consortium, 2018; 2019a; 2019b; 2019c), o Programa Invasoras Marinhas nos Açores (PIMA) (Costa *et al.,* 2016a; 2017), com integração de alguns dados apresentados no âmbito dos relatórios de reporte do art. 12.º da Diretiva Aves e do art. 17.º da Diretiva Habitats do ciclo 2013-2018.

A.17. Atividades, pressões e impactes

Os subcapítulos seguintes apresentam a síntese da avaliação das pressões e impactes desenvolvida no âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020).

A.17.1. Defesa do litoral e proteção contra inundações

Tabela 28. Descrição das pressões e impactes associados às atividades de defesa do litoral e proteção contra inundações na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020.

Tema	Pressão	Impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICOS	▸ Perturbação de espécies (p. ex., onde se reproduzem, repousam e se alimentam) devido à presença humana e de novas morfologias e características dos habitats. ▸ Introdução ou dispersão de espécies não indígenas.	▸ Perda de comunidades biológicas marinhas, particularmente de organismos bentónicos (incluindo peixes), decorrente da modificação da área de intervenção e dos habitats adjacentes. ▸ Dispersão de espécies não indígenas, como consequência da introdução de novos substratos artificiais e da sua rápida colonização por algas e animais marinhos. ▸ Perturbação de algumas colónias e locais de nidificação de aves marinhas, como por exemplo os garajaus (*Sterna* spp.).	▸ D1 ▸ D2	▸ As intervenções existentes estão restringidas à zona costeira e revelam, com base nos dados atuais, ter implicações ainda de pequena escala nas zonas onde estão implantadas ou eventualmente numa pequena área sob a sua influência. Não obstante, a destruição de algumas comunidades nativas / autóctones / indígenas nesses locais poderá facilitar o repovoamento dos mesmo por espécies não indígenas, que em alguns casos têm taxas de reprodução e condições de fixação mais rápidas que espécies indígenas.

Tema	Pressão	Impactes	Descritores relacionados	Observações
FÍSICO	‣ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ‣ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho. ‣ Alterações das condições hidrológicas.	‣ Destruição de comunidades bentónicas e de peixes, decorrente da alteração, ou destruição, física dos habitats, incluindo a destruição dos ambientes relevantes para as fases larvares e juvenis. ‣ Alterações na dinâmica sedimentar das áreas intervencionadas. ‣ Alterações nos padrões da velocidade das correntes, com perda de substrato arenoso e a possível alteração do conteúdo de matéria orgânica dos substratos.	‣ D6 ‣ D7	‣ As intervenções existentes estão restringidas à zona costeira e revelaram ter implicações de pequena escala nas zonas onde estão implantadas ou eventualmente numa pequena área sob a sua influência.
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	‣ Introdução de outras substâncias. ‣ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo).	‣ Alteração da estrutura trófica das comunidades bentónicas (por exemplo, aumento da abundância de filtradores ou, diminuição dos mesmos por colmatação de brânquias, no caso de elevada ressuspensão de partículas finas e aparecimento de espécies oportunistas), planctónicas e piscícolas. ‣ Perturbação da fauna marinha devido ao ruído, mas essencialmente durante as fases de construção.	‣ D8 ‣ D10 ‣ D11	Devem-se, essencialmente, a: ‣ Obras de construção e/ou manutenção de estruturas de defesa costeira (quer seja obras aderentes, quebra-mar, esporões, entre outros). ‣ Aumento de ressuspensão de partículas e eventual remobilização de contaminantes.

A.17.2. REESTRUTURAÇÃO DA MORFOLOGIA DO FUNDO MARINHO

TABELA 29. DESCRIÇÃO DAS PRESSÕES E IMPACTES ASSOCIADOS ÀS DRAGAGENS E IMERSÃO DE DRAGADOS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

Tema	Pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICO	‣ Perturbação de espécies (p. ex., onde se reproduzem, repousam e se alimentam) devido à presença humana. ‣ Extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens	‣ Perturbação da fauna e flora marinha e habitats bentónicos, planctónicos e piscícolas, localizada. ‣ Redução de organismos marinhos.	‣ D1/D6	

Tema	Pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
FÍSICO	▸ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ▸ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho. ▸ Alterações das condições hidrológicas.	▸ Perda ou perturbação localizada de habitats e de comunidades bentónicas e outras comunidades ecologicamente mais sensíveis. ▸ Perda física do habitat, em particular de alguns cetáceos que se distribuem por zonas mais costeiras, como é o caso, especialmente de golfinhos com distribuição costeira – roaz (*Tursiops truncatus*) e golfinho-de-risso (*Grampus griseus*), bem como de algumas aves marinhas (*Puffinus lherminieri, Hydrobates castro e H. monteroi)* que pode provocar alterações comportamentais e de distribuição geográfica. ▸ Alteração topográfica/batimétrica, perfil e de regime de sedimentação (permanente ou temporária). ▸ Degradação da qualidade da água (aumento da turbidez e quantidade de sólidos em suspensão). ▸ Alterações nas hidrodinâmicas locais	▸ D1/D6 ▸ D7 ▸ D8	

Tema	Pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	‣ Introdução de outras substâncias (p. ex., substâncias sintéticas, substâncias não sintéticas, radionuclídeos) - fontes difusas, fontes pontuais, deposição atmosférica, episódios extremos. ‣ Introdução de matéria orgânica – fontes difusas e pontuais ‣ Introdução de resíduos (resíduos sólidos, incluindo micropartículas) ‣ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo).	‣ Degradação da qualidade da água ‣ Aumento de ressuspensão de partículas e eventual remobilização de contaminantes. ‣ Perturbação da fauna marinha devido ao ruído, particularmente cetáceos com distribuição costeira.	‣ D8 ‣ D11	Decorre, essencialmente, da decorrente da introdução de contaminantes nos materiais depositados, ainda que vestigiais, atendendo a que existem valores limite. Apenas o material dragado das classes (materiais limpos), 2 (contaminação vestigiária) e 3 (ligeiramente contaminados) pode ser imerso em meio marinho, no âmbito da Portaria n.º 1450/2007. De notar que os materiais dragados de portos ou marinas poderão conter resíduos sólidos, incluindo micropartículas, e até matéria orgânica, que poderá resultar de atividades não controladas que ocorram nesses locais, e que poderão contaminar os locais de deposição.

A.17.3. Extração de minerais

Tabela 30. Descrição das pressões e impactes associados à extração de minerais na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020.

Tema	Pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICO	‣ Perturbação de espécies (p. ex., onde se reproduzem, repousam e se alimentam) devido à presença humana. ‣ Extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens	‣ Perturbação da fauna e flora marinha e habitats bentónicos, planctónicos e piscícolas, localizada.	‣ D1	

Tema	Pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
FISICO	‣ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ‣ Alterações das condições hidrológicas.	‣ Perturbação localizada do habitat e das comunidades de organismos bentónicos, planctónicos e piscícolas e outras comunidades ecologicamente mais sensíveis. ‣ Perda física do habitat, em particular de alguns cetáceos que se distribuem por zonas mais costeiras, como é o caso, especialmente de golfinhos com distribuição costeira – roaz (*Tursiops truncatus*) e golfinho-de-risso (*Grampus griseus*), e que pode provocar alterações comportamentais e de distribuição geográfica. ‣ Alteração topográfica/batimétrica, perfil e de regime de sedimentação (permanente ou temporária). ‣ Degradação da qualidade da água (aumento da turbidez e quantidade de sólidos em suspensão) e de habitats pelágicos.	‣ D6 ‣ D7	
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	‣ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo)	‣ Perturbação da fauna marinha devido ao ruído, em particular alguns cetáceos (especialmente golfinhos com distribuição costeira – roaz (*Tursiops truncatus*) e golfinho-de-risso (*Grampus griseus*).	‣ D8 ‣ D11	

A.17.4. TRANSPORTE DE ELETRICIDADE E COMUNICAÇÃO POR CABOS

TABELA 31. DESCRIÇÃO DAS PRESSÕES E IMPACTES ASSOCIADOS À INSTALAÇÃO DE CABOS SUBMARINOS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICOS	‣ Dispersão de espécies não indígenas.	‣ Perturbação de comunidades locais e indígenas e eventual promoção da fixação de espécies não-indígenas.	‣ D2	‣ Deve-se à dispersão de espécies não indígenas, como consequência da sua eventual fixação nas estruturas.

FÍSICO	▸ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ▸ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho.	▸ Perda ou perturbação localizada de habitat. ▸ Alteração topográfica e alterações localizadas da taxa de assoreamento e de erosão. ▸ Alteração das comunidades bentónicas. ▸ Degradação da qualidade da água (aumento da turbidez).	▸ D1/D6 ▸ D7	▸ São, em geral, temporários e localizados, referindo-se, essencialmente, à perturbação física do fundo marinho devido às obras de colocação ou manutenção dos cabos submarinos.
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	▸ Introdução de outras formas de energia (incluindo campos eletromagnéticos, luz e calor). ▸ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo).	▸ Perturbação da fauna marinha devido ao ruído, particularmente cetáceos. ▸ Efeitos adversos no sucesso reprodutor e taxa de sobrevivência.	▸ D11	▸ Devem-se, essencialmente, às operações de instalação e funcionamento destas infraestruturas ou, indiretamente, como resultado das atividades associadas a operações de manutenção.

A.17.5. APANHA E PESCA PROFISSIONAL E LÚDICA

TABELA 32. DESCRIÇÃO DAS PRESSÕES E IMPACTES ASSOCIADOS À PESCA PROFISSIONAL E LÚDICA, E COLHEITA DE PLANTAS MARINHAS NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

Tema	Pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICOS	▸ Introdução ou dispersão de espécies não indígenas. ▸ Perturbação de espécies devido à presença humana ▸ Extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens.	▸ Perda e perturbação dos organismos marinhos (incluindo corais, esponjas, entre outros). ▸ Alterações ou perturbação nas cadeias tróficas, que podem provocar em muitas casos impactes muito significativos nas populações ao longo da cadeia trófica, mesmo em espécies que diretamente não estão associadas a recursos pesqueiros, como o caso das aves marinhas e alguns cetáceos, em que há impactes nestas populações associados à redução das suas presas (ex: golfinho-de-risso (*Grampus griséus)* e aves como *Puffinus lherminieri, Hydrobates castro, Hydrobates monteroi, Sterna hirundo e Sterna dougallii* e de répteis. ▸ Redução do sucesso reprodutor de organismos marinhos e taxa de sobrevivência.	▸ D1 ▸ D2 ▸ D3 ▸ D4	▸ As atividades de pesca, especificamente a profissional, podem ser responsáveis pela disseminação de diversas espécies não indígenas, em particular de algas e invertebrados, através de embarcações e artes de pesca que tenham origens e atividade fora da RAA. ▸ As perturbações podem incidir quer sobre locais de alimentação ou repouso, locais de reprodução, quer sobre as principais espécies de que se alimentam diversas espécies prioritárias e protegidas

		▸ Capturas acessórias/acidentais (*bycatch*) de espécies não permitidas, apesar de ainda se revelar como de pouca relevância atualmente perante os números reportados e monitorizados, como é o caso de algumas espécies de cetáceos, sendo algumas das espécies mais afetadas (quer nas zonas mais costeiras ou oceânicas) – roaz (*Tursiops truncatus*) e golfinho-pintado-do-Atlântico *(Stenella frontalis)* e de répteis marinhos (contudo a cobertura de monitorização destes últimos é ainda pouco significativa, por isso os números obtidos apresentam uma fiabilidade reduzida). Referência também, ainda que ainda com pouca significância de algum impacte indireto sobre algumas espécies de aves como *Puffinus lherminieri, Hydrobates castro e Hydrobates monteroi* , associado à pesca ou bycatch de presas preferenciais destas espécies, apesar de não se terem detetado capturas acidentais nas monitorizações feitas, mas considera-se que a amostragem feita poderá ser ainda reduzida e está associada a uma arte de pesca em particular apenas. ▸ Alterações na distribuição geográfica, comportamento, abundância e estrutura das populações, sucesso reprodutivo e até alterações fisiológicas, como resultado da presença humana (ex: roaz (*Tursiops truncatus*), golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) e golfinho-pintado-do-atlântico *(Stenella frontalis)*		de cetáceos e aves marinhas, bem como sobre habitats bentónicos e pelágicos e respetivas comunidades e ecossistemas associados. ▸ É fundamental ainda obter dados mais aprofundados sobre os impactes da pesca e extração seletiva sobre determinadas populações, cadeia trófica e habitats. ▸ Necessidade de aprofundar estudos relativos ao efeito das alterações climáticas sobre os atuais recursos vivos associados à pesca e colheita de plantas marinhas. ▸ Necessidade de aprofundar estudos relativos à proliferação de espécies não nativas / autóctones devido à diminuição das populações de outras espécies e depleção de populações.
FISICOS	▸ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível)	▸ Perturbação física do fundo marinho. ▸ Perturbação localizada das comunidades bentónicas e respetivo habitat. ▸ Perturbações no equilíbrio das populações e habitats por pressão excessiva sobre determinadas espécies cuja diminuição terá impactes sobre espécies de fauna e flora de que se alimentam.	▸ D1/D6	▸ Deve-se, essencialmente, à ancoragem das embarcações e à prática ilegal ou desadequada de algumas artes de pesca.
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	▸ Introdução de outras substâncias. ▸ Introdução de resíduos (resíduos sólidos, incluindo micropartículas).	▸ Degradação da qualidade da água ▸ Ingestão de lixo marinho e emaranhamento de animais marinhos, incluindo peixes, répteis, mamíferos e aves (com especial destaque para as espécies de cetáceos e aves marinhas já referidas acima, e ainda com destaque para os	▸ D10 ▸ D11	▸ Deve-se, essencialmente, aos artefactos de pesca ou outros materiais perdidos durante a atividade, à contaminação resultante dos

	‣ Introdução de som antropogénico.	cachalotes (*Physeter macrocephalus*) e outras espécies de baleias que atravessam a subdivisão dos Açores. ‣ Perturbação da fauna marinha – especificamente de cetáceos - devido ao ruído causado;		combustíveis e ao ruído de baixa frequência produzido pelas embarcações.

A.17.6. AQUICULTURA MARINHA

TABELA 33. DESCRIÇÃO DAS PRESSÕES E IMPACTES ASSOCIADOS À AQUICULTURA MARINHA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICOS	‣ Introdução ou dispersão de espécies não indígenas ‣ Introdução de micróbios patogénicos ‣ Introdução de espécies geneticamente modificadas e translocação de espécies indígenas ‣ Perda ou alteração de comunidades biológicas naturais devido ao cultivo de espécies animais ou vegetais ‣ Perturbação de espécies (p. ex., onde se reproduzem, repousam e se alimentam) devido à presença humana	‣ Aumento da incidência de patologias em organismos marinhos; ‣ Degradação do património genético; ‣ Perturbação ou alteração da cadeia trófica; ‣ Redução do sucesso reprodutor de organismos marinhos e taxa de sobrevivência.	‣ D1 ‣ D2 ‣ D3 ‣ D4	‣ Devem-se, essencialmente, à presença de bactérias resistentes a fármacos e que se podem desenvolver nas espécies produzidas nas instalações de aquicultura, e à introdução de espécies geneticamente modificadas e translocação de espécies indígenas, induzindo contaminação genética, como consequência de fuga por quebra ou destruição das estruturas.
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	‣ Introdução de matéria orgânica - fontes difusas e fontes pontuais; ‣ Introdução de outras substâncias; ‣ Introdução de resíduos.	‣ Degradação da qualidade da água; ‣ Bioacumulação em organismos marinhos; ‣ Efeitos adversos no sucesso reprodutor e taxa de sobrevivência.	‣ D1 ‣ D3 ‣ D5 ‣ D8	‣ Deve-se, essencialmente, à introdução de matéria orgânica, à introdução de outras substâncias, tais como fármacos e à introdução de resíduos, como resultado da atividade, e que se considera mais pronunciada em explorações de regime intensivo. De ressalvar, no entanto, que nas águas marinhas da subdivisão dos Açores não existem ainda estabelecimentos licenciados em regime intensivo.

A.17.7. AGRICULTURA E PECUÁRIA

TABELA 34. DESCRIÇÃO DAS PRESSÕES E IMPACTES ASSOCIADOS À AGRICULTURA E PECUÁRIA NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICOS	▸ Introdução ou dispersão de espécies não indígenas ▸ Introdução de micróbios patogénicos ▸ Introdução de espécies geneticamente modificadas e translocação de espécies indígenas ▸ Perda ou alteração de comunidades biológicas naturais devido ao cultivo de espécies animais ou vegetais	▸ Aumento da incidência de patologias em organismos marinhos; ▸ Perturbação ou alteração da cadeia trófica; ▸ Redução do sucesso reprodutor de organismos marinhos e taxa de sobrevivência. ▸ Perturbação de habitats, decorrente de blooms de algas perniciosa, ou maior impacte negativo sobre espécies indígenas mais suscetíveis potenciando o crescimento de espécies não indígenas que acabam por ocupar os diversos habitats.	▸ D1 ▸ D2 ▸ D4 ▸ D8 ▸ D9	▸ A monitorização destas massas de água, quer do estado ecológico, quer do estado químico, deve ser otimizada e melhorada, de modo a atingir um bom nível de representatividade (número de pontos de monitorização e periodicidade das campanhas) e de adequabilidade (parâmetros monitorizados).
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	▸ Introdução de nutrientes – fontes difusas, fontes pontuais; ▸ Introdução de matéria orgânica - fontes difusas e fontes pontuais; ▸ Introdução de outras substâncias; ▸ Introdução de resíduos.	▸ Degradação da qualidade da água; ▸ Bioacumulação em organismos marinhos; ▸ Potencial contaminação com fertilizantes e pesticidas e resíduos com efeitos adversos no sucesso reprodutor e taxa de sobrevivência e na destruição / degradação de habitats e substratos (pela deposição destas substâncias) ▸ Ingestão de lixo;	▸ D1 ▸ D2 ▸ D5 ▸ D6 ▸ D8 ▸ D9 ▸ D10	▸ Deve-se, essencialmente, à introdução de matéria orgânica e nutrientes, à introdução de outras substâncias, tais como fármacos e à introdução de resíduos, como resultado da atividade, e que se considera mais pronunciada em explorações de regime intensivo, mas que se distribuem por todas as ilhas. De ressalvar, no entanto, que apesar das massas de água apresentarem Estado Excelente (no âmbito da Diretiva Quadro da Água), é fundamental reforçar e otimizar a atual rede de monitorização, pelo que existem situações que poderão não estar identificadas, uma vez que o estado químico é desconhecido.

A.17.8. Infraestruturas de transportes e transporte marítimo

Tabela 35. Descrição das pressões e impactes associados às infraestruturas de transportes (atividade portuária) e transporte marítimo na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020.

Tema	Pressão	Impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICO	▸ Perturbação de espécies devido a presença humana; ▸ Introdução ou dispersão de espécies não indígenas; ▸ Perda ou alteração de comunidades biológicas naturais. ▸ Extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens	▸ Perturbação da fauna marinha e dos habitats bentónicos. ▸ Redução de organismos marinhos. ▸ Lesão ou morte por colisão, nomeadamente cetáceos (com destaque para os cachalotes (*Physeter macrocephalus*) e outras espécies de baleias que atravessam a subdivisão dos Açores.	▸ D1 ▸ D2	▸ Um dos principais vetores da introdução de espécies marinhas, é através das águas de lastro, usadas para manter a estabilidade, equilíbrio e integridade estrutural dos navios, e também através de organismos incrustados no casco das embarcações. Assim, estas atividades podem ser responsáveis pela disseminação de diversas espécies não indígenas, em particular de algas e invertebrados. ▸ Os portos constituem também uma fonte relevante de espécies exóticas para posterior dispersão no meio natural envolvente.
FÍSICO	▸ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ▸ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho.	▸ Perda ou perturbação localizada de habitat, em especial para as aves marinhas das espécies *Hydrobates castro, Hydrobates monteroi* e *Puffinus lherminieri,* bem como, apesar de menos vulneráveis, de procellariiformes e Sterna spp., resultante da construção / existência das infraestruturas de transportes nas zonas costeiras. ▸ Fragmentação dos habitats. ▸ Perda localizada de comunidades bentónicas.	▸ D1 ▸ D6	▸ Deve-se, essencialmente, à ressuspensão dos fundos, causada pelas hélices das embarcações e ondulação provocada pela movimentação das mesmas.
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	▸ Introdução de outras substâncias (p. ex., substâncias sintéticas, substâncias não sintéticas, radionuclídeos) -	▸ Degradação da qualidade da água, pela introdução de outras substâncias e de resíduos, com efeitos nocivos sobre comportamento,	▸ D8 ▸ D9 ▸ D11	▸ A introdução de resíduos e contaminantes encontra-se associada às operações realizadas nos portos, como a

	fontes difusas, fontes pontuais, deposição atmosférica, episódios extremos. ‣ Introdução de resíduos ‣ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo). ‣ Introdução de outras formas de energia (luz)	abundância e estrutura das populações, sucesso reprodutivo e até alterações fisiológicas, em particular de cetáceos (ex: roaz (*Tursiops truncatus*), golfinho-de-risso (*Grampus griseus*) e golfinho-pintado-do-atlântico *(Stenella frontalis e cachalote (Physeter macrocephalus))*, répteis e, no caso dos resíduos/lixo marinho, sobre as aves marinhas (*Puffinus lherminieri, Hydrobates castro, H. monteroi, Sterna hirundo e S. dougallii* e Preocellariiformes de um modo geral; ‣ Perturbação da fauna marinha (nomeadamente identificada acima) devido ao ruído causado pelas atividades de transporte marítimo. ‣ A introdução de outras formas de energia, designadamente a luz, resultante quer dos transportes, quer das infraestruturas de transporte marítimo, tem também impactes sobre cetáceos e aves marinhas ao nível comportamental, de distribuição e outras consequências ao nível das estruturas e dinâmicas de populações.		trasfega de combustível, etc. ‣ A introdução de som antropogénico deve-se, essencialmente, à atividade de transporte marítimo.

A.17.9. Utilizações urbanas e industriais

Tabela 36. Descrição das pressões e impactes associados aos emissários submarinos e tratamento e eliminação de resíduos na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICOS	‣ Introdução de micróbios patogénicos. ‣ Dispersão de espécies não indígenas.	‣ Promoção da fixação de espécies não-indígenas. ‣ Aumento da incidência de patologias nos organismos marinhos;	‣ D1 ‣ D2	‣ Deve-se à dispersão de espécies não indígenas, como consequência da sua eventual fixação nas estruturas, bem como à descarga de efluentes contaminados, ainda que sujeitos a valores limite de emissão.

				▸ No caso do tratamento e eliminação de resíduos, importa destacar apenas uma situação com potencial, que está associada a um aterro controlado de resíduos sólidos urbanos já encerrado na ilha do Faial, que se localiza numa arriba costeira, e cujos efeitos erosivos, quer climatéricos, quer do mar, fazem com que por vezes diversos materiais e resíduos caiam para o mar, com contaminação das águas e, consequentemente com potencial para provocar patologias nos organismos marinhos. Esta situação carece de monitorização e de uma eventual intervenção na zona em que o aterro se sobrepõem à crista da arriba.
FÍSICO	▸ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ▸ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho. ▸ Alterações das condições hidrológicas.	▸ Perda ou perturbação localizada de habitat. ▸ Alteração topográfica e alterações localizadas da taxa de assoreamento e de erosão. ▸ Alteração das comunidades bentónicas. ▸ Degradação da qualidade da água (aumento da turbidez).	▸ D1/D6 ▸ D7	▸ Em geral, são impactes temporários e localizados, devido, essencialmente, à perturbação física do fundo marinho devido às obras de colocação dos emissários, bem como à alteração das condições hidrológicas decorrentes da rejeição de efluentes. ▸ Resultam de operações de instalação e funcionamento destas infraestruturas ou, indiretamente, como resultado das atividades associadas a operações de manutenção.
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	▸ Introdução de nutrientes - fontes difusas, fontes pontuais, deposição atmosférica. ▸ Introdução de matéria orgânica - fontes difusas e fontes pontuais. ▸ Introdução de outras substâncias. ▸ Introdução de resíduos. ▸ Introdução de água - fontes pontuais. ▸ Introdução de som antropogénico.	▸ Degradação da qualidade da água, com impactes sobre cetáceos e aves marinhas. ▸ Bioacumulação em organismos marinhos. ▸ Aumento da produtividade primária. ▸ Alteração da composição em espécies e da estrutura trófica das comunidades bentónicas. ▸ Efeitos adversos no sucesso reprodutor e taxa de sobrevivência.	▸ D1/D4 ▸ D5 ▸ D8 ▸ D9 ▸ D11	Devem-se, essencialmente, a: ▸ Introdução de substâncias químicas, nutrientes, matéria orgânica e micropartículas decorrente da descarga de efluentes, ainda que sujeitos a valores limite de emissão. ▸ Ao potencial aumento de ressuspensão de partículas e eventual remobilização de contaminantes, com impactos a nível da composição em espécies e da estrutura trófica das comunidades bentónicas (por exemplo, aumento da abundância de filtradores ou, diminuição dos mesmos por colmatação de brânquias, no caso de elevada ressuspensão de partículas finas, aparecimento de espécies oportunistas).

	▸ Introdução de outras formas de energia (incluindo campos eletromagnéticos, luz e calor).	▸ Os resíduos e lixo marinho apresentam impactes sobre as diversas espécies de cetáceos e aves marinhas e répteis existentes na região, com impactes ao nível da perturbação das comunidades, mudanças de comportamentos, danos fisiológicos, entre outros. ▸ A poluição luminosa, em especial da iluminação pública, portos, painéis luminosos, nas zonas costeiras, apresenta ainda diversos impactes, em particular sobre as crias de pequenos Procellariformes e de *Calonectris borealis*.		▸ Lixo marinho de origem urbana, industrial ou comercial (proveniente de dentro e fora da UE, pois o estudo de *Pieper et al.* (2019) estima que 85% do lixo marinho que chega à região é de origem externa: grandes navios costeiros e oceânicos e outras fontes de larga escala). ▸ Necessária monitorização / intervenção da situação referida para o aterro fechado na ilha do Faial.

A.17.10. Turismo e lazer

Tabela 37. Descrição das pressões e impactes associados ao recreio, desporto e turismo (atividades e infraestruturas) na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICO	▸ Introdução ou dispersão de espécies não indígenas. ▸ Perturbação de espécies (p. ex., onde se reproduzem, repousam e se alimentam) devido à presença humana. ▸ Extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens	▸ Perturbação de habitats, decorrente da introdução ou dispersão de espécies não indígenas fixadas na estrutura das embarcações. ▸ Redução do sucesso reprodutor de organismos marinhos e taxa de sobrevivência. ▸ Perturbação da fauna marinha (em particular peixes, cetáceos, répteis e aves marinhas), pela presença humana. ▸ Perda de organismos marinhos ▸ Lesão ou morte por colisão, nomeadamente cetáceos (com destaque para os cachalotes (*Physeter macrocephalus*) e outras espécies de baleias que atravessam a subdivisão dos Açores.	▸ D1 ▸ D2	▸ Devem-se, essencialmente, às modalidades de pesca lúdica/ desportiva e pesca desportiva de alto mar, à incrustações nas embarcações e à perturbação de comunidades biológicas devido à presença humana, perturbação que pode incidir sobre os locais de reprodução, de alimentação ou de repouso das espécies, bem como às atividades de turismo e lazer marítimo, quer de cruzeiros e iates, sendo as marinas um dos principais pontos focais de entrada e instalação de espécies não indígenas.
FÍSICO	▸ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ▸ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho.	▸ Perturbação localizada ou perda do habitat, em particular de algumas comunidades de aves marinhas (ex: cagarro (*Calonectris borealis*) e as espécies de garajaus (*Sterna dougallii e S. hirundo*) e de pequenos Procellariiformes (*Bulweria bulwerii, Puffinus lherminieri, Hydrobates castro, H. monteiroi*), em alguns pontos turísticos que sofreram maiores pressões (ex: ilhéus). ▸ Perturbação das comunidades bentónicas.	▸ D1/D6	▸ Deve-se, essencialmente, a ancoragem e amarração de embarcações de recreio e colocação de dispositivos de fixação ao subsolo.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	‣ Introdução de outras substâncias. ‣ Introdução de resíduos (resíduos sólidos, incluindo micropartículas). ‣ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo). ‣ Introdução de outras formas de energia (incluindo campos eletromagnéticos, luz e calor).	‣ Degradação da qualidade da água. ‣ Perturbação da fauna marinha devido ao ruído causado pelas atividades e desportos náuticos motorizados, bem como a iluminação das embarcações e de infraestruturas turísticas em zonas costeiras. ‣ Ingestão de lixo marinho e emaranhamento de animais marinhos, incluindo peixes, répteis, mamíferos e aves.	‣ D8 ‣ D10 ‣ D11	‣ Deve-se essencialmente às atividades das embarcações ou do funcionamento das instalações náuticas, como as marinas e ancoradouros.

A.17.11. Atividades de investigação, de pesquisa e de educação

Tabela 38. Descrição das pressões e impactes associados à investigação científica na Região Autónoma dos Açores. Fonte: SRMCT, 2020.

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
BIOLÓGICO	‣ Perturbação de espécies (p. ex., onde se reproduzem, repousam e se alimentam) devido à presença humana. ‣ Extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens	‣ Perturbação temporária da fauna marinha. ‣ Perda pontual de organismos marinhos.	‣ D1	‣ Apesar de muito diminutas, comparativamente com outras atividades, devem-se, essencialmente, à perturbação temporária devido à presença humana, que pode incidir sobre os locais de reprodução, de alimentação ou de repouso das espécies, à captura das espécies à perturbação física do fundo marinho, e à introdução de som antropogénico (ruído contínuo e de curta duração), com origem nas embarcações e equipamentos de prospeção geofísica, que poderão introduzir outras formas de energia, por exemplo, resultantes dos sonares e sondas). ‣ Particularmente importante em habitats cuja extensão é limitada,
FÍSICO	‣ Perturbação física do fundo marinho (temporária ou reversível). ‣ Perda física devida a modificação permanente do substrato, da morfologia dos fundos ou da extração de materiais do leito marinho.	‣ Perturbação temporária das comunidades bentónicas. ‣ Perda de habitats rochosos.	‣ D1/D6	

Tema	Descrição da pressão	Potenciais impactes	Descritores relacionados	Observações
SUBSTÂNCIAS, RESÍDUOS E ENERGIA	‣ Introdução de som antropogénico (impulsos, contínuo). ‣ Introdução de outras formas de energia (incluindo campos eletromagnéticos, luz e calor).	‣ Perturbação da fauna marinha devido ao ruído e vibrações.	‣ D11	como é o caso de campos hidrotermais.

A.18. ESTADO AMBIENTAL

Os subcapítulos seguintes apresentam a caracterização e avaliação do estado ambiental desenvolvida no âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), de acordo com os 11 descritores do BEA (Figura 121), cuja síntese se apresenta na Tabela 39.

FIGURA 121. DESCRITORES DA DIRETIVA QUADRO ESTRATÉGIA MARINHA. ADAPTADO DE DGRM, 2022.

TABELA 39. SÍNTESE DA AVALIAÇÃO DO BEA, NO ÂMBITO DA DQEM, EFETUADA PARA TODOS OS DESCRITORES (1-11) PARA A SUBDIVISÃO DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

DESCRITOR	CRITÉRIO	PRIMÁRIO/ SECUNDÁRIO	ELEMENTOS DOS CRITÉRIOS	AVALIAÇÃO DO BEA	GRAU DE CONFIANÇA
D1-Biodiversidade	D1C1-Taxa de mortalidade por captura acessória	P	Aves marinhas	Atingido	B
			Mamíferos marinhos	Atingido	M
			Répteis marinhos	Desconhecido	NE
			Espécies de peixes não exploradas para fins comerciais	Desconhecido	NE
		P	Aves marinhas	Desconhecido	NE

DESCRITOR	CRITÉRIO	PRIMÁRIO/ SECUNDÁRIO	ELEMENTOS DOS CRITÉRIOS	AVALIAÇÃO DO BEA	GRAU DE CONFIANÇA
	D1C2-Abundância da população		Mamíferos marinhos	Desconhecido	NE
			Répteis marinhos	Atingido	M
	D1C3-Características demográficas da população	S	Aves marinhas	Desconhecido	NE
			Mamíferos marinhos	Desconhecido	NE
			Répteis marinhos	Desconhecido	NE
		P	Espécies de peixes exploradas para fins comerciais	*ver D3C3*	NE
	D1C4-Área de distribuição	P	Mamíferos marinhos	Não avaliado	NE
			Répteis marinhos	Não avaliado	NE
		S	Aves marinhas	Desconhecido	NE
	D1C5-Habitat da espécie	P	Mamíferos marinhos	Não avaliado	NE
			Répteis marinhos	Não avaliado	NE
		S	Aves marinhas	Desconhecido	NE
	D1C6-Habitats pelágicos	P	Habitats pelágicos	Desconhecido	NE
D2-Espécies não indígenas introduzidas por atividades humanas	D2C1-Espécies não indígenas (NIS) recentemente introduzidas	P	NIS recentemente introduzidas	Desconhecido	NE
	D2C2-NIS estabelecidas	S	NIS estabelecidas	Desconhecido	NE
	D2C3-Grupos de espécies e tipos de habitats ameaçados pela presença de NIS	S	Grupos de espécies e tipos de habitats ameaçados pela presença de NIS	Não avaliado	NE
D3-Populações de peixes e moluscos explorados para fins comerciais	D3C1-Taxa de mortalidade por pesca	P	Peixes e moluscos explorados para fins comerciais	Desconhecido	NE
	D3C2-Biomassa desovante por unidade populacional	P		Desconhecido	NE
	D3C3-Distribuição dos indivíduos por idade e tamanho	P		Desconhecido	NE
D4-Teias tróficas	D4C1-Diversidade (composição das espécies e sua abundância relativa) dos grupos tróficos	P	Grupos tróficos de um ecossistema	Atingido	M
	D4C2-Equilíbrio da abundância total entre grupos tróficos	P		Atingido	M
	D4C3-Distribuição dos indivíduos por tamanho no grupo trófico	S		Atingido	M

DESCRITOR	CRITÉRIO	PRIMÁRIO/ SECUNDÁRIO	ELEMENTOS DOS CRITÉRIOS	AVALIAÇÃO DO BEA	GRAU DE CONFIANÇA
	D4C4-Produtividade do grupo trófico	S		Não avaliado	NE
D5-Eutrofização antropogénica	D5C1-Nutrientes presentes na coluna água	P	Nutrientes presentes na coluna de água	Atingido	B
	D5C2-Clorofila presente na coluna de água	P	Clorofila presente na coluna de água	Atingido	B
	D5C3-Desenvolvimento explosivo de algas perniciosas na coluna de água	S	Desenvolvimento explosivo de algas perniciosas na coluna de água	Atingido	B
	D5C4-Limite da zona fótica da coluna de água	S	Limite da zona fótica da coluna água	Atingido	B
	D5C5-Oxigénio dissolvido no fundo da coluna de água	P	Oxigénio dissolvido no fundo da coluna de água	Atingido	B
	D5C6-Macroalgas oportunistas dos habitats bentónicos	S	Macroalgas oportunistas dos habitats bentónicos	Atingido	B
	D5C7-Comunidades de macrófitas dos habitats bentónicos	S	Comunidades de macrófitas dos habitats bentónicos	Não avaliado	NE
	D5C8-Comunidades de macrofauna dos habitats bentónicos	S	Comunidades de macrofauna dos habitats bentónicos	Não avaliado	NE
D6-Integridade dos fundos marinhos	D6C1-Extensão e distribuição espacial das perdas físicas dos fundos marinhos	P	Perdas físicas dos fundos marinhos	Desconhecido	NE
	D6C2-Extensão e distribuição espacial das perturbações físicas dos fundos marinhos	P	Perturbações físicas dos fundos marinhos.	Desconhecido	NE
	D6C3-Extensão espacial dos tipos de habitats bentónicos ou outros tipos de habitats afetados negativamente pelas perturbações físicas	P	Tipos de habitats bentónicos ou outros tipos de habitats	Desconhecido	NE
	D6C4-Extensão da perda do tipo de habitat relativamente à extensão natural do tipo de habitat	P	Tipos de habitats bentónicos presentes na região ou sub-região, e outros tipos de habitats suplementares definidos, através da cooperação regional e sub-regional	Desconhecido	NE
	D6C5-Extensão dos efeitos negativos na condição do tipo de habitat relativamente à extensão natural do tipo de habitat	P		Desconhecido	NE
D7-Condições hidrográficas	D7C1-Extensão e distribuição espacial da alteração permanente das condições hidrográficas nos fundos	S	Alterações hidrográficas dos fundos marinhos e da coluna de água	Atingido	B

DESCRITOR	CRITÉRIO	PRIMÁRIO/ SECUNDÁRIO	ELEMENTOS DOS CRITÉRIOS	AVALIAÇÃO DO BEA	GRAU DE CONFIANÇA
	marinhos e na coluna de água				
	D7C2-Extensão espacial de cada tipo de habitat bentónico afetado negativamente devido à alteração permanente das condições hidrográficas	S	Tipos de habitats bentónicos ou outros tipos de habitats	Atingido	B
D8-Contaminantes no meio marinho	D8C1-oncentrações de contaminantes	P	Contaminantes em águas costeiras e territoriais	Não avaliado	NE
			Contaminantes fora das águas territoriais	Não avaliado	NE
	D8C2-Saúde das espécies e a condição dos habitats (composição e abundância relativa das espécies em locais de poluição crónica)	S	Espécies e habitats ameaçados pela presença de contaminantes	Não avaliado	NE
	D8C3-Episódios de poluição aguda significativa	P	Extensão espacial e a duração dos episódios de poluição aguda significativa	Não avaliado	NE
	D8C4-Efeitos negativos dos episódios de poluição aguda significativa na saúde das espécies e na condição dos habitats	S	Efeitos negativos dos episódios de poluição aguda significativa na saúde das espécies e na condição dos habitats	Não avaliado	NE
D9-Contaminantes em organismos marinhos para consumo humano	D9C1-Contaminantes presentes nos tecidos comestíveis dos organismos marinhos	P	Contaminantes enumerados no Regulamento (CE) nº 1881/2006	Desconhecido	NE
D10-Lixo marinho	D10C1-Composição, quantidade e distribuição espacial do lixo	P	Lixo (exceto lixo microscópico)	Desconhecido	NE
	D10C2-Composição, quantidade e distribuição espacial do lixo microscópico	P	Lixo microscópico (partículas <5 mm)	Desconhecido	NE
	D10C3-Quantidade de lixo e lixo microscópico ingerida pelos animais marinhos	S	Lista de espécies de aves, mamíferos, répteis, peixes ou invertebrados	Desconhecido	NE
	D10C4-Indivíduos de cada espécie afetados negativamente pelo lixo	S	Lista de espécies de aves, mamíferos, répteis, peixes ou invertebrados em risco devido ao lixo	Não avaliado	NE
D11-Ruído	D11C1- Distribuição espacial, dimensão temporal e níveis das fontes de ruído	P	Ruído antropogénico de curta duração dentro de água	Não avaliado	NE

DESCRITOR	CRITÉRIO	PRIMÁRIO/ SECUNDÁRIO	ELEMENTOS DOS CRITÉRIOS	AVALIAÇÃO DO BEA	GRAU DE CONFIANÇA
	antropogénico de curta duração				
	D11C2- Distribuição espacial, dimensão temporal e níveis das fontes de ruído antropogénico contínuo de baixa frequência	P	Ruído antropogénico contínuo de baixa frequência dentro de água	Não avaliado	NE

Nota: Segundo as indicações da Comissão Europeia, o BEA deverá ser avaliado da seguinte forma: "Atingido" (se os limiares definidos para cada critério, primário (P) ou secundário (S), tiverem sido atingidos); "Desconhecido" (caso existam dados, mas são insuficientes para avaliar o BEA); "Não avaliado" (quando não existem dados que possibilite avaliar o BEA). O grau de confiança atribuído à avaliação do BEA é expresso através de um grau qualitativo baseado nos resultados das diferentes metodologias de avaliação: "E" (elevado); "M" (moderado); "B" (baixo); "NE" (não existe).

A.18.1. BIODIVERSIDADE

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 1 (D1)[7] teve em conta as aves marinhas, os mamíferos marinhos, os repteis marinhos, os peixes não explorados para fins comerciais e os habitats pelágicos. No relatório de avaliação inicial DQEM relativo à subdivisão dos Açores, a avaliação do D1 teve em conta três grupos funcionais: mamíferos, tartarugas e aves marinhas, concluindo-se que apenas algumas espécies do grupo das aves marinhas teriam atingido o BEA (SRMCT, 2014). O relatório do 2.º ciclo descreve em detalhe a metodologia e os resultados em que se baseou a determinação e avaliação do D1, que se sintetiza de seguida (SRMCT, 2020):

- No relatório de avaliação inicial DQEM relativo à subdivisão dos Açores, a avaliação do D1 teve em conta três grupos funcionais: mamíferos, tartarugas e aves marinhas, concluindo-se que apenas algumas espécies do grupo das aves marinhas teriam atingido o BEA (SRMCT, 2014a). No caso das aves marinhas, no que se refere à taxa de mortalidade por captura acessória, foi atingido o BEA para todas as espécies de aves marinhas avaliadas, nomeadamente a Alma-negra, o Cagarro, o Frulho, o Painho-da-madeira, o Painho-de-monteiro, o Garajau-rosado e o Garajau-comum, embora com baixo grau de confiança para as aves marinhas, considerando a quase inexistência de evidências de captura acidental, sendo, no entanto, necessário avaliar as artes de pesca que não estão abrangidas pelos atuais programas de monitorização. Para os restantes critérios de avaliação do D1 para o grupo das aves marinhas, o BEA foi considerado como desconhecido, atendendo às lacunas de informação existentes;
- No caso dos mamíferos marinhos, no que se refere à taxa de captura acidental, foi atingido o BEA para todas as espécies de mamíferos marinhos avaliadas, nomeadamente o Golfinho-pintado-do-Atlântico, o Roaz, o Golfinho-de-risso, o Cachalote e a Baleia-comum, com grau de confiança moderado. Para os restantes critérios de avaliação do D1 para o grupo dos mamíferos marinhos, o BEA foi considerado como desconhecido ou não avaliado,

[7] "A biodiversidade é mantida. A qualidade e a ocorrência de habitats e a distribuição e abundância das espécies estão de acordo com as condições fisiográficas, geográficas e climatéricas prevalecentes." (Decisão 2017/848/EU da Comissão, de 17 de maio de 2017).

atendendo às lacunas de informação existentes ou por inadequação do critério face às características deste grupo funcional (para o D1C4 e D1D5);

» No caso das tartarugas marinhas, apenas o critério da abundância da população foi avaliado, relativamente ao qual o BEA foi atingido para a espécie avaliada, a Tartaruga-comum. Para os restantes critérios, a informação foi considerada insuficiente, tendo o BEA sido classificado como desconhecido, ou de aplicação inadequada tendo em conta as características deste grupo funcional, não tendo sido avaliados (para o D1C4 e D1D5);

» No caso dos peixes não explorados para fins comerciais, considerou-se não haver séries temporais nem dados suficientes para avaliar o BEA neste ciclo para os peixes não comerciais, pelo que o mesmo foi considerado desconhecido;

» No caso dos habitats pelágicos, por insuficiência de dados de monitorização e uma vez que não existe uma análise a longo-termo que permita uma adequada caracterização dos habitats pelágicos para toda a sub-região, não foi possível avaliar o BEA, pelo que este foi considerado desconhecido;

» Dada a falta de dados para avaliar os outros critérios do D1, não foi possível avaliar o BEA na globalidade. Para a avaliação de todos os indicadores é necessária uma recolha de dados mais ampla e diversa para preencher as lacunas de dados identificadas, o que se apresenta como um enorme desafio em territórios insulares com extensas zonas marítimas, como é o caso da subdivisão dos Açores.

As pressões identificadas como as que mais afetam as aves marinhas nos Açores foram a introdução ou propagação de espécies não indígenas terrestres (que reduzem as populações de algumas espécies a áreas restritas livres de predadores introduzidos, como alguns ilhéus), a poluição luminosa, em particular em alguns Procellariiformes, como o cagarro, a perturbação devido à presença humana e o lixo marinho. As alterações climáticas foram também identificadas como uma ameaça potencial. As principais pressões consideradas relevantes para as unidades de gestão de mamíferos marinhos avaliadas foram a introdução de contaminantes (tais como metais pesados, contaminantes orgânicos persistentes e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos) e lixo marinho (ingestão e enredamento), afetando a maioria das espécies em avaliação. A introdução de ruído de origem antropogénica e a perturbação devido à presença humana podem afetar algumas espécies. As atividades de observação de cetáceos, especificamente, destacaram-se como uma atividade que pode afetar os indivíduos das espécies que residem ou ocorrem regularmente nas águas costeiras (como o roaz, grampo e cachalote). A morte/lesão por colisão foi selecionada como uma pressão potencialmente relevante, em particular para o cachalote, nos Açores. A extração ou mortalidade/lesão de espécies selvagens por captura acidental, mas também por colisão e o lixo marinho foram selecionadas como as pressões mais importantes que afetam as tartarugas (MISTIC SEAS II Consortium, 2019c).

A gestão e conservação de predadores marinhos altamente migratórios, como as espécies indicadoras pertencentes aos principais grupos funcionais avaliados (aves, mamíferos e tartarugas marinhas), dependem da compreensão de como os seus movimentos e o seu ciclo de vida se relacionam com os processos oceânicos. Atualmente há uma lacuna generalizada de valores de referência, com estimativas disponíveis apenas para uma ou duas métricas, o que poderá levar a uma interpretação incorreta dos resultados, não sendo claro se refletem alterações ambientais locais ou de grande escala. Para uma melhor avaliação e integração do estado

ambiental/indicadores, é fundamental recolher um conjunto de dados mais amplo e diverso, para preencher as lacunas identificadas e proporcionar uma avaliação precisa da condição do oceano (SRMCT, 2020).

A.18.2. Espécies não indígenas

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 2 (D2)[8] refere-se às espécies não indígenas (NIS, do inglês *Non-Indigenous Species*), que podem causar mudanças imprevisíveis e irreversíveis nos ecossistemas marinhos, como predação ou competição com as espécies autóctones, modificação de habitats e impactos a nível das cadeias tróficas.

Espécies invasoras são geralmente definidas como um subconjunto de NIS estabelecidas que se dispersaram, estão a dispersar ou mostram potencial para se disseminarem para outros locais e têm ou podem ter um efeito adverso na diversidade biológica, funções de ecossistema, valores socioeconómicos e/ou de saúde publica nas regiões invadidas (Olenin *et al.,* 2010). Sendo um arquipélago oceânico remoto, as ilhas do Açores são particularmente vulneráveis às introduções marinhas, sobretudo pela sua limitada resistência biótica devido à elevada disponibilidade de nichos não preenchidos (Micael *et al.,* 2014; Ávila *et al.*, 2015).

O rápido crescimento do comércio e transporte marítimo implica que somos agora capazes de mover mais organismos pelo mundo num mês, do que éramos no passado (Costa *et al.,* 2016a). Tudo indica que as condições ambientais dos Açores são propícias à colonização por estas NIS, considerando a sua rápida propagação e elevada abundância, é de esperar que possam vir a ter impactos adversos nas comunidades nativas. As alterações climáticas que se têm traduzido nos Açores, por um aparente aumento da temperatura média das águas superficiais podem aumentar o potencial de sobrevivência e o estabelecimento de outras NIS que chegam mediadas por embarcações (Costa *et al.*, 2017).

Diversas espécies marinhas estão a chegar aos Açores provavelmente através de incrustação de cascos de embarcações de recreio, que parece ser o vetor de transporte mais relevante de introdução de espécies na Região (Micael *et al.,* 2014), alguns exemplos são as espécies de macroalgas, *Halimeda incrassata, Acrothamnion preissii* e *Lophocladia trichoclados*. As espécies, *Caulerpa prolifera* e o invertebrado poliqueta *Ficopomatus enigmaticus* chegaram recentemente à região e já apresentam um comportamento invasor (Costa *et al.*, 2017).

No 1.º ciclo da DQEM, verificou-se que o número de NIS presentes na região (em 2012) foi considerado moderado (44 NIS + 16 espécies criptogénicas) e que o número de novas introduções por década, cerca de 10 novas introduções, foi considerado baixo. O número e a lista de NIS encontrado foi fundamentado pelo aumento do tráfego de recreio com proveniências geográficas diversas, bem como pelo aumento da velocidade das embarcações e ainda pela ausência de medidas preventivas para o estabelecimento de NIS e de programas de monitorização.

A determinação do rácio entre NIS e espécies nativas em determinados grupos taxonómicos indicou que mais de um quarto das espécies de ascídias existentes nos Açores foi introduzido por influência

[8] "As espécies não indígenas introduzidas pelas atividades humanas situam-se a níveis que não alteram negativamente os ecossistemas." (Decisão 2017/848/UE da Comissão, de 17 de maio de 2017).

antropogénica, enquanto que os restantes grupos taxonómicos apresentavam valores consideravelmente mais baixos. A alga *Caulerpa webbiana* foi a única espécie marinha invasora objeto de monitorização da distribuição espacial, tendo sido submetida a medidas de erradicação, pelas autoridades regionais em colaboração com a comunidade científica, devido ao elevado potencial invasivo das espécies deste género (SRMCT, 2020).

Desde o primeiro levantamento (Cardigos *et al.*, 2006) assistiu-se a um aumento no número de NIS marinhas, cerca de 69% das macroalgas introduzidas nos Açores terão resultado do tráfego marítimo sendo que 56% destas terão chegado incrustadas nos cascos de embarcações. Há uma falta de informação sobre o vetor de transporte para as restantes 31% de espécies de macroalgas introduzidas, não há registo de introdução intencional de macroalgas nos Açores (Costa *et al.*, 2016a).

O arquipélago dos Açores partilha 20 NIS marinhas com o arquipélago da Madeira. Algumas destas espécies podem ter sido introduzidas nos Açores e na Madeira a partir do Continente (introduções secundárias). Verifica-se que os primeiros registos foram encontrados essencialmente no Faial e São Miguel, que também correspondem às ilhas onde há um maior número de NIS marinhas registadas, no entanto são as ilhas onde se concentram a maior parte dos estudos em biodiversidade marinha. É interessante sublinhar a presença de alguns registos exclusivos a Santa Maria. No entanto, há várias espécies cuja dispersão já está confirmada em todo o arquipélago eg. *Asparagopsis armata* e *Asparagopsis taxiformis*, sobre substrato rochoso desde 0m até pelo menos 40m de profundidade. As invasões, à exceção da *Caulerpa webbiana*, mantêm-se limitadas a portos e respetivas áreas circundantes, mas as suas densidades e expansão levam a alguma preocupação, como sejam *Codium fragile* subsp. *fragile* em Vila do Porto (Santa Maria), *Amathia verticillata* um pouco por toda a costa Sul de São Miguel, e *Caulerpa webbiana* na Horta (Faial).

Em setembro de 2013 foi registado pela primeira vez, nos Açores, o dinoflagelado tóxico marinho *Alexandrium minutum* na sequência de um bloom tóxico que ocorreu na Lagoa de Santo Cristo na ilha de São Jorge, Açores, que levou à morte de peixes, intoxicação das amêijoas localmente exploradas (*Ruditapes decussatus*) que registaram níveis 30 vezes superiores ao limite legislado da toxina PSP e foram associados a quatro casos de intoxicação humana por consumo de amêijoas (Santos *et al.*, 2014). A espécie *Alexandrium minutum* terá chegado acidentalmente à Lagoa de Santo Cristo, provavelmente relacionando com atividades ligadas ao cultivo local das amêijoas.

No âmbito do 2.º ciclo de avaliação da DQEM, a informação referente à introdução e distribuição de NIS na RAA foi atualizada no âmbito do Programa Invasoras Marinhas dos Açores (PIMA), no âmbito do contrato n.º 12/DRAM/2015 da aquisição de serviços enquadrado no Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores (PEAMA; ACORES-06-2215-FEDER-000005). Na subdivisão Açores, registaram-se 85 NIS entre algas e invertebrados não indígenas e, de entre estes, destaque para os briozoários (Tabela 40). A maior parte dos novos registos de algas foram encontrados fora das marinas e na ilha de Santa Maria enquanto que os novos registos de invertebrados, restringem-se por enquanto às marinas amostradas. O facto de o esforço de amostragem não ter sido idêntico em todas as ilhas pode resultar em subestimação do número de NIS registado para os Açores (SRMCT, 2020). De notar que, desta lista de NIS marinhas dos Açores (SRMCT, 2020):

- 17 espécies foram registadas como novas durante o 2.º ciclo de reporte da DQEM, designadamente: *Alexandrinun minutum, Lophocladia trichoclados, Caulerpa prolifera,*

Halimeda incrassata, Mycale (Carmia) sp., Tricelaria inopinata, Schizoporella errata, Amathia gracilis, Branchiomma cf. luctuosum, Ficopomatus enigmaticus, Aoroides longimerus, Caprella scaura, Paracerceis sculpta, Ostrea edulis, Phorcus sauciatus, Ciona intestinalis, Styela clava;

» Das 85 espécies de NIS identificadas, 71 estão estabelecidas, e para 13 espécies o estado da população é ainda indeterminado e apenas uma não está estabelecida.

A lista de NIS aumentou significativamente relativamente ao número inicialmente reportado no 1.º ciclo, no entanto, considera-se que este aumento não representa a taxa real de novas introduções durante o 2.º ciclo, mas reflete uma maior monitorização, resultado essencialmente do projeto PIMA, pelo que não se avaliou o BEA do D2.

TABELA 40. ESPÉCIES NÃO INDÍGENAS REGISTADAS NA ÁREA DE AVALIAÇÃO DA SUBDIVISÃO AÇORES, ANO DE 1º REGISTO, ESTADO ATUAL DA POPULAÇÃO (E- ESTABELECIDO, NE – NÃO ESTABELECIDO, I – INDETERMINADO), ABUNDÂNCIA E REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA. FONTE: SRMCT, 2020.

Taxa	1º registo	Ilha 1º registo	Estado da população	Abundância	Estatuto de Invasão	Referência
Reino Chromista						
Filo Miozoa						
Classe Dinophyceae						
Ordem Gonyaulacales						
Familia Ostreopsidaceae						
Alexandrium minutum, Halim1960	2013	SJO	E	Ocasional	Potencialmente	Santos *et al.*
Filo Ochrophyta						
Classe Phaeophyceae						
Ordem Ectocarpales						
Familia Chordariaceae						
Papenfussiella kuromo (Yendo) Inagaki, 1958	1990	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Tittley, Neto, e
Familia Scytosiphonaceae						
Petalonia binghamiae (J.Agardh) K.L.Vinogradova, 1973	1989	FAI	E	Ocasional	Desconhecido	Tittley e Neto
Reino Plantae						
Filo Chlorophyta						
Classe Ulvophyceae						
Ordem Bryopsidales						
Família Caulerpaceae						
Caulerpa prolifera (Forsskål) J.V.Lamouroux, 1809	2013	SMI	E	Ocasional	Invasora	Ana C. Costa
Caulerpa webbiana Montagne, 1837	2002	FAI	E	Abundante	Invasora	Cardigos *et al.*
Família Codiaceae						
Codium fragile fragile (Suringar) Hariot, 1889	1993	SMI	E	Frequente	Invasora	Tittley e Neto
Família Halimedaceae						
Halimeda incrassata (J.Ellis) J.V.Lamouroux, 1816	2016	SMA	E	Abundante	Invasora	Ana Cristina;
Filo Rhodophyta						
Classe Florideophyceae						
Ordem Bonnemaisoniales						
Família Bonnemaisoniaceae						
Asparagopsis armata Harvey, 1855	1952	GRA	E	Abundante	Desconhecido	Martins *et al.*
Asparagopsis taxiformis (Delile) Trevisan de Saint-	1929	FLO, SMI	E	Abundante	Invasora	Schmidt 1929
Bonnemaisonia hamifera Hariot, 1891	1989	GRA	E	Ocasional	Potencialmente	Neto 1989
Ordem Ceramiales						
Família Callithamniaceae						
Aglaothamnion cordatum (Børgesen) Feldmann-Mazoyer	2005-2007	PIC	E	Ocasional	Não Invasora	Wallenstein
Scageliopsis patens Wollaston, 1981	1989	FAI, SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Athanasiadis e
Família Ceramiaceae						
Acrothamnion preissii (Sonder) E.M.Wollaston, 1968	2009	SMA	E	Frequente	Invasora	Parente *et al.*
Antithamnion densum (Suhr) M.A.Howe, 1914	2005-2007	PIC	I	Rara	Não Invasora	Wallenstein
Antithamnion diminuatum Wollaston, 1968	1989	FAI	E	Ocasional	Desconhecido	Athanasiadis e
Antithamnion hubbsii E.Y.Dawson, 1962	1989	FAI	E	Rara	Potencialmente	Athanasiadis e
Antithamnionella boergesenii (Cormaci & G.Furnari)	2007	PIC	E	-	-	Athanasiadis e
Antithamnionella spirographidis (Schiffner) E.M.Wollaston,	1987	PIC	E	-	-	Castro e
Antithamnionella ternifolia (J.D.Hooker & Harvey) Lyle, 1922	1987	SMI	E	Rara	Não Invasora	Castro e
Ceramium cingulatum Weber-van Bosse, 1923	2005-2007	PIC, SJO, TER	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Gymnophycus hapsiphorus Huisman & Kraft, 1983	1990	SMI	E	Ocasional	Potencialmente	Ana C. Costa
Spongoclonium caribaeum (Børgesen) M.J.Wynne, 2005	2005-2007	PIC, SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Família Rhodomelaceae						
Laurencia brongniartii J.Agardh, 1841	2005-2007	PIC, SJO, GRA	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Laurencia chondrioides Børgesen, 1918	2005-2007	PIC, SJO, GRA	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein

Taxa	1º registo	Ilha 1º registo	Estado da população	Abundância	Estatuto de Invasão	Referência
Laurencia dendroidea J.Agardh, 1852	2005-2007	PIC, SJO, GRA	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Melanothamnus sphaerocarpus (Børgesen) Díaz-Tapia &	2005-2007	PIC, TER, SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Melanothamnus harveyi (Bailey) Díaz-Tapia & Maggs, 2017	2005-2007	GRA	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Symphyocladia marchantioides (Harvey) Falkenberg, 1897	1971	SMI, SMA	E	Frequente	Invasora	Ardré 1974
Xiphosiphonia pinnulata (Kützing) Savoie & G.W.Saunders,	2005-2007	GRA, SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Lophocladia trichoclados (C.Agardh) F.Schmitz, 1893	2016	SMA	E	Abundante	Invasora	Ana C. Costa
Família Wrangeliaceae						
Grallatoria reptans M.A.Howe, 1920	2005-2007	SMI	I	Rara	Não Invasora	Wallenstein
Ordem Gigartinales						
Família Cystocloniaceae						
Hypnea flagelliformis Greville ex J.Agardh, 1851	2005-2007	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Wallenstein
Hypnea spinella (C.Agardh) Kützing, 1847	1990	FLO	I			A. I. Neto e
Ordem Halymeniales						
Família Halymeniaceae						
Corynomorpha prismatica (J.Agardh) J.Agardh, 1876	1990	SMI	NE	Rara	Não Invasora	Fredericq,
Grateloupia filicina (J.V.Lamouroux) C.Agardh, 1822	1914	SMI	E			Gain 1914
Grateloupia turuturu Yamada, 1941	1914	SMI	E	Ocasional	Potencialmente	Gain 1914
Reino Animalia						
Filo Porifera						
Classe Calcarea						
Ordem Leucosolenida						Xavier J. R. &
Família Amphoriscidae						Costa A. C.
Paraleucilla magna Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004	2010	FLO	E	Ocasional	Desconhecido	2010. Porifera.
Classe Demospongiae						
Ordem Desmacellida						
Família Desmacellidae						
Desmacella meliorata Wiedenmayer, 1977	1985	FAI	I	Rara	Não Invasora	Boury-Esnault
Ordem Poecilosclerida						
Família Mycalidae						
Mycale (carmia) Gray, 1867	2017	SMI	I	Rara	Desconhecido	Ana C. Costa
Filo Cnidaria						
Classe Hydrozoa						
Ordem Anthoathecata						
Família Tubulariidae						
Ectopleura crocea (Agassiz, 1862)	1989	FAI	E	Ocasional	Desconhecido	Cornelius
Tubularia indivisa Linnaeus, 1758	1989	FAI	E	Ocasional	Desconhecido	Cornelius
Ordem Leptothecata						
Família Kirchenpaueriidae						
Kirchenpaueria halecioides (Alder, 1859)	1989	FAI	E	Frequente	Desconhecido	Cornelius
Filo Bryozoa						
Classe Gymnolaemata						
Ordem Cheilostomatida						
Família Bugulidae						
Bugula neritina (Linnaeus, 1758)	2001	FAI	E	Frequente	Potencialmente	Tempera *et al.*
Bugulina stolonifera (Ryland, 1960)	1998	SMI	E	Ocasional	Potencialmente	Morton,
Bugulina simplex (Hincks, 1886)	1998	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Morton,
Família Candidae						
Tricellaria inopinata d'Hondt & Occhipinti Ambrogi, 1985	2013	SMI	E	Frequente	Invasora	J. Micael *et al.*
Família Schizoporellidae						
Schizoporella errata (Waters, 1878)	2013	SMI	E	Frequente	Invasora	Joana Micael
Família Watersiporidae						
Watersipora subtorquata (d'Orbigny, 1852)	1888	GRA	E	Frequente	Invasora	Jullien e Calvet
Ordem Ctenostomatida						
Família Vesiculariidae						
Amathia gracilis (Leidy, 1855)	2013	SMI	I	Rara	Não Invasora	Joana Micael
Amathia verticillata (delle Chiaje, 1822)	2009	FAI, PIC, SMI	E	Abundante	Invasora	Amat e
Filo Mollusca						
Classe Bivalvia						
Ordem Mytilida						
Família Mytilidae						
Mytilus edulis Linnaeus, 1758	1965	SMI	E	Rara	Potencialmente	B Morton
Ordem Ostreida						
Família Ostreoidea						
Ostrea edulis Linnaeus, 1758	2013	SMI	E	Ocasional	Potencialmente	Ana C. Costa
Família Pteriidae						
Pinctada imbricata radiata (Leach, 1814)	1998	FAI, SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Avila *et al.*
Ordem Venerida						
Família Veneridae						
Ruditapes decussatus (Linnaeus, 1758)	Início sec. XX	SJO	E	Abundante	Não Invasora	B Morton
Classe Gastropoda						
Ordem Littorinimorpha						
Família Truncatellidae						
Truncatella subcylindrica (Linnaeus, 1767)	1970	FAI, GRA	E	Ocasional	Desconhecido	ICES 2011
Ordem Neogastropoda						
Família Muricidae						

Taxa	1º registo	Ilha 1º registo	Estado da população	Abundância	Estatuto de Invasão	Referência
Hexaplex trunculus (Linnaeus, 1758)	1919	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Nobre 1930
Família Pisaniidae						
Aplus dorbignyi (Payraudeau, 1826)	1998	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Brian Morton,
Ordem Trochida						
Família Trochoidea						
Phorcus sauciatus (Koch, 1845)	2013	SMA	E	Abundante	Invasora	Ávila *et al.*
Filo Annelida						
Classe Polychaeta						
Ordem Sabellida						
Família Sabellidae						
Branchiomma luctuosum (Grube, 1870)	2016	SMI	E	Ocasional	Invasora	Ana C. Costa
Familia Serpulidae						
Ficopomatus enigmaticus (Fauvel, 1923)	2016	TER	E	Abundante	Invasora	Ana C. Costa
Hydroides elegans (Haswell, 1883)	2000	-	E	Frequente	Potencialmente	B Morton e
Spirorbis (Spirorbis) marioni Caullery & Mesnil, 1897	1979	FAI, SMI	E	Abundante	Invasora	Zibrowius e
Filo Arthropoda						
Classe Crustacea						
Ordem Malacostrata						
Família Aoridae						
Aoroides longimerus Ren & Zheng, 1996	2013	SMI	E	Rara	Desconhecido	Ana C. Costa
Família Caprellidae						
Caprella scaura (Templeton, 1836)	2013	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Gillon, Costa,
Família Ligiidae						
Ligia oceanica (Linnaeus, 1767)	1998	PIC, SJO, SMI	E			Brian Morton,
Família Sphaeromatidae						
Paracerceis sculpta (Holmes, 1904)	2014	SMI	E	Ocasional	Desconhecido	Marchini *et al.*
Classe Hexanauplia						
Ordem Sessilia						
Família Balanidae						
Amphibalanus amphitrite (Darwin, 1854)	1887	FAI, SMI	E	Ocasional	Potencialmente	Gruvel 1920
Amphibalanus eburneus (Gould, 1841)	1998	FAI	E	Ocasional	Potencialmente	Southward
Balanus trigonus Darwin, 1854	1887	FAI	E	Ocasional	Invasora	Gruvel 1920
Perforatus perforatus (Bruguière, 1789)	2011	SMI	E	Rara	Potencialmente	Torres, Costa,
Filo Chordata						
Classe Ascidiacea						
Ordem Aplousobranchia						
Família Clavelinidae						
Clavelina lepadiformis (Müller, 1776)	1971	SMI	E	Frequente	Potencialmente	Monniot 1974
Clavelina oblonga Herdman, 1880	1971	FAI	E	Ocasional	Potencialmente	Monniot 1974
Família Holozoidae						
Distaplia corolla Monniot F., 1974	1971	FAI	E	Abundante	Potencialmente	Monniot 1974
Família Polyclinidae						
Polyclinum aurantium Milne Edwards, 1841	1971	SMI	I	Rara	Não Invasora	Monniot 1974
Ordem Phlebobranchia						
Família Ascidiidae						
Ascidia interrupta Heller, 1878	1990	SMI	I	Rara	Desconhecido	Monniot e
Família Cionidea						
Ciona intestinalis (Linnaeus, 1767)	2014	SMI	I	Rara	Potencialmente	ICES 2016
Família Perophoridae						
Perophora viridis Verrill, 1871	1971	FAI, TER, SMI,	I	Abundante	Não Invasora	Monniot 1974
Ordem Stolidobranchia						
Família Molgulidae						
Molgula plana Monniot C., 1971	1969	SMI	I	Rara	Desconhecido	Monniot 1974
Família Pyuridae						
Microcosmus squamiger Michaelsen, 1927	2009	FAI	E	Abundante	Invasora	Ana Cristina
Pyura tessellata (Forbes, 1848)	1971	TER	I	Rara	Desconhecido	Monniot 1974
Família Styelidae						
Alloeocarpa loculosa Monniot C., 1974	1971	TER	I	Rara	Desconhecido	Monniot 1974
Botryllus schlosseri (Pallas, 1766)	1990	SMI	E	Frequente	Potencialmente	Brian Morton,
Styela clava Herdman, 1881	2014	SMI	E	Rara	Potencialmente	Ana Cristina
Styela plicata (Lesueur, 1823)	2010	SMI	E	Frequente	Invasora	Chainho *et al.*
Classe Actinopterygii						
Ordem Perciformes						
Família Sparidae						
Diplodus vulgaris (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	1997	Faial	E	Frequente	Desconhecido	Afonso *et al.*

Adicionalmente, na subdivisão dos Açores identificaram-se ainda 96 espécies criptogénicas (Tabela 41), isto é, sobre as quais permanece a dúvida se serão ou não indígenas, carecendo ainda de análise e validação científica o seu estatuto (SRMCT, 2020).

5243 TABELA 41. ESPÉCIES CRIPTOGÉNICAS REGISTADAS NA ÁREA DE AVALIAÇÃO DA SUBDIVISÃO AÇORES, ANO DE 1º REGISTO E
5244 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA. FONTE: SRMCT, 2020.

Espécies Criptogénicas	Ano	Referência
Chromista		
Ochrophyta		
Phaeophyceae		
Cutleriales		
Cutleriaceae		
Cutleria multifida (Turner) Greville, 1830	1929	Schmidt 1929
Ectocarpales		
Chordariaceae		
Leathesia marina (Lyngbye) Decaisne, 1842	*1897*	Trelease 1897
Sphaerotrichia divaricata (C.Agardh) Kylin, 1940	1991	Joana Micael, Parente, e Costa 2014
Ectocarpaceae		
Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye, 1819	1929	Schmidt 1929
Fucales		
Fucaceae		
Fucus spiralis Linnaeus, 1753	1960	Larkum 1960
Sphacelariales		
Sphacelariaceae		
Sphacelaria fusca (Hudson) S.F.Gray, 1821	1989	Tittley e Neto 1994
Sphacelaria tribuloides Meneghini, 1840	1897	Trelease 1897
Plantae		
Rhodophyta		
Bangiophyceae		
Bangiales		
Bangiaceae		
Pyropia leucosticta (Thuret) Neefus & J.Brodie, 2011	2006	Tittley, da Silva Vaz Álvaro, e de Melo Azevedo Neto 2014
Compsopogonophyceae		
Erythropeltales		
Erythrotrichiaceae		
Erythrotrichia carnea (Dillwyn) J.Agardh, 1883	1989	Tittley e Neto 1994
Rhodophyta		
Florideophyceae		
Ceramiales		
Callithamniaceae		
Aglaothamnion tenuissimum (Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer, 1941	1986	South e Tittley 1986
Ceramiaceae		
Ceramium gaditanum (Clemente) Cremades, 1990	1990	A. I. Neto e Azevedo 1990
Dasyaceae		
Dasya baillouviana (S.G.Gmelin) Montagne, 1841	1997	I. Tittley *et al.* 2001
Rhodomelaceae		
Carradoriella denudata (Dillwyn) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019	1989	A. I. Neto e Baldwin 1990
Chondria coerulescens (J.Agardh) Sauvageau, 1897	2005-	Wallenstein 2011
Chondria dasyphylla (Woodward) C.Agardh, 1817	2005-	Wallenstein 2011
Leptosiphonia brodiei (Dillwyn) A.M.Savoie & G.W.Saunders, 2019	1989	Ian Tittley e Neto 1994
Vertebrata fucoides (Hudson) Kuntze, 1891	1960	Larkum 1960
Vertebrata hypnoides (Welwitsch) Kuntze, 1891	2002	Ian Tittley e Neto 2005
Vertebrata reptabunda (Suhr) Díaz-Tapia & Maggs, 2017	1989	Ian Tittley e Neto 1994
Wrangeliaceae		
Anotrichium furcellatum (J.Agardh) Baldock, 1976	2005-	Wallenstein 2011
Griffithsia corallinoides (Linnaeus) Trevisan, 1845	1990	A. I. Neto e Baldwin 1990
Ptilothamnion pluma (Dillwyn) Thuret, 1863	2005-	Wallenstein 2011
Corallinales		
Corallinaceae		
Jania longifurca Zanardini, 1844	1986	South e Tittley 1986
Jania virgata (Zanardini) Montagne, 1846	1889	Piccone 1889
Gigartinales		
Caulacanthaceae		
Caulacanthus ustulatus (Mertens ex Turner) Kützing, 1843	1897	Trelease 1897
Cystocloniaceae		
Hypnea musciformis (Wulfen) J.V.Lamouroux, 1813	1929	Schmidt 1929
Gigartinaceae		
Chondrus crispus Stackhouse, 1797	1914	Gain 1914
Phyllophoraceae		
Erythrodermis traillii (Holmes ex Batters) Guiry & Garbary, 1990	1990	A. I. Neto e Baldwin 1990
Mastocarpus stellatus (Stackhouse) Guiry, 1984	1987	Castro e Viegas 1989
Schottera nicaeensis (J.V.Lamouroux ex Duby) Guiry & Hollenberg, 1975	1990	A. I. Neto e Baldwin 1990
Halymeniales		
Halymeniaceae		
Cryptonemia seminervis (C.Agardh) J.Agardh, 1846	2001	Ian Tittley e Neto 2005
Rhodymeniales		
Lomentariaceae		
Lomentaria clavellosa (Lightfoot ex Turner) Gaillon, 1828	2005-	Wallenstein 2011
Lomentaria orcadensis (Harvey) Collins, 1937	2005-	Wallenstein 2011
Chlorophyta		

Espécies Criptogénicas	Ano	Referência
Ulvophyceae		
Bryopsidales		
Codiaceae		
Codium effusum (Rafinesque) Delle Chiaje, 1829	2007	León-Cisneros *et al.* 2012
Derbesiaceae		
Derbesia tenuissima (Moris & De Notaris) P.Crouan & H.Crouan, 1867	2005-	Wallenstein 2011
Cladophorales		
Anadyomenaceae		
Anadyomene stellata (Wulfen) C.Agardh, 1823	1990	Fralick e Hehre 1990
Cladophoraceae		
Cladophora dalmatica Kützing, 1843	2005-	Wallenstein 2011
Cladophora laetevirens (Dillwyn) Kützing, 1843	1989	A. Neto 1989
Cladophoropsis membranacea (Hofman Bang ex C.Agardh) Børgesen, 1905	1973	South e Tittley 1986
Ulva lactuca Linnaeus, 1753	2005-	Wallenstein 2011
Animalia		
Porifera		
Demospongiae		
Tetractinellida		
Tetillidae		
Cinachyrella alloclada (Uliczka, 1929)	1989	Moss 1992
Bryozoa		
Gymnolaemata		
Cheilostomatida		
Adeonidae		
Reptadeonella violacea (Johnston, 1847)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Aeteidae		
Aetea anguina (Linnaeus, 1758)	-	Joana Micael *et al.* 2017
Aetea sica (Couch, 1844)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Beaniidae		
Beania mirabilis Johnston, 1840	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Bryocryptellidae		
Porella concinna (Busk, 1854)	1886-	Jullien e Calvet 1903
Bugulidae		
Bicellariella ciliata (Linnaeus, 1758)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Bugulina flabellata (Thompson in Gray, 1848)	-	Brian Morton, Britton, e Martins 1998
Bugulina fulva (Ryland, 1960)	-	Brian Morton, Britton, e Martins 1998
Virididentula dentata (Lamouroux, 1816)	1997	Cardigos *et al.* 2006
Crisularia gracilis (Busk, 1858)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Calloporidae		
Callopora dumerilii (Audouin, 1826)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Copidozoum tenuirostre (Hincks, 1880)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Candidae		
Cradoscrupocellaria hirsuta (Jullien, 1903)	-	Calvet 1931
Cradoscrupocellaria insularis Vieira, Spencer Jones & Winston, 2013	2008	Wisshak *et al.* 2015
Cradoscrupocellaria reptans (Linnaeus, 1758)	-	Brian Morton, Britton, e Martins 1998
Scrupocaberea maderensis (Busk, 1860)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Celleporidae		
Celleporina fragilis Aristegui, 1989	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Cribrilinidae		
Collarina balzaci (Audouin, 1826)	-	Harmelin 1978
Cribrilaria innominata (Couch, 1844)	-	Harmelin 1978
Haplopomidae		
Haplopoma impressum (Audouin, 1826)	-	d'Hondt 1975
Phidoloporidae		
Reteporella mediterranea (Smitt, 1867)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Stephanollona contracta (Waters, 1899)		Joana Micael *et al.* 2017
Savignyellidae		
Halysisis diaphana (Busk, 1860)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Schizoporellidae		
Schizobrachiella sanguinea (Norman, 1868)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Schizoporella dunkeri (Reuss, 1848)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Smittinidae		
Smittina cervicornis (Pallas, 1766)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Umbonulidae		
Umbonula ovicellata Hastings, 1944	-	Jullien e Calvet 1903
Watersiporidae		
Watersipora souleorum Vieira, Spencer Jones & Taylor, 2014	-	Jullien e Calvet 1903
Ctenostomatida		
Nolellidae		
Nolella stipata Gosse, 1855	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Vesiculariidae		
Amathia citrina (Hincks, 1877)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Amathia lendigera (Linnaeus, 1758)	-	Jullien e Calvet 1903
Stenolaemata		
Cyclostomatida		
Crisiidae		
Crisia denticulata (Lamarck, 1816)	-	(Jullien e Calvet, 1903)

Espécies Criptogénicas	Ano	Referência
Crisia ramosa Harmer, 1891	-	Calvet 1931
Lichenoporidae		
Disporella hispida (Fleming, 1828)	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Plagioeciidae		
Entalophoroecia robusta Harmelin, 1976	1999-	Joana Micael *et al.* 2017
Stomatoporidae		
Stomatopora gingrina Jullien, 1882	2008	Wisshak *et al.* 2015
Tubuliporidae		
Idmidronea contorta (Busk, 1875)	-	Calvet 1931
Tubulipora liliacea (Pallas, 1766)	2008	Wisshak *et al.* 2015
Tubulipora serpens Canu & Bassler, 1928	-	Jullien e Calvet 1903
Phoronida		
Phoronidae		
Phoronis hippocrepia Wright, 1856	1991	Wirtz e Martins 1993
Phoronis psammophila Cori, 1889	-	B Morton e Britton 2000
Phoronopsis harmeri Pixell, 1912	-	B Morton e Britton 2000
Mollusca		
Bivalvia		
Adapedonta		
Hiatellidae		
Hiatella arctica (Linnaeus, 1767)	1969	Nordsieck 1969
Myida		
Teredinidae		
Lyrodus pedicellatus (Quatrefages, 1849)		
Psiloteredo megotara (Hanley in Forbes & Hanley, 1848)	1940	
Annelida		
Polychaeta		
Phyllodocida		
Nereididae		
Perinereis cultrifera (Grube, 1840)	1888	García-Diez *et al.* 2005
Sabellida		
Sabellidae		
Sabella spallanzanii (Gmelin, 1791)	1954	Chapman e Dales 1954
Arthropoda		
Hexanauplia		
Sessilia		
Tetraclitidae		
Tesseropora atlantica Newman & Ross, 1976	1965	Southward 1998
Malacostraca		
Amphipoda		
Ischyroceridae		
Jassa marmorata Holmes, 1905	-	Tsiamis *et al.* 2019
Decapoda		
Pilumnidae		
Pilumnus spinifer H. Milne Edwards, 1834	-	B Morton e Britton 2000
Plagusiidae		
Plagusia depressa (Fabricius, 1775)	1901-	Lenz 1914
Isopoda		
Sphaeromatidae		
Sphaeroma serratum (J. C. Fabricius, 1787)	1990	Hayward e Ryland 1990
Tanaidacea		
Tanaididae		
Tanais dulongii (Audouin, 1826)	-	B Morton e Britton 2000
Chordata		
Ascidiacea		
Aplousobranchia		
Polycitoridae		
Cystodytes dellechiajei (Della Valle, 1877)	1969	C Monniot 1971
Eudistoma angolanum (Michaelsen, 1914)	1971	Claude Monniot 1974

A.18.3. POPULAÇÕES DE PEIXES E MOLUSCOS EXPLORADOS PARA FINS COMERCIAIS

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 3 (D3)[9] refere-se às populações de peixes e moluscos explorados para fins comerciais, sendo consideradas pressões pertinentes a extração de espécies selvagens, ou a mortalidade/ferimentos a estas infligidos, incluindo espécies-alvo e não alvo.

Na avaliação inicial do BEA para o D3, apresentada no primeiro ciclo de implementação da DQEM, foram reportadas 17 espécies de peixes, 3 espécies de moluscos e 3 espécies de crustáceos. Destas, 13 espécies de peixe exploradas comercialmente e relevantes para a subdivisão dos Açores foram avaliadas. Todas as espécies de peixes exploradas comercialmente consideradas na avaliação inicial da DQEM para a subdivisão dos Açores foram avaliadas como estando em BEA. No entanto, destas, apenas 3 espécies de peixes foram avaliadas com base nos três indicadores incluídos na Decisão (EU) 2010/477 da Comissão, de 1 de setembro, com baixo grau de confiança, nomeadamente o Bagre (*Pontinus kuhlii*), a Melga (*Mora moro*), e o Peixe-espada-branco (*Lepidopus caudatus*). As restantes 10 espécies de peixes foram avaliadas com base em dois indicadores incluídos na suprarreferida Decisão (EU), com baixo grau de confiança.

No âmbito do 2.º ciclo de avaliação da DQEM, destaca-se a informação relativa à composição dos desembarques e das rejeições e às espécies exploradas comercialmente. Para 64% dos stocks considerados no D3 nesse ciclo de avaliação da DQEM para a subdivisão dos Açores não há dados suficientes e/ou não estão validados os métodos de avaliação para ser possível avaliar o BEA, pelo que se considerou que o BEA final para o D3 é desconhecido. A razão pela qual não há avaliação analítica para a maioria dos stocks explorados e não ser assim possível avaliar o BEA relaciona-se com a dificuldade de definir unidades de gestão local, dado que a maioria das espécies tem uma distribuição espacial que vai muito para além da subdivisão dos Açores e que apenas se recolhem dados detalhados dentro da subárea dos Açores da ZEE portuguesa. A Região tem desenvolvido esforços para recolher informação que permita realizar a avaliação do estado dos stocks explorados na sua subárea da ZEE de Portugal.

Durante o período compreendido entre 1994 e 2017, o valor médio de desembarques anuais, em peso, realizados nas lotas do arquipélago representou 11.994 toneladas, correspondendo a aproximadamente 28,4 milhões de euros. O volume total dos desembarques nas lotas apresenta uma tendência decrescente desde 2010, como resultado de uma redução significativa nas capturas de atum nos mares dos Açores. No entanto, deve notar-se que o peixe comercializado nas lotas da Região durante 2017 ascendeu a cerca de 29,5 M € (SRMCT, 2018). A análise da composição das capturas por grupo de espécies revelou que, no mesmo período, os desembarques em peso foram dominados por espécies pelágicas, o que representou uma média de 63% do total desembarcado. Considerando os desembarques em valor, as espécies demersais representam cerca de 61% do valor total comercializado nas lotas da região.

Desde 1950 até 2018, uma média de 784 toneladas (IC 95%, 588 - 1008 t) foi rejeitada anualmente pelas pescarias açorianas, ou seja, 5 % da captura total. As rejeições aumentaram desde a década de 50 até à viragem do século, de 240 t/ano nas décadas de 50 e 60 para 450 t/ano nas décadas de

[9] "As populações de todos os peixes e moluscos explorados comercialmente encontram-se dentro de limites biológicos seguros, apresentando uma distribuição da população por idade e tamanho indicativa de um bom estado das unidades populacionais." (Decisão 2017/848/EU da Comissão, de 17 de maio de 2017).

70 e 80 e 2080 t/ano na década de 90. Nos últimos 15 anos, o total de rejeições caiu e estabilizou nas 1070 t/ano (Fauconnet *et al.*, 2019).

No caso particular das rejeições na pesca de palangre de fundo e linha de mão, durante o período 2000-2014, as rejeições da pesca de espécies demersais representaram 10,3% da captura total o que equivale, em média, a 447 toneladas rejeitadas por ano. A pesca de espécies demersais nos Açores (palangre e linha de mão), como em muitas outras pescarias de pequena escala em todo o mundo, tem uma captura acidental e rejeições muito baixas (Gillet, 2011), que é também o resultado de uma combinação das características técnicas das artes utilizadas bem como, de aspetos culturais e socioeconómicos específicos. Um número elevado de espécies (145 espécies) foi capturado na pesca de palangre de fundo e linha de mão. Embora a maioria das espécies identificadas tenha um valor comercial baixo, as espécies capturadas em proporções mais altas têm elevado valor comercial e alimentam um mercado local bem desenvolvido. As duas espécies mais valiosas, o goraz e o cherne, foram muito pouco rejeitadas (2,2% e 0,3%, respetivamente), enquanto o alfonsim, o boca-negra e o congro, foram rejeitadas em proporções ligeiramente mais altas (cerca de 10 % do total das suas capturas). A maior parte das rejeições é composta por quatro espécies de peixes comercialmente importantes (H*. dactylopterus, B. splendens, C. conger, L. caudatus*) e dois elasmobrânquios (*Centrophorus squamosus* e *Raja clavata*).

A Tabela 42 apresenta a lista de espécies que compõem 90% da percentagem dos desembarques para a ecoregião dos Açores, em valor, e o respetivo ranking para o período entre 2012-2018.

TABELA 42. NOME VULGAR, NOME CIENTÍFICO E RESPETIVO CÓDIGO DA FAO DAS ESPÉCIES COMERCIAIS (PEIXES, MOLUSCOS E CRUSTÁCEOS) QUE REPRESENTAM UMA PERCENTAGEM ACUMULADA DE 90% DOS DESEMBARQUES EM VALOR ENTRE 2012-2018 NA REGIÃO AUTÓNOMA DOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

Nome comum	Nome científico	Código FAO	Ranking em valor
Goraz	*Pagellus bogaraveo* {Brünnich,1768)	SBR	1
Atum-patudo	*Thunnus obesus* (Lowe,1839)	BET	2
Bonito / Ga iado	*Katsuwonus pelamis* {Linnaeus,1758)	SKJ	3
Lula	*Loligoforbesi* {Steenstrup,1856)	SQF	4
Cherne	*Polyprion americanus* (Bl och & Schneider,1801)	WRF	5
Pargo	*Pagrus pagrus* {Linnaeus,1758)	RPG	6
Boca-negra	*Helicolenus dactylopterus*	BRF	7
Chicharro	*Trachuruspicturatus* (Bowdich,1825)	JAA	8
Abrótea	*Phycisphycis* {Linnaeus,1766)	FOR	9
Congro	*Conger conger* {Linnaeus,1758)	COE	10
Atum-voador	*Thunnus alalunga* (Bonnaterre,1788)	ALB	11
Peixe-espada-branco	*Lepidopus caudatus* (Euphrasen,1788)	SFS	12
Imperador	*Beryx decadactylus* {Cuvier,1829)	BXO	13
Alfonsim	*Beryx splendens* (Lowe,1834)	BYS	14
Veja	*Sparisoma cretense* {Linnaeus,1758)	PRR	15
Rocaz	*Scorpaenascrofa* (Linnaeus,1758)	SER	16
Cava la	*Scomber colias* { Gmelin,1789)	VMA	17
Espadarte / Agulhão	*Xiphias gladiu* s {Linnaeus,1758)	swo	18
Garoupa	*Mycteropercafusco* (Lowe 1838)	MKF	19
Lagosta	*Palinurus elephas* {Fabricius,1787)	SLO	20

Cântaro / Bagre	*Pontinus khulii* (Bowdich,1825)	POI	21
Melga / Escamuda-branca	*Mora moro* (Risse,1810)	R IB	22
Peixe-espada-preto	*Aphanopus carbo* (Lowe,1839)	BSF	23
Mero	*Epinephelus marginatus* (Lowe,1834)	GPO	24
Lírio / Írio	*Seriola dumerili* (Risse,1810)	AMB	25
Encharéu	*Pseudocaranx dentex* (Bloch & Schneider,1801)	TRZ	26
Lapa-brava	*Patella ulyssiponensis* {Gmelin,1791)	LQY	27
Bicuda	*Sphyraena viridensis* {Cuvier,1829)	BVV	28
Peixe-ga lo	*Zeusfaber* {Linnaeus,1758)	JOO	29
Sargo / Sarguete	*Diplodus sargus* {linnaeus,1758)	SWA	30
Raia	*Raj a clavata* {Linnaeus,1758)	RJC	31
Cação	*Galeorhinus galeus* {Linnaeus,1758)	GAG	32
Peixe-porco	*Balistes capriscus* {Gmelin,1789)	TRG	33
Polvo	*Octopus vulgaris* {Cuvier,1797)	occ	34
Sa lmonete	*Mullus surmuletus* {Linnaeus,1758)	MUR	35
Serra	*Sardasarda* (Bloch,1793)	BOM	36
Besugo	*Pagellus acame* (Risse,1827)	SBA	37
Moreia-pintada	*Muraena helena* {Linnaeus,1758)	MMH	38
Atum-A lbacora / Ga lha-à-ré	*Thunnus albacares* (Bonnaterre,1788)	YFT	39
Anchova	*Pomatomus saltatrix* {Linnaeus,1766)	BLU	40
Ta inha / Muja	*Chelon labrosus* (Risse,1827)	MLR	41
Írio / Lírio	*Seriola dumerili* (Risse,1810)	AMB	42
Cavaco	*Scyllarides latus* (Latreille,1803)	YLL	43
Pescada-dos-açores	*Malva macrophthalma* (Rafinesque,1810)	SLI	44
Sardinha / Petinga	*Sardinapilchardus* {Wa lbaum,1792)	PIL	45
Juliana / Abrótea-do-a lto	*Phycis blennoides* (Brünnich,1768)	GFB	46
Bodião-vermelho	*Labrus bergylta* {Ascanius,1767)	USB	47
Choupa	*Schedophilus ova/is* {Cuvier,1833)	HOV	48
Tintureira	*Prionace glauco* {linnaeus,1758)	BSH	49
Peixe-rei	*Coris julis (*Linnaeus,1758)	cou	50

A.18.4. TEIAS TRÓFICAS

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 4 (D4)[10] refere-se às teias tróficas, o qual pressupõe a integração de informação proveniente de vários outros descritores (nomeadamente os descritores D1 e D3, entre outros). É reconhecida a insuficiência de informação disponível que permita avaliar o estado ambiental das teias tróficas das águas marinhas através da análise dos critérios propostos, razão pela qual a Decisão (UE) 2017/848 não estabelece metodologias claras que permitam eliminar o grau de incerteza atualmente existente.

[10] "Todos os elementos da cadeia alimentar marinha, na medida em que são conhecidos, ocorrem com normal abundância e diversidade e níveis suscetíveis de garantir a abundância das espécies a longo prazo e a manutenção da sua capacidade reprodutiva total." (Decisão 2017/848/EU da Comissão, de 17 de maio de 2017).

O espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores é uma vasta área que inclui um conjunto muito diverso de ambientes, sendo, portanto, caracterizada por albergar uma elevada diversidade de habitats. Trata-se de uma área que abrange uma vasta gama de profundidades que, associada a alguma complexidade geomorfológica e oceanográfica, contribui para uma elevada complexidade no seu ecossistema. Para além das zonas costeiras, que se situam em redor das ilhas e ilhéus que compõem o arquipélago dos Açores, destacam-se, como características particulares, a presença de inúmeros montes submarinos (Morato *et al.,* 2008) e vastas extensões de outros que se distribuem pelas vertentes das ilhas, taludes, bem como extensas planícies bentónicas e áreas de habitats pelágicos e epipelágicos.

Os montes submarinos assumem, nos Açores, uma particular importância, visto que é nessas zonas que, a par do que se verifica nas estreitas plataformas e vertentes insultares, se exerce a maior parte do esforço de pesca (Diogo *et al.,* 2015), sendo a pesca uma atividade que representa a principal pressão antropogénica com potencial para alterar o equilíbrio do ecossistema marinho dos Açores, devido à extração regular de biomassa que sobre si exerce. São zonas onde se verificam transferências importantes de energia entre níveis tróficos, onde grupos como os peixes mesopelágicos, por exemplo, parecem jogar um importante papel (Colaço *et al.,* 2013), registando-se, nessas áreas, importantes movimentações de microkecton (Cascão *et al.,* 2017; 2019), as quais poderão contribuir para uma maior disponibilidade alimentar e consequentemente produtividade.

Morato *et al.* (2016) descreveram, para o ano 1997, o ecossistema marinho dos Açores, através de modelação ecológica (Ecopath), definindo um conjunto de 45 grupos funcionais, incluindo 1 grupo de detritos, 2 produtores primários, 8 grupos de invertebrados, 29 grupos de peixes, 3 grupos de mamíferos marinhos, 1 grupo de tartarugas e 1 de aves marinhas. Foi ainda estimada a biomassa do sistema (excluindo os detritos), em 24.7 t km^{-2}. O nível trófico médio foi estimado em 3.95. Os índices de omnivoria obtidos foram considerados baixos, o que demonstra a predominância de especialização nas dietas das diferentes espécies, especialmente peixes. Em relação a espécies-chave, foram definidos os mamíferos odondocetes, os tubarões pelágicos e os cefalópodes.

O nível trófico médio para as espécies e grupos que são explorados pela pesca indicou, ao longo do período de 1997-2013, uma tendência crescente. O facto de se verificar uma tendência crescente na variação do nível trófico médio das capturas pode significar que o ecossistema marinho não demonstra efeitos mensuráveis da extração de biomassa por ação da pesca, o que, a verificar-se, implicaria uma alteração na estrutura do ecossistema, com uma maior presença, nas capturas, de organismos provenientes de níveis tróficos mais baixos. Assim, considera-se que, com base na abordagem seguida nesta análise, não existem evidências de que a pesca, que é a principal pressão antropogénica sobre a estrutura do ecossistema marinho dos Açores, por via da extração sistemática de biomassa dos mesmos, resulte numa influência quantificável que possa pôr em causa o BEA das águas marinhas nos Açores. Uma outra análise realizada com base em dados provenientes dos desembarques da frota comercial, para o período de 1997-2018, mostra igualmente que não é evidente uma tendência quer de decréscimo, quer de aumento ao longo desse período, e que a tendência nula se mantém, mesmo após 2013.

O espetro trófico marinho dos Açores apresenta uma configuração típica de sistemas em que predomina uma componente importante de sistemas do oceano profundo, os quais dependem menos da produção primária direta, comparativamente ao que sucede em ecossistemas costeiros de menores profundidades. Foi sinalizado inicialmente por Morato *et al.* (2016), com base em resultados obtidos para 1997, de que a eficiência ecológica do fitoplâncton e de algas era de apenas

0.11 e 0.013, respetivamente. Esta característica manteve-se, no ecossistema marinho dos Açores, ao longo das últimas duas décadas, apesar de importantes mudanças nos padrões de exploração pesqueira, devidas quer a importantes mudanças tecnológicas, quer regulamentares, as quais têm vindo a moldar as pescarias nos Açores e o consequente padrão de extração de biomassa a partir do sistema. A comparação dos espetros tróficos obtidos para o ecossistema marinho dos Açores em 1997 e em 2013 não evidencia alteração, quer da diversidade (composição das espécies e sua abundância relativa) dos grupos tróficos, quer do equilíbrio relativo das suas abundâncias, observação que é corroborada por uma forte correlação ($R=0.9978$, $p\text{-value}<0.05$) entre os valores de biomassa estimada por nível trófico para os dois períodos, pelo que o modelo não suporta a possibilidade de uma alteração fundamental do ecossistema marinho dos Açores.

Tendo em atenção, quer a persistência de lacunas de informação, quer a incerteza quanto à abordagem metodológica mais adequada para o D4, considera-se não haver evidências de que se tenha verificado uma degradação ambiental da estrutura do ecossistema marinho dos Açores e das suas teias tróficas, que pudesse resultar numa alteração da avaliação que havia sido realizada no âmbito do 1.º ciclo, pelo que se considerou que este descritor atingiu o BEA, mas com um grau de confiança moderado.

A.18.5. Eutrofização antropogénica

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 5 (D5)[11] refere-se à eutrofização de origem antropogénica, sendo a eutrofização uma resposta biogeoquímica a um fluxo intenso de nutrientes (Cloern, 2001; Nixon, 1995; Smith *et al.*, 2003), cujo resultado se exprime normalmente numa elevada produção primária e num aumento da respiração resultantes de uma rápida produção de matéria orgânica (Smith *et al.*, 2003). A eutrofização é, por outro lado, um processo que, derivando deste enriquecimento em nutrientes, sobretudo de compostos de azoto e de fósforo, conduz a um aumento da biomassa de algas, a alterações no equilíbrio dos nutrientes e dos organismos e a uma degradação na qualidade da água (Ferreira *et al.*, 2010). Em particular, a eutrofização costeira está associada às respostas diretas (e.g., alterações na produção primária, nos rácios de nutrientes e nas comunidades fitoplanctónicas) e indiretas (e.g., alterações ao nível das cadeias tróficas, ocorrência de anoxia, mortalidade de invertebrados e da ictiofauna) (Cloern, 2001; Raimonet *et al.*, 2018). As descargas, com origem nos rios, são, geralmente, o fator mais importante para o afluxo de nutrientes às águas costeiras, sendo, no entanto, as fontes difusas ou mesmo as cargas internas as outras fontes possíveis de nutrientes (Zampoukas *et al.*, 2014) (SRMCT, 2020).

Na Europa, o afluxo de azoto e de fósforo às águas marinhas costeiras e intermédias decresceu nos últimos vinte anos, embora os excessivos níveis de nutrientes continuem a causar eutrofização e a afetar a qualidade da água (EEA, 2016). A Comissão Europeia considera que (1) as consequências da eutrofização são indesejáveis, enquanto fatores de degradação da saúde dos ecossistemas, da biodiversidade e do fornecimento sustentável de bens e de serviços e que (2) o afluxo de azoto e o fósforo, os principais nutrientes inorgânicos responsáveis pela eutrofização, ao ambiente marinho, tem conduzido ao incremento destes elementos químicos nos oceanos. São diversos os documentos

[11] "A eutrofização antropogénica é reduzida ao mínimo, sobretudo os seus efeitos negativos na biodiversidade e o desenvolvimento explosivo de algas perniciosas e a anoxia das águas de profundidade." (Decisão 2017/848/EU da Comissão, de 17 de maio de 2017).

regulatórios que mencionam os processos de eutrofização, aos níveis internacional, europeu e nacional; no caso da Europa, existem diversas orientações sobre este assunto, que datam dos anos oitenta (e.g., Diretiva dos Nitratos, Diretiva das Águas Residuais Urbanas) e que coexistem com outras Diretivas, tais como a Diretiva Quadro da Água (DQA) ou a DQEM (Le Moal *et al.*, 2019). De facto, a Decisão (UE) 2017/845 tem em consideração a introdução de nutrientes com origem em fontes difusas e pontuais, na deposição atmosférica e na matéria orgânica. Igualmente, a decisão (UE) 2017/848 estabelece como pressões pertinentes, a entrada de nutrientes e de matéria orgânica (SRMCT, 2020).

No 1.º ciclo de avaliação da DQEM, foi elaborado um relatório com base no conhecimento existente acerca dos elementos físicos e químicos exigidos pela DQA, embora esta mesma informação fosse muito segmentada e inconsistente do ponto de vista temporal (SRMCT, 2014). Por conseguinte, utilizou-se como fonte de informação documentos técnicos e científicos para a avaliação de três critérios relacionados com a DQA: (1) níveis de nutrientes; (2) efeitos diretos do enriquecimento em nutrientes; (3) efeitos indiretos do enriquecimento em nutrientes (SRMCT, 2014). A avaliação do BEA foi efetuada com base nos primeiro e terceiro indicadores, e considerando apenas a matriz biota, uma vez as informações para os sedimentos e as massas de água não eram suficientes (SRMCT, 2014). Esta mesma avaliação definiu um BEA para este descritor, embora com um grau de confiança baixo (SRMCT, 2014) (SRMCT, 2020).

No 2.º ciclo da DQEM, considerando que a informação técnica e científica é escassa e não estando ainda a literatura científica propriamente dirigida de acordo com os parâmetros da DQEM, bem como os factos de existir um número muito reduzido de dados e de não existir uma periodicidade de análises efetuadas, foi avaliado o estado ambiental com um grau de confiança baixo, como medida precaucionária. Considerou-se como estando em bom estado ambiental nos critérios relativos aos nutrientes e clorofila presentes na coluna de água, ao oxigénio dissolvido no fundo, ao limite da zona fótica, ao desenvolvimento explosivo de algas perniciosas, e a macroalgas oportunistas dos habitats bentónicos, não tendo sido avaliado no que se refere às comunidades de macrofauna dos habitats bentónicos.

As fontes mais comuns de introdução de nutrientes no meio marinho são os efluentes domésticos, as escorrências agrícolas provenientes de práticas de agropecuárias e os efluentes industriais das unidades de processamento alimentar. Apresentando uma reduzida industrialização e baixos níveis de poluição, nos Açores a maioria dos nutrientes provém da atividade portuária, do tratamento das águas residuais e das lavagens de fertilizantes e de pesticidas (Cruz *et al.*, 2017a, 2017b; Depledge *et al.*, 1992; DRA, 2017; Morton & Frias Martins, 2019; Wallenstein *et al.*, 2009). No arquipélago, as descargas das águas subterrâneas, caracterizadas, geralmente, por uma maior concentração de nutrientes, constituem um importante elemento dos fluxos químicos para o oceano, resultando numa diminuição da qualidade das águas costeiras e, tal como outros estudos efetuados em arquipélagos de origem vulcânica, regista-se um elevado fluxo de azoto para o oceano (Cruz *et al.*, 2017a, 2017b; Kim *et al.*, 2011).

Devido à poluição difusa provocada pelas atividades decorrentes da agropecuária, predominantemente com origem na exploração bovina, ocorre alguma contaminação das águas superficiais e subterrâneas, sendo a lixiviação de azoto um fator de pressão ambiental que afeta negativamente a qualidade da água nos Açores (Gomes *et al.*, 2013; Cruz *et al.*, 2013; Melo *et al.*, 2014; Morais *et al.*, 2018). Através da aplicação de fertilizantes orgânicos e químicos e da lixiviação dos terrenos das pastagens, ocorreu o enriquecimento, em nutrientes, das águas, algumas das vezes

associado à poluição microbiológica, o que conduziu a um incumprimento com as normas europeias e nacionais que regulam a qualidade da água (Cruz *et al.*, 2017a, 2013, 2010a, 2010b; Martins *et al.*, 2008; Ribeiro *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2005).

Em relação aos nitratos, existem duas a três ordens de magnitude mais elevadas quando comparadas com a concentrações destes compostos químicos em águas costeiras típicas (Cruz *et al.*, 2017a, 2017b; Johannes, 1980). O cálculo do fluxo total de nitratos (NO_3) para as águas costeiras corresponde a 281.0×103 mol/km^2/a, com valores máximos de 67.5×103 mol/km^2/a para a Ilha do Faial e um valor mínimo de 7.6×103 mol/km2/a para a Ilha Graciosa (Cruz *et al.*, 2017a), de acordo com a Tabela 43. O fluxo de nitratos, nas águas subterrâneas açorianas, é de cerca de 65.0% do fluxo total estimado (águas subterrâneas e águas superficiais); na maioria das ilhas, os fluxos subterrâneos são superiores aos fluxos de escoamento superficial, correspondendo a 53.2% do total na ilha das Flores, 55.0 % em Santa Maria, 67.9% em São Miguel, 75.7% na Terceira, 85.6% em São Jorge e 89.7% na Graciosa; pelo contrário, em ilhas como o Corvo e o Pico, os fluxos de água subterrânea correspondem, respetivamente, a cerca de 46.0% e 47.2% do total (Cruz *et al.*, 2017a). No Faial, o fluxo de NO_3, ao nível das águas subterrâneas, representa apenas 7.2% do total devido ao menor teor de nitratos nas nascentes desta ilha, uma vez que as descargas estão principalmente localizadas nas terras altas (Cruz *et al.*, 2017a). Relativamente ao sistema de drenagem e tratamento de águas residuais existente nos Açores, o mesmo difere com a ilha em questão, encontrando-se no PGRH-Açores 2016-2021 o diagnóstico respeitante ao sistema de coleta, transporte, elevação e rejeição de águas residuais para cada uma das nove ilhas, incluindo a identificação das situações em que não existe tratamento das águas residuais ou que apesentem um funcionamento desconhecido ou mesmo a ausência de cadastro. Releva-se ainda a existência de três emissários submarinos na ilha de São Miguel (Ponta Delgada, Lagoa e Vila Franca do Campo).

Tabela 43. Fluxos totais de nitratos (NO_3) e de azoto (N) em ribeiras, nos Açores: a) valor médio de várias medições efetuadas em diferentes bacias hidrográficas; b) valor médio para as águas das ribeiras. Fonte: Adaptado de Cruz *et al.* (2017a) *in* SRAA (2015).

Fluxos totais de nutrientes em ribeiras		
Ilha	Fluxo total de NO_3 (10^3 mol/km^2/a)	Fluxo total de N (10^3 mol/km^2/a)
Santa Maria (A)	40.5	11.6
São Miguel (A)	24.0	6.1
Terceira (B)	27.0	6.8
Graciosa (B)	7.6	1.9
São Jorge (B)	32.1	8.1
Pico (B)	30.6	7.7
Faial (A)	67.5	15.9
Flores (B)	18.5	4.7
Corvo (B)	33.2	8.4
TOTAL	**281.0**	**71.2**

Por outro lado, as características do meio marinho nos Açores favorecem a dispersão dos agentes poluidores existindo, por isso, uma menor suscetibilidade das suas zonas costeiras. Com efeito, a elevada exposição da orla costeira das ilhas do arquipélago, resultante da sua posição oceânica associada a um hidrodinamismo elevado e a uma forte ondulação, bem como a grande distância

entre as mesmas, o carácter oligotrófico das massas de água, a reduzida densidade populacional dos Açores e o diminuto grau de industrialização, apresentam-se como vantagens à dispersão de nutrientes introduzidos direta ou indiretamente de modo antropogénico, pelo que admitir-se-á que o afluxo de nutrientes às zonas costeiras seja pouco significativo (Gomes *et al.*, 2013; SRAA, 2015; SRMCT, 2014; Wallenstein & Neto, 2006). Porém, em zonas específicas (e.g., portos, marinas, baías) é expectável um maior risco de eutrofização com desenvolvimento explosivo de algas com potencial tóxico (SRAA, 2015).

A caracterização da subdivisão dos Açores no que se refere às concentrações de nutrientes, de clorofila-*a* e de oxigénio dissolvido e ao limite da zona fótica da coluna de água encontra-se descrita em detalhe no capítulo A.6. "Características ambientais, físicas e químicas" do presente volume.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL E ECOLÓGICA GLOBAL DAS ÁGUAS COSTEIRAS E DE TRANSIÇÃO

No que se refere à avaliação ambiental e ecológica global das águas costeiras e de transição, a partir da monitorização da vigilância destas massas de águas, iniciada em 2008, considerou-se que, em geral, as 27 massas de águas costeiras demonstraram um Bom e Excelente estado de qualidade, sendo ainda de referir que, a partir de 2011 e 2012, ocorreu uma melhoria da qualidade em 8 das mesmas, de Bom para Excelente, ao redor das ilhas Graciosa, Faial, Pico, São Jorge, Flores e Corvo (DRA, 2017). Ainda no âmbito dos parâmetros estabelecidos na DQA, o PGRHA 2016-2021 demonstrou que, para um total de 30 massas de água costeiras analisadas, 89% apresentavam um estado Excelente enquanto que 11% possuíam um estado considerado Bom (AHA-DRA, 2015; Cruz *et al.*, 2017a; Simbiente Açores, 2015a, 2015b) (SRMCT, 2020).

Gabriel *et al.*, (2014) realizaram um estudo, com base em diferentes índices ecológicos, i.e., EEI (*Ecological Evaluation Index*), RSL (*Reduced Species List Rocky Shore Tool*), CFR (*Quality of Rocky Bottoms Index*) e MarMAT (*Marine Macroalgae Assessment Tool*), nas águas costeiras de seis ilhas dos Açores (Flores, Corvo, Faial, Pico, São Jorge e Graciosa) e, em particular, com recolha de amostras em locais próximos dos centros populacionais mais significativos. Os resultados desse mesmo estudo indicaram que todas as massas de água atingem os requisitos estabelecidos pela DQEM, sendo que a maioria apresenta condições de qualidade Elevada. Ainda para o arquipélago dos Açores, Borja *et al.*, (2019) utilizando a ferramenta *Nested Environmental Status Assessment Tool* (NEAT), avaliaram o estado Ambiental, no âmbito na DQEM, tendo obtido, para vários descritores da DQEM, um valor NEAT de 0.727, o qual corresponde a um BEA (SRMCT, 2020). Com base em dados provenientes do estudo das comunidades intertidais rochosas de algas, nas ilhas de Santa Maria e Graciosa, foi avaliada a qualidade da água costeira, no âmbito da DQA (Wallenstein *et al.*, 2013b), com base na ferramenta PAN-EQ-MAT (considerando EQ para *Ecological Quality* e MAT para *Macroalgae Assessment Tool*), tendo as zonas costeiras apresentado, maioritariamente, uma qualidade boa e/ou elevada (Neto *et al.*, 2009; Wallenstein *et al.*, 2013b), embora fosse essencial o estabelecimento de limites "bom-moderado-pobre-mau" e a recolha de dados com origem em massas de água poluídas (Wallenstein *et al.*, 2013b). Para além disso, segundo Gabriel *et al.* (2014), todas as massas de água analisadas atingem os requisitos ambientais estabelecidos pela DQA, em que a maioria deles apresenta condições de elevada qualidade.

Relativamente às águas de transição, as duas lagoas da Fajã dos Cubres, na ilha de São Jorge, apresentavam anteriormente um Estado inferior a Bom, embora estas mesmas duas massas de água tenham obtido, posteriormente, uma melhoria na sua qualidade, adquirindo o estado de Bom, a partir da monitorização efetuada em 2013 (Simbiente Açores, 2015a, 2015b). A partir da

monitorização realizada em 2012/2013, foi possível estabelecer o estado da qualidade da água nas três massas de água, que ocorrem na Ilha de São Jorge, em que a Lagoa da Fajã de Santo Cristo evolui de um estado Bom para Excelente e em que as duas lagoas da Fajã dos Cubres demonstraram a passagem de um estado Razoável para Bom (DRA, 2017). Contudo, a partir dos dados recolhidos em 2015, ocorreu uma degradação no estado da qualidade da água nas lagoas da Fajã dos Cubres, o que implicou a necessidade de acompanhamento das mesmas (DRA, 2017). Para além disso, as lagoas das Fajãs dos Cubres, a par do Paúl do Cabo da Praia, na Ilha Terceira, são os únicos locais onde ocorre a espécie vegetal monocotiledónea *Ruppia maritima*, e como tal revestem-se de uma elevada importância ecológica e de grande valor patrimonial natural (Morton e Frias Martins, 2019) (SRMCT, 2020).

De acordo com Cruz *et al.,* (2017a), embora as massas de água demonstrem um Estado de Bom a Excelente, de acordo com os parâmetros incluídos na DQA, deverão ser feitos esforços adicionais no sentido da redução das cargas de azoto, nos Açores, de modo a prevenir a poluição das águas interiores e o consequente fluxo de nutrientes para as águas costeiras (SRMCT, 2020). Considerando que as baías costeiras de baixa profundidade são particularmente vulneráveis às alterações antrópicas que ocorrem no território, *e.g.*, McGlathery *et al.*, (2007), há a destacar o caso particular da baía de Porto Pim, na ilha do Faial, cujas águas apresentam um estado de eutrofização crónica.

DESENVOLVIMENTO EXPLOSIVO DE ALGAS PERNICIOSAS NA COLUNA DE ÁGUA

A ocorrência repentina e abrupta do desenvolvimento explosivo de algas conduz a alterações significativas na qualidade da água por via de danos físicos mecânicos por parte de populações de algas de elevada densidade ou pelos efeitos químicos que podem causar devido à produção de toxinas ou ao estabelecimento de condições de hipoxia ou de anoxia (Costa *et al.*, 2017). Para além disso, as espécies de fitoplâncton, especialmente as que conduzem a este tipo de desenvolvimento pernicioso de algas, são regularmente monitorizadas pelos países costeiros (Costa *et al.*, 2017). Contudo, sabe-se que a informação acerca do fitoplâncton nas águas marinhas dos Açores é pouco abundante, muito embora exista algum conhecimento sobre o desenvolvimento explosivo de algas em outras zonas do globo, em que as fontes mais comuns de nutrientes são os efluentes domésticos, as escorrências da atividade agropecuária intensiva e os efluentes da indústria alimentar (Simbiente Açores, 2015b, 2015a) (SRMCT, 2020).

Fitoplâncton

Ao largo da Ilha Terceira, durante o período entre o fim do outono e o inverno, registou-se um incremento na abundância de cocolitóforos devido à proliferação das espécies eutróficas *Emiliania huxleyi* e *Gephyrocapsa ericsonii*, embora a maior abundância destas tenha sido registada durante a primavera e o inverno (Narciso *et al.*, 2016). A salientar ainda que este mesmo estudo revelou que o incremento destas espécies de cocolitóforos está relacionado com o aumento nas concentrações de nutrientes, tais como fosfatos, nitratos e silicatos, bem como com as relativas temperaturas baixas das águas superficiais do oceano ou a mistura das camadas mais superficiais da coluna de água (Narciso *et al.*, 2016). Estudos experimentais efetuados também com amostras recolhidas ao largo da Ilha Terceira, revelaram que um incremento da biomassa do fitoplâncton provocado por um aumento nos níveis de nutrientes, é frequentemente dominado por diatomáceas, dinoflagelados ou espécies de algas haptófitas (Barcelos Ramos *et al.*, 2017; Irigoien *et al.*, 2004) (SRMCT, 2020).

Comunidades associadas a processos de bioerosão

Os fenómenos de bioerosão aumentam com a eutrofização, tendo em conta que o aumento na concentração de nutrientes fomenta a produção de fitoplâncton e de macroalgas, os quais constituem recursos alimentares dos organismos filtradores bioerosivos e dos herbívoros, respetivamente (Davidson *et al.*, 2018; Glynn e Manzello, 2015). Na fonte hidrotermal localizada ao largo da Ponta da Espalamaca (Ilha do Faial), foi registada a ocorrência de indivíduos de algas verdes dos géneros *Eugomontia* sp. e *Phaeophila* sp., bem como de cianobactérias endolíticas do género *Hyella* sp. e da espécie *Mastigocoleus testarum*, os quais são organismos caraterísticos de comunidades pioneiras de microerosão (Tribollet *et al.*, 2018) (SRMCT, 2020).

Comunidades associadas a eventuais condições de oligotrofia

Os Açores registaram ainda a maior concentração relativa de algas verdes Chloropicophyceae (ver Lopes dos Santos *et al.,* 2017) para a descrição desta nova classe de microalgas picoplanctónicas), nomeadamente das espécies *Chloroparvula pacifica* e *Chloropicon roscoffensis* entre todas as estações que serviram de base a uma amostragem efetuada, de acordo com um estudo publicado por Tragin e Vaulot (2018). Todavia, acresce ainda que estas mesmas duas espécies compreendem algas picoplanctónicas e sendo elementos importantes das comunidades fitoplanctónicas marinhas, especialmente de águas oligotróficas moderadas (Lopes dos Santos *et al.*, 2017), poderão, eventualmente, funcionar como mais um indicador do carácter oligotrófico das águas marinhas açorianas (SRMCT, 2020).

Macroalgas

Relativamente à acumulação de macroalgas soltas, nomeadamente à sua ocorrência que tem conduzido ao surgimento de um mau odor, no interior do Porto Velho (rampa de varagem, Areia Funda e Cais Velho), na vila da Madalena, Ilha do Pico, Martins *et al.* (2018*)* referem que este é um fenómeno frequente nesta zona que deriva da localização geográfica e configuração desta área portuária, bem como de fatores biológicos (ciclo de vida das algas) e físicos (ondulação, dinâmica das correntes e regime de ventos). Há também a mencionar a existência de registos anteriores deste tipo de arrojamentos, nomeadamente no ano de 1993 (Gonçalves e Lopes, 1994; Martins *et al.*, 2018), bem como da ocorrência de uma acumulação de algas, neste mesmo porto, entre o outono de 2015 e a primavera de 2016 (Martins *et al.*, 2018) (SRMCT, 2020).

Ainda para este mesmo estudo levado a cabo por Martins *et al.*, 2018, foram identificadas os principais géneros e espécies de algas no interior do porto (*Asparagopsis* sp., *Caulacanthus ustulatus*, *Corallina elongata*, *Cystoseira* sp., *Dictyota* sp., *Halopteris* sp. *Hypnea* sp., *Plocamium* sp., *Pterocladiella* sp., *Zonaria tournefortii*), bem como no exterior do mesmo (*Asparagopsis* sp., *Caulacanthus ustulatus*, *Corallina elongata*, *Cystoseira* sp., *Dictyota* sp., *Halopteris* sp., *Hypnea* sp., *Plocamium* sp., *Pterocladiella* sp., *Zonaria tournefortii*). Uma espécie de alga ocrófita (*Zonaria tournefortii*) foi identificada como sendo a fonte de mau cheiro, uma vez que é a espécie que se acumula em maior quantidade (99% de abundância relativa durante o outono de 2016), seguida das algas *Asparagopsis* spp, no interior do porto, desencadeando os consequentes processos de decomposição, os quais são mais prolongados, no tempo, devido aos seus talos serem mais densos relativamente aos das outras espécies (Martins *et al.*, 2018). Para além disso, na zona portuária da

Madalena, Ilha do Pico, foram igualmente encontrados alguns valores positivos para *Salmonella* spp. e *Escherichia coli*, que ultrapassaram os Valores Máximos Admissíveis (VMA) permitidos e de duas dioxinas que exibiram VMA superiores a 100 ppb (Martins *et al.*, 2018) (SRMCT, 2020).

Diatomáceas

Atendendo a que a concentração de CO_2, no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, apresenta um padrão de incremento ao longo do tempo (Pérez *et al.*, 2010), o que associado à evidência de que a turbulência marinha, conjugada com o aumento no nível de CO_2, induzem uma menor taxa de crescimento ou uma menor produção de matéria orgânica entre as diatomáceas da espécie *Asterionellopsis glacialis*, ao largo da Ilha Terceira (Gallo *et al.*, 2018), será de admitir, hipotética e gradualmente, uma menor densidade, por exemplo, de espécies fitoplanctónicas como esta. Ainda de acordo com estes autores, se a superfície oceânica estiver mais exposta a tempestades e ventos mais fortes, as comunidades fitoplanctónicas poderão ficar mais sensíveis aos valores de pH mais reduzidos, o que conduzirá a potenciais consequências para a composição e produtividade dessas mesmas comunidades (Gallo *et al.*, 2018) (SRMCT, 2020).

Dinoflagelados e produção e toxinas paralisantes por marisco

As toxinas paralisantes por marisco (*PST - paralytic shellfish toxins*) correspondem a um tipo de ficotoxinas que são produzidas por vários géneros de microalgas e de cianobactérias de distribuição mundial (Silva *et al.*, 2018). Os dinoflagelados dos géneros *Alexandrium*, *Gymnodinium* e *Pyrodinium* são os que mais produzem estas substâncias estando a maioria das intoxicações associadas aos eventos explosivos destes organismo (Shumway, 1995, 1990; Silva *et al.*, 2018) (SRMCT, 2020).

Apesar de não existirem fenómenos de desenvolvimento explosivo de algas perniciosas com um impacte ambiental significativo, verificou-se uma ocorrência pontual reportada para a Ilha de São Jorge (Santos *et al.*, 2014, 2013b). Estes autores reportaram o primeiro afloramento de dinoflagelados tóxicos *Alexandrium minutum*, nos Açores, no qual, durante o mês de setembro de 2013, foram registadas concentrações elevadas desta espécie superiores a 1,3 x 107 células.L^{-1}, na lagoa da Fajã de Santo Cristo, Ilha de São Jorge. Este afloramento apresentou-se de tons laranja-acastanhados, com consequente mortalidade de peixes (*Mugil cephalus*) e de bivalves (*Ruditapes decussatus*) derivada da ocorrência de níveis elevados de toxinas paralisantes por marisco que ultrapassaram 30 vezes os níveis aceitáveis para estas substâncias tóxicas as quais provocaram igualmente a intoxicação de quatro pessoas (Santos *et al.*, 2014, 2013b). Para além disso, verificou-se que o risco de eutrofização das lagoas costeiras da ilha de São Jorge (Fajã dos Cubres e Lagoa de Santo Cristo) tendia a aumentar e, consequentemente, a necessitarem de um plano distinto de monitorização (Santos *et al.*, 2013; SRMCT, 2014). Este caso esporádico foi o único documentado para a região, mas sem uma monitorização regular de HABs (*harmful algal blooms*), no arquipélago, não é possível aferir o BEA especificamente para os afloramentos de dinoflagelados tóxicos da espécie *Alexandrium minutum* (SRMCT, 2020).

De acordo com Silva *et al.*, 2018, na Ilha de São Miguel, para um total de 38 amostras, 22 revelaram-se positivas relativamente à ocorrência de PST. Foram, deste modo, detetados 7 valores de absorção acima do limite legal em duas espécies de estrelas-do-mar (*Ophidiaster ophidianus* e *Marthasterias glacialis*) seguidos pelos moluscos das espécies *Stramonita haemastoma* e *Patella gomesii* (Silva *et*

al., 2018). Ao largo da Ilha Terceira, foi verificado que o aumento nos níveis de fosfato promoveu igualmente uma maior abundância de dinoflagelados, mas do género *Prorocentrum*, os quais demonstram capacidade de armazenamento e de mobilização de fosfato (Barcelos Ramos *et al.*, 2017; Dyhrman and Palenik, 1999; Glibert *et al.*, 2012; Li *et al.*, 2011); contudo, a capacidade de armazenar outros macronutrientes foi registada em diatomáceas do género *Chaetoceros* (Barcelos Ramos *et al.*, 2017). Embora o aumento no nível de azoto tenha promovido o incremento na abundância de dinoflagelados e de diatomáceas, este não foi significativo, o que pode indicar que o fósforo (conjuntamente com metais vestigiais), e não o azoto, constitui o fator nutritivo limitante (Barcelos Ramos *et al.*, 2017) (SRMCT, 2020).

Cianobactérias

Na ilha de São Miguel, nomeadamente em São Roque (Ponta Delgada), foram isoladas duas estirpes de cianobactérias, designadamente *Synechocystis* sp. e *Chroococcales*, a partir das espécies de esponjas *Polymastia agglutinans* e *Tedania ignis*, respetivamente (Regueiras *et al.*, 2018). Embora, as duas estirpes tenham já demonstrado serem embriotóxicas, não foi observado, pelo contrário, nenhuma alteração no comprimento larvar, o que permitirá deduzir que o seu efeito tóxico apenas se faz sentir nas primeiras fases embrionárias dos ouriços-do-mar (Martins *et al.*, 2007; Regueiras *et al.*, 2018). Relativamente à toxicidade de *Synechocystis* sp., esta espécie não induziu a destruição de glóbulos vermelhos de mamíferos, embora alguns efeitos tóxicos tenham já sido reportados em outros estudos (Regueiras *et al.*, 2018; Sakiyama *et al.*, 2006), sendo que a atividade hemolítica de *Chroococcales* foi registada abaixo de 10% (Regueiras *et al.*, 2018). Contudo, em relação à estirpe *Chroococcales*, foram demonstrados efeitos tóxicos desta, ao nível embrionário, nos ouriços-do-mar, tendo sido a estirpe que revelou o maior grau de toxicidade ao nível das larvas deste equinoderme (Martins *et al.*, 2007; Regueiras *et al.*, 2018). No que respeita à espécie de camarão *Artemia salina*, os ensaios com extratos aquosos não revelaram toxicidade significativa por parte das estirpes testadas relativamente a esta espécie de crustáceo, embora outros estudos tenham já revelado o contrário (Regueiras *et al.*, 2018). Porém, estes mesmos autores recomendam ainda que o potencial tóxico destas estirpes deva ser estudado mais aprofundadamente atendendo à maior toxicidade obtida, em ensaios com extratos orgânicos, relativamente à espécie *A. salina* (SRMCT, 2020).

Atendendo às situações de desenvolvimento explosivo de algas em algumas lagoas da ilha de São Jorge, bem como no porto da Madalena, na ilha do Pico, e já mencionadas anteriormente, foi sugerido, em geral, para o arquipélago, e a título preventivo, um BEA. Contudo, para as águas de transição (nas quais se incluem estas lagoas) e para a situação reportada no porto da Madalena, na ilha do Pico, a avaliação teria de ser ponderada especificamente (SRMCT, 2020).

Macroalgas oportunistas dos habitats bentónicos

As algas oportunistas, pela sua proliferação devido ao stress provocado pelo aumento considerável de nutrientes na água do mar e pelo aumento da temperatura da água, conduzem a uma fragmentação e perda dos habitats formados pelas macroalgas (Alestra e Schiel, 2014). Contudo, as espécies oportunistas podem ser naturalmente abundantes em substratos rochosos e não representarem nenhum tipo de interferência antropogénica ou impacte ambiental (Petersen *et al.*,

2005; Wallenstein *et al.*, 2013a; Wilkinson e Wood, 2003), embora tendo em conta igualmente que os afloramentos de macroalgas são, em geral, considerados mais problemáticos quando ocorrem em substratos relativamente abrigados e sedimentares do que em substratos duros (Scanlan *et al.*, 2007; Wallenstein *et al.*, 2013a). Contudo, a classificação das espécies em oportunistas versus não-oportunistas é amplamente considerada como sendo crucial na avaliação do impacte dos nutrientes e/ou de substâncias tóxicas presentes nas águas costeiras (Arévalo, Pinedo e Ballesteros, 2007; Krause-Jensen, Carstensen e Dahl, 2007; Scanlan *et al.*, 2007; Wells *et al.*, 2007; Wallenstein, *et al.*, 2013b) (SRMCT, 2020).

Para a Ilha de São Miguel, Wallenstein e Neto (2006) propuseram uma classificação, baseada em macroalgas, em que reconhecem a existência de dezasseis biótopos no intertidal rochoso desta ilha. Contudo, para a costa sul da Ilha de São Miguel, Martins *et al.*, (2016) reportaram a ocorrência de habitats dominados por frondes pequenas com quase três vezes mais produtividade que os habitats dominados por povoamentos algais musciformes e que suportam uma macrofauna distinta. Estes mesmos autores sugerem ainda que, à semelhança de muitas regiões costeiras onde ocorrem habitats com vegetação (e.g., florestas de kelps), algumas espécies de algas castanhas mais pequenas podem apresentar igualmente efeitos importantes na estrutura e funcionamento dos ecossistemas, embora estes mesmos efeitos pareçam estar confinados aos níveis tróficos mais baixos. Para além disso, o banco submarino das Formigas que constitui uma reserva natural e, como tal, protegido dos efeitos da pesca intensa (à exceção da pesca do atum), constitui o único local, na região dos Açores, onde ocorrem formações densas de kelps da espécie Laminaria ochroleuca (Amorim *et al.*, 2015; Neto, 1994). No entanto, nos Açores, dominam povoamentos algais musciformes, constituindo o elemento essencial na estruturação das comunidades intertidais, em que várias algas crescem emaranhadas sob a forma de tapete, podendo cobrir extensões consideráveis nas zonas entre-marés e submersa adjacente (Neto, 1992, 2001; Neto, 2000a; Neto, 2000b; Wallenstein *et al.*, 2008) (SRMCT, 2020).

Nos Açores, as comunidades intertidais apresentam uma menor diversidade de invertebrados, quando comparadas com outras regiões do Atlântico, o que se deve provavelmente à menor extensão dos respetivos biótopos intertidais que resultam de fatores como a dominância de costas muito escarpadas expostas, uma elevada energia das ondas ou mesmo a ocorrência de temperaturas mais elevadas (Wallenstein *et al.*, 2008). De acordo com Costa e Ávila (2001), a família Rissoidae é a família de moluscos mais bem representada nos Açores. A espécie *Ervilia castanea* é o bivalve mais comum nos Açores, ocorrendo exclusivamente nos ecossistemas infralitorais bentónicos pouco ricos em nutrientes (Ávila, 2005; Moreno, 1998; Morton, 1990). Há a registar, igualmente, uma boa representação dos ouriços do mar costeiros nos Açores, onde ocorrem 17 espécies, embora hajam registos da ocorrência de uma décima oitava espécie (*Diadema africanum*) para a ilha de Santa Maria (Hawkins *et al.*, 2000; Micael e Costa, 2010; Minderlein e Wirtz, 2014). Especificamente para as ilhas do Faial e de São Miguel, estão ainda reportadas 122 espécies de Amphipoda pertencentes a 29 famílias (Lopes *et al.*, 1993; Zeina *et al.*, 2015). Para além disso, foi identificada uma nova espécie da Ordem Amphipoda (Ingolfiella azorensis), pertencente à família Ingolfiellidae, na Ilha de São Miguel, elevando para seis (20% das espécies desta família conhecidas a nível mundial), o que sugere que a Macaronésia possa ser um centro evolutivo importante para os Ingolfiellidae (Rubal e Larsen, 2013). De facto, na costa sul da Ilha de São Miguel, Martins *et al.*, 2016 observaram que os Amphipoda eram um dos grupos taxonómicos predominantes ao nível da macrofauna associada aos habitats dominados por macroalgas. Igualmente, na costa de Vila Franca do Campo, na Ilha de São Miguel, os Amphipoda são referidos como estando entre os grupos

taxonómicos dominantes ao nível dos habitats bentónicos, em particular nas comunidades faunísticas associadas a algas (Bamber e Robbins, 2009) (SRMCT, 2020).

Nos Açores, existem locais sem registo de espécies oportunistas, sendo que o valor máximo em relação à proporção média geral destas espécies foi de 0.38 para a Ilha de Santa Maria (Macedo, 2011). Porém, foram identificadas 4 espécies de macroalgas oportunistas: *Chaetomorpha pachynema*, *Ulva compressa*, *Ulva intestinalis* e *Ulva rigida* (Wallenstein *et al.*, 2013b). Igualmente, foi registado um aumento nesse valor com mais 6 espécies, designadamente, *Ulva compressa*, *Porphyra* sp. *Ectocarpus fasciculatus*, *Ectocarpus siliculosus*, *Blidingia minima* e *Chaetomorpha aerea*, para a Ilha de São Miguel (Wallenstein *et al.*, 2013a). De facto, as algas verdes oportunistas são geralmente conhecidas por responderem ao enriquecimento de nutrientes e por serem mais sensíveis às alterações na qualidade da água do que outras espécies oportunistas, sendo que as espécies dos géneros *Ulva*, *Chaetomorpha* ou *Cladophora* são de facto as espécies mais usuais na formação de afloramentos, embora as espécies dos géneros *Ceramium*, *Ectocarpus* e *Porphyra* possam atingir maiores proporções (Karez *et al.*, 2004; Wallenstein *et al.*, 2013b). Foram ainda obtidos resultados que demonstraram a ocorrência, para um total de 43 taxa de macroalgas registadas e no qual a Ilha do Pico apresentou o maior número de taxa oportunistas (4), numa proporção, que variou entre 5 a 8%, o que está de acordo com estudos anteriores (Gabriel *et al.*, 2014; Macedo, 2011) (SRMCT, 2020).

COMUNIDADES DE MACRÓFITAS DOS HABITATS BENTÓNICOS

O tipo de comunidades de macrófitas bentónicas (algas e prados marinhos) descrito na DQEM, não ocorre nas águas marinhas do arquipélago dos Açores (Neto, *com. pess.*). Por conseguinte, e devido ao facto de não existirem este tipo de comunidades vegetais, este indicador não se enquadra no arquipélago, embora ocorram algas castanhas fucóides, mas sem formarem povoamentos densos (SRMCT, 2014) (SRMCT, 2020).

A.18.6. INTEGRIDADE DOS FUNDOS MARINHOS

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 6 (D6)[12] refere-se à integridade dos fundos marinhos, a qual exige séries temporais de dados sobre a composição e estrutura das comunidades bentónicas, mapeamento (distribuição e extensão) dos habitats ou ecossistemas a considerar, para além do papel funcional e da vulnerabilidade das espécies estruturantes às atividades humanas (SRMCT, 2014).

Os *habitats* e biótopos conhecidos na região encontram-se amplamente descritos e caracterizados no relatório de avaliação inicial (SRMCT, 2014). Na inexistência de informação de referência ou de séries temporais que permitissem avaliar o impacte das atividades humanas nos habitats bentónicos, a avaliação realizada para o 1.º ciclo da DQEM assumiu que a abordagem a este descritor devia centrar-se nos habitats identificados e classificados pela OSPAR como ameaçados ou em declínio (SRMCT, 2014), considerando-se que os habitats avaliados (campos de maerl, corais de águas frias e campos hidrotermais estavam em BEA com grau de confiança médio/ baixo (SRMCT,

[12] "A avaliação da integridade dos fundos marinhos é baseada em indicadores que incluam habitats rochosos e biogénicos, habitats sedimentares e habitats 'entre marés' contra metas que incluam a extensão e condição dos habitats, a condição das comunidades e os danos físicos." (Decisão 2017/848/UE da Comissão, de 17 de maio de 2017).

2014). A Decisão (UE) 2017/848 da Comissão considera como pressões antropogénicas pertinentes no fundo marinho: i) perda física (entendida como uma alteração permanente dos fundos marinhos, devido à alteração permanente do substrato ou da morfologia dos fundos marinhos e à extração de substrato do fundo do mar, e que tenha durado ou se preveja que dure dois ciclos de apresentação de relatórios ou mais) e ii) perturbação física (temporária ou reversível entendidas como uma alteração dos fundos marinhos que pode ser recuperada se as atividades causadoras dessa pressão deixarem de ocorrer).

As alterações dos perfis de fundo mediante ação humana podem provocar a substituição da fauna e flora marinha dos locais impactados por comunidades ecologicamente mais tolerantes e/ou competitivas (SRMCT, 2014). São várias as pressões que podem dar lugar a esses impactos. Consideraram-se por pressão a extração de inertes, a deposição de dragados e a pesca. A selagem dos fundos marinhos é um dos principais impactos causados pelas obras de artificialização da costa como são infraestruturas portuárias, de defesa costeira e uso balnear, tanto longitudinais como perpendiculares ao litoral (SRMCT, 2014). Nas últimas décadas, as necessidades socioeconómicas derivadas da forte litoralização, aumento do turismo e da pressão exercida sobre a zona costeira, têm levado ao aumento do número e dimensão dessas infraestruturas, com objetivos de prevenir, mitigar ou defender património edificado ou faixas costeiras em relação às ações erosivas diretas e indiretas do mar (agitação, marés, correntes, evoluções hidromorfológicas, (SRMCT, 2014). Foi promovida, durante o 2.º ciclo de avaliação da DQEM, a caracterização e levantamento de toda a informação das componentes artificiais que se encontram ao longo da faixa costeira do arquipélago dos Açores. Devido à insuficiência dos dados e limitadas evidências científicas, aliado ao facto de ainda não terem sido estabelecidos, pelos Estados-Membros, os valores limiar para cada um dos critérios não foi possível avaliar o BEA para este Descritor no âmbito do 2.º ciclo da DQEM.

A extração de sedimentos do fundo marinho, tanto para a regeneração de praias, construção civil ou para aumentar ou manter o calado dos portos, dá lugar, entre outros impactos, a perda de substrato, modificação da topografia dos fundos e aumento dos níveis de turbidez (sedimentos suspensos) que alteram localmente a qualidade das águas nas áreas adjacentes às zonas de exploração. Esses efeitos podem degradar ou destruir por completo as comunidades de fauna e flora típicas nas zonas exploradas (ex.: peixes demersais com interesse comercial, agregações de corais ou esponjas), quer pela remoção direta dos inertes, quer pelas plumas de sedimento que resultam em suspensão na coluna de água. A zona de sedimentação do material ocupará uma extensão superior à superfície de extração, cujo tamanho dependerá de fatores como a intensidade das correntes, temperatura e salinidade da água, distância ao fundo e a granulometria do material em suspensão. As partículas de sedimento ressuspensas podem afetar o biota por recobrimento, indução de stress, asfixia e/ou mortalidade, tanto em zonas sedimentares como rochosas. As extrações de inertes podem então impactar comunidades marinhas ecologicamente sensíveis e/ou com limitada dispersão genética populacional como aparenta ser o caso de grande parte da fauna costeira dos Açores (SRMCT, 2020).

As dragagens, necessárias para assegurar as condições de navegabilidade e acessibilidade em infraestruturas portuárias, e a subsequente deposição de dragados de sedimentos provenientes de áreas que podem conter algum nível de poluição, como poderão ser exemplo alguns portos comerciais, portos de pesca, marinas, cais de acostagem ou outras infraestruturas de apoio à navegação, podem ainda conter contaminantes em concentrações anormais (ex.: níquel, cádmio, compostos orgânicos como bifenis policlorados e hexaclorobenzeno). Adicionalmente, as plumas de

sedimento resultantes da extração de inertes, poderão ainda influenciar a qualidade de atividades turísticas ou lazer em áreas marinhas do arquipélago, como o mergulho com escafandro ou o usufruto de espaços balneares. Estas atividades podem, ainda, causar alterações ao nível do relevo, perfil, batimetria e regime de sedimentação sobre os fundos arenosos, alterando processos de erosão costeira, transporte de sedimentos e alimentação de praias, assim como a qualidade dos substratos móveis para as respetivas comunidades naturais, ou através de bioacumulação pela cadeia trófica. Os vertidos de material dragado, que provoquem acumulações de sedimento em lugares onde antes não existiam, para além de modificarem a batimetria da zona, podem originar, pelo menos temporariamente, alterações nas condições hidrodinâmicas locais. Adicionalmente podem provocar danos físicos temporais mediante a modificação da turbidez e o conteúdo em sólidos em suspensão no meio marinho durante o derrame do material.

EFEITOS DAS ATIVIDADES HUMANAS NOS HABITATS BENTÓNICOS E COMUNIDADES ASSOCIADAS

Extração de inertes

As extrações de inertes ou dragagens submarinas constituem pressões que modificam a ecologia e dinâmica das comunidades que vivem na área de incidência, mas a magnitude da alteração depende da dimensão da extração/dragagens, assim como da batimetria e tipo de substrato da zona circundante (SRMCT, 2014). A consequência direta mais significativa da extração de inertes submersos é a remoção da fauna bentónica costeira associada a fundos sedimentares.

Nos Açores, a extração de inertes (areia) para construção civil, ao longo da faixa costeira, é uma atividade regulamentada com grande relevância económica e social (*vide* Vol. III-A). Nos Açores os depósitos de areias emersas e submersas em áreas costeiras são escassos devido a um conjunto de fatores geomorfológicos, geológicos e hidrodinâmicos adversos, que obrigam a uma monitorização e de identificação de novos locais com potencial para a extração de inertes. Esta atividade ocorre em zonas muito restritas, dentro das áreas legalmente definidas nas costas das ilhas, a cerca de 20m de profundidade (SRMCT, 2020). O conhecimento que existe sobre os ecossistemas sedimentares costeiros dos Açores afetados pela extração de inertes é ainda diminuto, pelo que o impacto que a exploração tem sobre a biodiversidade é também pouco conhecido (Gonçalves *et al.*, 2018). Os substratos móveis submarinos mais costeiros são aparentemente pobres em biodiversidade (quando comparados aos substratos rochosos), já que a sua natureza é muito dinâmica, impedindo a fixação de macroalgas e de outros organismos epibentónicos construtores de habitats (Gonçalves *et al.*, 2018). Nos Açores, a endofauna que aí vive é, sobretudo, constituída por invertebrados, com uma diversidade considerável de poliquetas, crustáceos, bivalves, gastrópodes e equinodermes e por peixes que dependem dos fundos arenosos, para alimentação (salmonetes, Mullus surmuletus; sopapo, *Sphoeroides marmoratus*), abrigo (bodião-da-areia, *Xyrichtys novacula*; solha, *Bothus podas*; lagarto-da-costa, *Synodus saurus*) e reprodução (peixe-porco, *Ballistes capriscus*) (Gonçalves *et al.*, 2018).

A análise dos volumes de areia extraídos nos Açores, integrados com os dados de AIS (*Automatic Identification System*) das dragas licenciadas, permitiu constatar que a atividade extrativa se concentra em áreas muito reduzidas, afetando só uma pequena parte das zonas licenciadas para exploração (Gonçalves *et al.*, 2019a). As observações preliminares *in situ* mostram também que cada operação de extração de areia forma depressões com dimensões reduzidas (8.3 m de diâmetro e 1.4 m de profundidade) que podem ser efémeras, já que passado algum tempo (cerca de um mês) elas são preenchidas por areia vinda das zonas adjacentes. Além disso, os trabalhos ecológicos não

permitiram encontrar diferenças significativas entre a biodiversidade das áreas exploradas e das áreas não exploradas. Neste contexto, considera-se que o impacte da atividade atual nos fundos sedimentares costeiros é de pequena magnitude e restrito às áreas usadas para a extração de inertes, para além das zonas portuárias (como resultado de dragagens de desassoreamento) (SRMCT, 2020). No entanto, é importante avaliar em mais profundidade e regularidade os impactes ecológicos reais dessa extração, que pode afetar as comunidades biológicas que aí vivem (especialmente de maërl), a proteção da orla costeira e a segurança das obras portuárias e de outras infraestruturas costeiras. Apesar de haver alguma captura de pequenos invertebrados bentónicos, durante o processo de extração de sedimento, o impacto pode ser considerado como pouco significativo uma vez que o número de embarcações licenciadas na região é pequeno e as áreas de atividade são exploradas numa área muito limitada. Por outro lado, este tipo de ecossistemas móveis tem uma capacidade de recuperação rápida face o nível de exploração atual (Gonçalves *et al.*, 2019a).

Por sua vez, a recolha de 'calhau rolado', constitui uma atividade relativamente comum na RAA. Este recurso geológico é muito utilizado na pesca, em especial em palangres-de-fundo e para poitas de embarcações e de artes de pesca fixas. O calhau rolado é também usado para fins ornamentais ou artísticos, como por exemplo o embelezamento de muros e/ou jardins (Miranda, 2017), mas os volumes extraídos para este fim são muito reduzidos.

Deposição de dragados

Nos Açores as dragagens de sedimentos com outros objetivos que não a extração comercial de areias, são essencialmente operações de desassoreamento de zonas portuárias, onde os fundos poderão ter mais sedimentos finos e estarem quimicamente alterados. No geral, estas operações portuárias implicam a deposição destes sedimentos em zonas marinhas adjacentes ao local de extração. O impacto da atividade deve ser muito reduzido, dada a escala da pressão, que afeta ocasionalmente áreas muito restritas das zonas costeiras das ilhas. No entanto, foi reportado, para outros portos e ecossistemas costeiros de maiores dimensões, significativos impactes ambientais e ecológicos, como consequência da libertação de metais para o meio ambiente marinho e do aumento do risco ecológico de asfixia para as comunidades betónicas na zona de deposição (Radenac *et al.*, 1997). Assim, considera-se que é necessário acompanhar as operações de deposição de dragados e avaliar os eventuais impactos que possam causar alterações nas comunidades em presença, especialmente se forem vertidos em zonas rochosas com habitats classificados e protegidos, como VME (SRMCT, 2020).

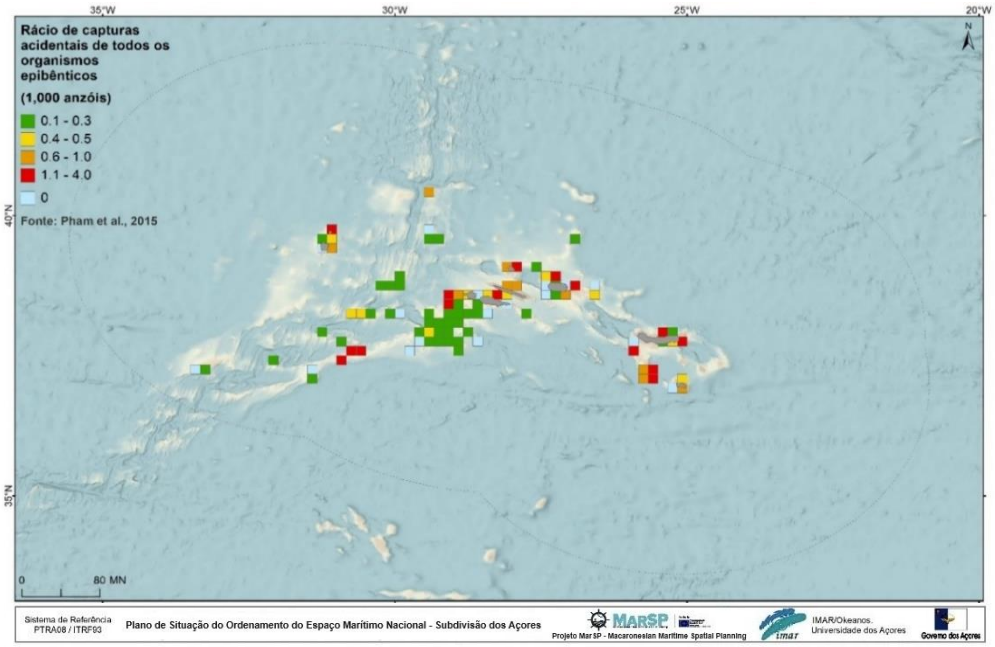
Pesca

Na subdivisão dos Açores a atividade associada à pesca compreende não só a pesca com embarcação, mas também a apanha de animais marinhos e a pesca apeada, constituindo-se como a mais relevante em termos de pressões e impactes a pesca profissional com recurso a embarcação, em particular de maiores dimensões. Existem, especificamente para a RAA, diversas portarias que regulamentam o exercício da pesca em diversas áreas da Região e em diversas ilhas, tendo por base quer a minimização de pressões e impactes de natureza biológica e física, quer mesmo de adaptação de regulamentação a permitir novas áreas ou ampliação de áreas de pesca e apanha quando, comprovadamente, estas não apresentam os impactes inicialmente previstos. Estes instrumentos legais, complementados com um conjunto significativo de outros instrumentos associados

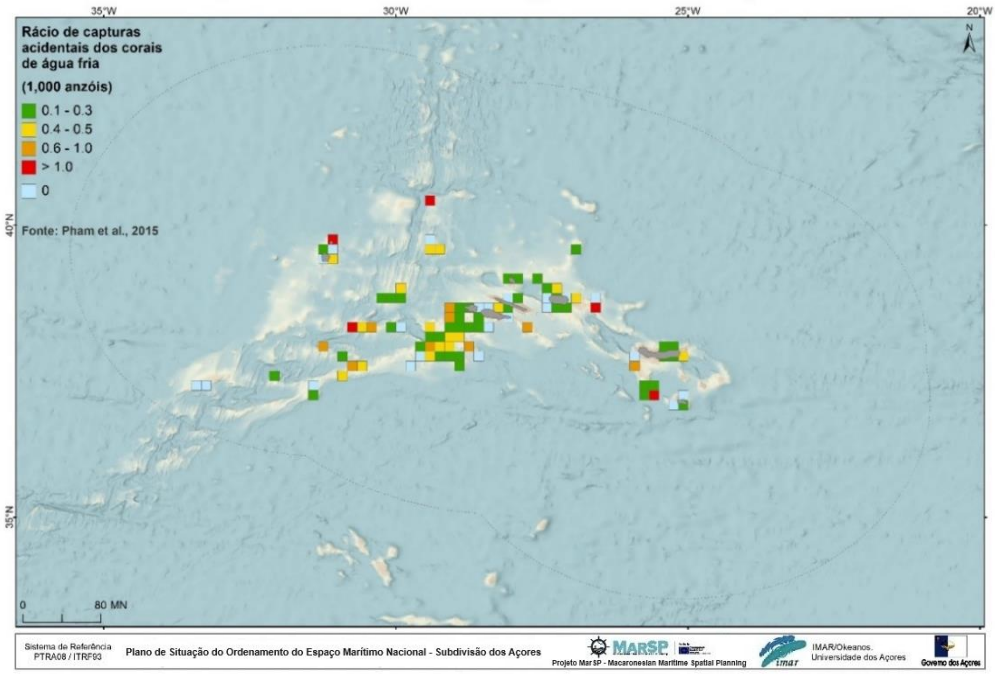
especificamente quer às artes de pesca, quer a espécies, épocas de defeso, tamanhos mínimos, entre outros, pretendem, no seu cômputo geral, criar as condições necessárias para a proteção dos fundos marinhos e da coluna e plano de água no seu todo, com os respetivos habitats e ecossistemas, dos impactes adversos da atividade da pesca, nomeadamente através da interditação da utilização e a manutenção a bordo de artes de pesca suscetíveis de causar impactes negativos nos ecossistemas em determinadas zonas no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores.

Apesar de, nos Açores, a pesca de arrasto estar proibida desde 2005 (SRMCT, 2020), assim como o uso de redes de emalhar de profundidade (>200 m) numa vasta área da subárea dos Açores da ZEE de Portugal, praticam-se outras artes de pesca de fundo, com menor impacte sob habitats vulneráveis, nomeadamente linhas de mão e palangres de fundo, cujo esforço de pesca incide sobretudo na zona costeira e nos montes submarinos (Pham *et al.*, 2014). A captura acessória de organismos sésseis é praticamente inexistente na pesca com linhas de mão, mas é maior no palangre de fundo, cerca de 45% dos lances de palangre de fundo recolhem organismos sésseis. Estimam-se capturas de 0 a 14 organismos bioconstrutores de habitat por cada 1000 anzóis de palangre de fundo (média = 1,2 indivíduos de *bycatch* primário), dos quais aproximadamente 74% são cnidários (maioritariamente Alcyonacea, mas também hidrários, corais pétreos e corais negros; (Sampaio *et al.*, 2012; Pham *et al.*, 2014). As esponjas representam 19% do *bycatch* primário, enquanto as rochas e foraminíferos representam os 7% restantes (Pham *et al.*, 2014). Para além desses organismos, costuma ser também extraída, em cerca de 46% do *bycatch* primário, fauna epizoica associada (mais de 70 taxa; ex.: hidrários, corais, bivalves, cirrípedes, briozoários, crinoides e foraminíferos), assim como pedras, crostas e coral morto (Carreiro-Silva *et al.*, 2011; Sampaio *et al.*, 2012) (Figura 122 e Figura 123). Estas estimativas não têm em conta os organismos afetados, mas não trazidos nos aparelhos de pesca, consequentemente a taxa de mortalidade devido à pesca deve ser mais elevada do que a reportada na literatura (Pham *et al.*, 2014). Em contraste com áreas de arraste onde organismos epibênticos de grandes dimensões estão ausentes (Hall-Spencer *et al.*, 2002) no caso do palangre de fundo estes organismos (pelo menos duas espécies) estão presentes sugerindo que a maioria dos corais de águas frias estão em boa condição e que apenas uma pequena proporção é afetada (Pham *et al.*, 2014).

As áreas sujeitas a maior esforço de pesca com palangre de fundo, são precisamente aquelas onde se têm registado mais capturas acessórias de organismos sésseis, especialmente em montes submarinos entre os 200 e 400 m de profundidade; havendo também espécies frequentemente coletadas até 600 m de profundidade, como *Acanthogorgia armata*, *Callogorgia verticillata* e *Leiopathes spp* (Sampaio *et al.*, 2012). Pescadores locais reconheceram que os locais de onde se tem retirado mais coral através da pesca, foram os montes submarinos Princesa Alice, Açores, Baixa de S. Mateus, Alcatraz do Norte, Ferradura, Voador e Gigante; e que nas encostas das ilhas a captura acessória de fauna séssil bentónica é consideravelmente menor (Sampaio *et al.*, 2012). Refira-se ainda que, para além dos corais de profundidade, há outros grupos animais sésseis de profundidade que também são impactados pela pesca de palangre. É o caso dos biótopos dominados por esponjas de profundidade, cujos impactos não foram ainda quantificados (Pereira, 2013). Apesar do baixo dano nas comunidades coralinas, provocado pelo uso de palangre de fundo, relativamente à pesca de arrasto, dever-se-á, no entanto, ter em consideração a gradação na magnitude dos impactes nos habitats coralinos mais intensamente pescados, assim como as propriedades estruturais e taxas de recuperação desses habitats, sendo então necessário agilizar medidas conservacionistas para explorações mais sustentáveis desses recursos (Pereira, 2013).



5932 FIGURA 122. CAPTURA ACIDENTAL DE TODOS OS ORGANISMOS EPIBENTÓNICOS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO
5933 DOS AÇORES. FONTE: ADAPTADO DE PHAM *ET AL.* (2014) *IN* SRMCT (2020).



5934 FIGURA 123. CAPTURA ACIDENTAL DE CORAIS DE ÁGUAS FRIAS NO ESPAÇO MARÍTIMO ADJACENTE AO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES.
5935 FONTE: ADAPTADO DE PHAM *ET AL.* (2014) *IN* SRMCT (2020).

5936 ## Cabos e ductos submarinos

5937 Os cabos submarinos utilizam-se geralmente para o transporte de energia elétrica ou para serviços
5938 relacionados com as telecomunicações, enquanto as tubagens e emissários submarinos utilizam-se
5939 para transportar substâncias. Todas as telecomunicações da RAA, quer inter-ilhas, quer para o
5940 exterior, são exclusivamente asseguradas por um conjunto de cabos submarinos. Atualmente

contabilizam-se 14 cabos de comunicações submarinos instalados nos Açores, tendo sido concluídos os mais recentes em 2013 (Faial-Flores-Corvo-Graciosa), com um comprimento total na ZEE de ca. 3 350km (SRMCT, 2014). Relativamente aos emissários submarinos, registam-se 3 na região dos Açores localizados na ilha de São Miguel (Ponta Delgada, Lagoa e Vila Franca do Campo), o comprimento total destas estruturas na subárea dos Açores da ZEE de Portugal é de 2,7 km.

No que respeita aos seus impactes, estes poderão variar quer com o facto de estes estarem imersos, mas não assentes no fundo, ou estarem soterrados ou sobre o substrato/ sedimento. Assim, as dimensões das tubagens/ cabos e o método de aplicação serão então determinantes da magnitude da modificação gerada. Os cabos imersos não provocarão modificação do perfil de fundo, mas poderão exercer localmente um efeito barreira sobre as comunidades bentónicas. As tubagens ou emissários podem selar o fundo, por exemplo, com blocos de cimento, revestimentos de betão ou sedimentos ensacados. A selagem do substrato original pode resultar num obstáculo para o transporte de sedimentos de fundo, e ocasionalmente essas estruturas poderão soterrar-se pela ação das correntes ou propositadamente, acabando por modificar permanente o perfil de fundo. Nos casos em que os cabos e tubagens são soterrados para não interferir com outras atividades antropogénicas, como é o caso da pesca, requer-se escavações de valas com movimentações de sedimentos. O impacte sobre o fundo dependerá dos métodos utilizados e das dimensões das operações, sendo proporcional à longitude dos cabos/tubagens. A fase de construção provocará variações temporais de perfil de fundo, a perda de habitats e de organismos bentónicos tanto pelas escavações como por enterramento, assim como o aumento temporal da turbidez da coluna de água na fase de instalação.

Investigação científica

Todos os anos decorrem várias campanhas de investigação científica que recolhem informação para a caracterização dos ecossistemas presentes na subdivisão dos Açores e para apoio à gestão dos recursos naturais e à formulação de instrumentos de política pública. Neste âmbito, para além de um importante número de projetos de investigação e monitorização, destacam-se os que estão associados a campanhas oceanográficas, quer de monitorização e estudo de recursos marinhos vivos, quer das áreas marinhas protegidas da RAA e das espécies nelas presentes, quer a nível climático, entre outros.

Releva-se ainda a rede de observatórios dos oceanos e do fundo do mar, cruciais para entender tanto os processos naturais que ocorrem no oceano, como a influência antropogénica nos ecossistemas marinhos (Cristini *et al.,* 2016). Os observatórios podem ser instalados na coluna de água ou no fundo do mar, dependendo da sua aplicação e, podem estar ligados a um cabo que fornece energia e transferência de dados ou operar como instrumentos independentes (Ruhl *et al.*, 2011). A área de CMA, perto dos Açores, é um local com observatórios *in situ* há mais de 20 anos em associação com vários programas internacionais (Colaço *et al.*, 2011). O observatório localizado no campo hidrotermal Lucky Strike, a 1700 metros de profundidade, inclui investigações sobre movimento geofísico, calor e quantidades elementares através dos sistemas de ventilação, comportamento das propriedades físicas e químicas dos fluidos (Miranda *et al.*, 2005). No monte submarino Condor, ao largo da ilha do Faial, está localizado um observatório para promover o uso sustentável deste ecossistema (Giacomello & Menezes, 2009; Morato *et al.*, 2010).

A.18.7. ALTERAÇÃO DAS CONDIÇÕES HIDROGRÁFICAS

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 7 (D7)[13] refere-se às alterações permanentes das condições hidrográficas, que poderão afetar os sistemas e ecossistemas marinhos. Estas alterações advêm, predominantemente, das atividades costeiras que conduzem a alterações topográficas (e.g. barragens, obras de defesa costeira, piscinas, avenidas litorais) e de infraestruturas costeiras e de alto mar (e.g. portos, parques eólicos). As alterações hidrográficas permanentes podem ter diferentes origens: (1) alterações nos regimes térmico ou salino ou (2) modificações dos regimes de marés, transporte de água doce ou de sedimentos, ação da ondulação ou das correntes ou a modificações na turbidez (SRMCT, 2020), sendo que, para além da própria alteração física do local, podem levar a alterações do regime de sedimentação e indiretamente a modificações do meio.

A avaliação do grau de alteração pode estar associada quer ao nível dos fundos marinhos quer ao nível da coluna de água e, por conseguinte, às comunidades biológicas aí residentes, sendo normalmente originadas por atividades de construção, como por exemplo, as alterações ou extensões da costa ou outras infraestruturas como pontes ou ilhas artificiais. Há a referir, igualmente, que as modificações, tais como as alterações nos padrões de erosão ou no tempo de residência, podem modificar as condições locais com impactes negativos aos níveis das espécies e dos habitats.

No 2.º ciclo da DQEM, atendendo a que a informação técnica e científica é pouco frequente e não estando ainda a literatura científica exatamente orientada de acordo com os parâmetros da DQEM, bem como a existência de um número muito limitado de dados e de não existir uma intermitência de análises efetuadas, foi avaliado o estado ambiental com um grau de confiança baixo. Considerou-se este Descritor como estando em bom estado ambiental nos critérios relativos a alterações hidrográficas dos fundos marinhos e da coluna de água e aos tipos de habitats bentónicos ou outros tipos de habitats.

As condições hidrográficas podem ser caracterizadas pelos parâmetros físicos da água do mar, tais como a temperatura, salinidade, profundidade, correntes, ondulação, turbulência e turbidez. Estes mesmos parâmetros desempenham um papel crucial na dinâmica dos ecossistemas marinhos e podem ser alterados pela ação humana, especialmente nas zonas costeiras (Spiteri, 2015). A caracterização da subdivisão dos Açores no que se refere à topografia, ondulação, correntes, turbidez, temperatura, e salinidade encontra-se descrita em detalhe nos capítulos A.3. "Características geológicas e geomorfológicas", A.5. "Características oceanográficas" e A.6. "Características ambientais, físicas e químicas" do presente volume.

Tal como já referido anteriormente, os fundos marinhos que circundam as ilhas dos Açores apresentam-se bastante irregulares e rochosos, com diversas elevações submarinas de diferentes dimensões, formas, profundidades e graus de isolamento (Menezes *et al.*, 2006). A maioria da superfície da região oceânica que circunda os Açores corresponde a planícies abissais com uma profundidade média de, aproximadamente, mais de 4000m de profundidade; a principal estrutura topográfica corresponde à CMA que segue um curso sinuoso desde a Islândia até aos Açores (Santos *et al.*, 2019). O arquipélago dos Açores está ainda localizado na fronteira norte do Giro Subtropical

[13] "A alteração permanente das condições hidrográficas não afeta negativamente os ecossistemas marinhos". (Decisão 2017/848/EU da Comissão, de 17 de maio de 2017).

do Atlântico Norte, sendo alimentado pela Corrente do Golfo cujo ramo sudeste gera a Corrente dos Açores que flui para leste (Silva *et al.*, 2012). Para além disso, os Açores estão localizados num plateau triangular limitado por um limite batimétrico de 2000m (Lourenço *et al.*, 1998; Quartau *et al.*, 2015) e não dispõem de plataforma continental, embora apresentem massas de águas profundas a distâncias relativamente curtas da costa (Silva *et al.*, 2012). As plataformas oceânicas em redor das ilhas açorianas são muito estreitas, com declives acentuados, correspondendo a uma área de apenas 1500 km^2, em que metade da mesma é constituída por rochas e um terço por mistura de sedimentos (Morato *et al.*, 2016; Vasquez *et al.*, 2015).

Todas estas características topográficas combinadas são responsáveis pela criação de uma vasta gama de diferentes tipos de habitats e pela ocorrência de padrões de circulação complexos que aumentam a capacidade do arquipélago de capturar e reter partículas e pequenos organismos (Sala *et al.*, 2016; Tobeña *et al.*, 2016). Esta topografia submarina irregular inclui jardins e recifes de corais de águas profundas (Sampaio *et al.*, 2012; Braga-Henriques *et al.*, 2013; Matos *et al.*, 2014), bem como agregações de esponjas e fontes hidrotermais (Cardigos *et al.*, 2005; Cuvelier *et al.*, 2009; Tempera *et al.*, 2012a; Tempera *et al.*, 2013; Morato *et al.*, 2016). O arquipélago caracteriza-se ainda por apresentar uma profundidade média de 3 000m, sendo que apenas 0.8% da subárea dos Açores da ZEE de Portugal apresenta uma profundidade abaixo dos 500 m (Morato *et al.*, 2016, 2013, 2008).

Adicionalmente, nos Açores, o litoral é, em geral, dominado por escarpas bastante desenvolvidas como resultado da erosão marinha recortadas por fajãs lávicas e de vertente (Barroco *et al.*, 2012). Paralelamente, a ocupação urbana da orla costeira caracteriza-se por uma litoralização expressiva, com maior incidência nas costas sul como consequência das melhores condições do estado do mar, abrangendo uma faixa de cerca de 2km, onde se observam as pressões urbanísticas mais significativas (Barroco *et al.*, 2012). Para além disso, o litoral das ilhas apresenta-se como sendo o espaço preferível para a fixação das populações, bem como das atividades económicas e infraestruturas costeiras associadas, sendo que o processo de artificialização daí decorrente conduz ao surgimento de riscos de natureza ambiental ou relacionados com a defesa de pessoas e bens, nomeadamente nas zonas com ocupação não ordenada e sem ordenamento do respetivo território (SeaExpert, 2018).

Os padrões de circulação oceânica complexos na Região e a ocorrência de diversas massas de água que circundam os Açores e o respetivo papel de relevo no transporte, dispersão e retenção de partículas (Sala *et al.*, 2016), aliados às dimensões de cada um dos três grupos de ilhas, sendo o Grupo Ocidental o que apresenta uma menor capacidade de retenção média para todas as profundidades estudadas, em associação ao conjunto de especificidades dos regimes de ventos, ondulação, salinidade, temperatura, entre outros, são tudo fatores determinantes nos efeitos que intervenções ou ações humanas poderão ter sobre alterações permanentes hidrológicas.

Nas zonas costeiras dos Açores, podem ser considerados sete riscos ambientais costeiros genéricos que representam ameaças significativas: aumento do nível do mar, tempestades, erosão costeira, tsunamis, deslizamento de vertentes, inundações e atividades sísmicas e vulcânicas (Ng *et al.*, 2013). Por conseguinte, Ng *et al.*(2019) desenvolveram um índice de vulnerabilidade costeira integrada com recurso a seis indicadores, que funcionaram como proxies para a avaliação da vulnerabilidade costeira nas nove ilhas dos Açores, e que se fundamentam num enquadramento conceptual de vulnerabilidade, o qual incorpora, por sua vez, três aspetos essenciais: elementos externos de stress, propriedades biofísicas e características socioeconómicas. Obtidos os valores para o índice de vulnerabilidade costeira, os mesmos foram utilizados para delinear segmentos costeiros em cinco

classes, baseadas nos graus relativos de vulnerabilidade, e que variaram entre muito baixo e muito elevado. Em geral, a vulnerabilidade costeira nos Açores, num sentido mais amplo, varia entre baixa e moderada a elevada para a maioria dos segmentos costeiros (Ng *et al.*, 2019)

Poder-se-á também referir que esta abordagem permitiu o desenvolvimento de um conhecimento de base para as orlas costeiras açorianas, nomeadamente em relação à exposição aos riscos com origem marítima, às características biofísicas inerentes (geomorfologia) ou adquiridas (estruturas de defesa costeira) e às características socioeconómicas (Ng *et al.*, 2019). No entanto, a partir de uma avaliação dos riscos costeiros e das medidas de proteção costeira a implementar, o mesmo demonstra que a engenharia costeira, muito provavelmente, permanecerá como o método crucial de proteção da costa, tendo ainda em conta o previsível aumento do nível do mar e da intensidade dos eventos climáticos extremos associados à s alterações do clima (Ng *et al.*, 2013). Para além disso, existem estudos que demonstram que a presença de infraestruturas pode não apenas influenciar positivamente os stocks de espécies marinhas importantes como também ter um impacte positivo em áreas adjacentes, em termos de biodiversidade (Martins *et al.*, 2016).

São conhecidos diversos estudos sobre o impacte das alterações das condições hidrográficas sobre os habitas bentónicos com repercussões significativamente negativas sobre a biodiversidade e a ecologia dos próprios fundos marinhos. O projeto da Inventariação da Artificialização das Zonas Costeiras para a Região Autónoma dos Açores (SeaExpert, 2018) apresenta um estudo (*vide* capítulo A.9. Litoralização) que pode servir de base para a avaliação da possibilidade de as condições hidrográficas sofrerem alterações permanentes como resultado da artificialização costeira. São reconhecidos alguns aspetos negativos, muitos deles inerentes às próprias ilhas, designadamente a (1) ocorrência de estados de agitação com elevado grau de energia e que se apresentam adversos quer para a navegação quer para os interfaces terrestres, (2) a possibilidade de ocorrências naturais nefastas para a orla costeira, como são os casos de vulcões, sismos, maremotos ou temporais no mar, (3) problemas relacionados com a dinâmica costeira e o respetivo estabelecimento de estruturas aderentes de defesa (Gomes *et al.*, 2013).

A intervenção na zona costeira, em particular em zonas de risco, surge associada à necessidade de repor a estabilidade em determinados troços de costa onde a ocupação antropogénica origina pressões e situações em que existem elementos expostos ao risco, em particular ao de galgamentos e inundações costeiras, ou de erosão costeira (por vezes exponenciada pela existência/ aumento de carga em determinados troços e arribas mais instáveis), e que devem ser compensadas por medidas de proteção. Estas medidas estão maioritariamente associadas a intervenções para controlo da erosão costeira e dos efeitos do avanço das águas do mar, através da manutenção e ou reforço biofísico da linha de costa, por meio da alimentação artificial de sedimentos ou colocação de substrato, quer em zonas emersas, quer submersas, e a construção de estruturas rígidas de defesa costeira tais como esporões, quebra-mares destacados e proteções longitudinais aderentes, assim como por controlar os processos que interferem em todo o ciclo sedimentar. As estruturas de defesa costeira nos Açores são implantadas quando se pretende defender aglomerados urbanos ou infraestruturas, nomeadamente viárias, em relação às ações do mar: galgamentos pelas ondas, inundações resultantes dos galgamentos, infraescavações de fundações e erosões, estando muito vezes associadas também a infraestruturas portuárias da RAA. De notar que este tipo de estruturas contribui decisivamente para a artificialização da linha de costa, alterando as funções originais e contribuindo para a perda da zona intertidal natural (SRMCT, 2020).

No que concerne às vulnerabilidades, riscos e defesa costeira, e no decurso da elaboração dos POOC foram assinaladas infraestruturas e outras construções que se encontravam em situação de risco e que se encontravam dependentes de estruturas de defesa costeira, bem como situações de instabilidade fora dos segmentos de costa onde estão implantadas essas mesmas estruturas de defesa, com são os casos das obras longitudinais aderentes que, embora possam ser essenciais, não promovem a acumulação de sedimentos (Gomes *et al.*, 2013). As obras longitudinais aderentes compreendem vários tipos de estruturas facilmente identificáveis como são os casos dos muros de suporte de paramento vertical que podem receber o impacte das ondas ou das estruturas aderentes longitudinais que incluem a presença de enrocamentos ou blocos artificiais tais como tetrápodes e cubos (Gomes *et al.*, 2013). Há também a salientar a quase inexistência de esporões (à exceção da Praia da Vitória) ou de estruturas não aderentes paralelas à costa (à exceção das Lajes do Pico), tal como é também mencionado por Gomes *et al.*, 2013. Também os portos (existentes em todas as ilhas) e marinas poderão constituir-se como elementos que têm interferência em processos hidrológicos, aos quais estão na maioria das vezes associadas as estruturas de defesa anteriormente referidas.

De referir ainda que, de um modo geral, os elevados potenciais erosivos, próprios em formações jovens, em extensas faixas costeiras de todas as ilhas da RAA (ex.: a taxa de recuo médio da costa de São Miguel é de aproximadamente 0,2 m/ano), conforme consta do PGRH-Açores 2016-2021, demonstram a necessidade e importância de uma política clara de desenvolvimento sustentado e de planos de gestão e ordenamento, especialmente os planos de ordenamento da orla costeira, nomeadamente no que se refere ao uso e planeamento do litoral. O conhecimento da erosão costeira e da capacidade de transporte sedimentar é importante na avaliação da envolvente das massas de água costeiras e de transição, com eventual repercussão na qualidade da água respetiva. Deste modo, a gestão destas atividades, associadas à defesa do litoral e proteção contra galgamentos e inundações costeiras é crucial numa região como os Açores, especialmente tendo em conta a necessária adaptação (e planeamento adequado) face às alterações climáticas e às consequências que estas têm ao nível destes riscos (SRMCT, 2020). Destaca-se nesse âmbito o desenvolvimento do 2.º Ciclo do Plano de Gestão de Riscos de Inundações da RAA onde estão a ser contempladas as inundações costeiras e elaboradas as cartas de zonas inundáveis da RAA, que terão associadas um conjunto de medidas de intervenção e gestão (SRMCT, 2020).

Por sua vez, a extração de inertes, independentemente do seu uso, em particular de areias, constitui nos Açores, para além da sua relevância económica e social, uma preocupação de ordem técnica e ecológica, com sérias implicações na proteção da orla costeira e na segurança das obras portuárias. Neste contexto, torna-se necessário acautelar a defesa do litoral e avaliar os impactes sobre o ambiente marinho, acautelando as suas componentes físicas e biológica. Esta preocupação ganha particular acuidade nas operações de extração de areia, porque se conhecem mal os efeitos a médio e longo prazos das alterações batimétricas dos fundos sobre a orla costeira. Na Região, as atividades de extração de areias para usos não comerciais estão associadas essencialmente ao desassoreamento, escavação e desobstrução em zonas portuárias e de marinas e para alimentação artificial de praias. Para além da alteração morfológica, a extração de sólidos implica uma ressuspensão de uma grande quantidade de materiais sólidos na coluna de água, que acabarão por sedimentar após certo tempo, modificando as condições naturais de turbidez e deposição de sedimentos na coluna de água (SRMCT, 2020).

A.18.8. CONTAMINANTES NO MEIO MARINHO

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 8 (D8)[14] refere-se à contaminação causada por substâncias perigosas no meio marinho, umas das maiores preocupações ambientais, alvo de diversas medidas e políticas legislativas europeias.

No 1.º ciclo de implementação da DQEM, foram considerados todos os trabalhos científicos relevantes para a subdivisão dos Açores, tendo a avaliação indicado que se atingiu o bom estado ambiental, embora com baixo grau de confiança. O BEA foi atingido, para este descritor, se não fossem ultrapassados os valores de referência, oficialmente definidos, para a grande maioria dos parâmetros e quando as tendências temporais permanecessem estáveis ou decrescessem. Na avaliação do 2.º Ciclo da DQEM consideram-se os trabalhos científicos publicados entre 2013-2018. Este descritor apresentou muitas lacunas de informação, sobretudo na ausência geral de séries temporais e também de valores de concentrações para a matriz água, sedimento e para muitos parâmetros na matriz biota. Considerou-se que os dados obtidos para a subdivisão dos Açores não são significativamente informativos para que se consiga avaliar o BEA deste descritor (SRMCT, 2020).

A poluição química das águas de superfície constitui uma ameaça para o meio aquático com efeitos tais como, a toxicidade aguda e crónica para os organismos aquáticos, acumulação no ecossistema e perda de habitats e de biodiversidade, bem como uma ameaça para a saúde pública. Sendo que as causas da poluição deverão ser identificadas e as emissões deverão ser tratadas na fonte, com caráter de prioridade, da maneira mais eficaz, em termos económicos e ambientais (SRMCT, 2020). Os níveis de contaminação estão associados a processos de bioacumulação e/ou a fontes de poluição de origem humana. A bioacumulação de metais nos animais depende de uma infinidade de fatores: bióticos tais como as dimensões e massa corporal, idade, sexo, dieta, metabolismo e posição na rede trófica; e abióticos, tais como a distribuição de metais no meio ambiente, salinidade, temperatura e pH da água, tipo de habitat e interações com outros metais. Mas, de todos os fatores existentes, é a dieta que tem maior influência na acumulação de metais nos tecidos animais. A bioacumulação é um processo complexo, que requer uma análise simultânea dos níveis de metais nos tecidos dos animais a partir de pelo menos dois níveis tróficos adjacentes (Jakimska *et al.,* 2011).

A DQA tem também implicações sobre o ambiente marinho dado que engloba as águas de transição e costeiras e respetivos sedimentos e biota, tendo em consideração os diferentes tipos de substâncias químicas que ultrapassem as normas de qualidade ambiental estabelecidas na DQA, as substâncias consideradas como prioritárias (SP) na DQA e os contaminantes e químicos nocivos, cuja libertação pode trazer riscos significativos para o ambiente marinho, por acumulação ao longo do tempo ou exposições agudas, resultantes de acidentes. Assim, são consideradas como substâncias perigosas para o ambiente marinho os produtos químicos, de origem natural, ou de síntese industrial, que são suscetíveis de poder provocar danos no ambiente marinho, sobretudo na componente biótica, sendo, portanto, uma das principais formas de poluição marinha. A contaminação do meio marinho por substâncias poluentes poderá ter efeitos ecotoxicológicos nas diversas espécies marinhas. Algumas formas de contaminação (derrames de hidrocarbonetos) podem estar associadas à mortalidade de algumas espécies, como sejam os cetáceos, as tartarugas

[14] "Os níveis de concentrações dos contaminantes não dão origem a efeitos de poluição." (Decisão 2017/848/UE da Comissão, de 17 de maio de 2017).

e as aves marinhas (SRMCT, 2020). Como principais tipos destas substâncias consideram-se os hidrocarbonetos, onde se incluem o petróleo bruto, os combustíveis líquidos e seus derivados, os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH), os organoclorados incluindo TBT, os metais pesados e produtos radioativos (radionuclídeos).

Na matriz biota, Raimundo *et al.* (2013) avaliou a presença de diferentes contaminantes em 5 espécies de gorgónias (Alcyonacea) e coral negro (Antipatharia). É de realçar que para o Crómio, Níquel, Chumbo e Selénio foram registados valores mais elevados no Leiopathes sp. do que nas gorgónias. Já o Cobre e o Cádmio foram identificados em maior concentração no *Leiopathes sp.* e *A. hirsuta*. Também a *A. hirsuta* apresenta elevadas concentrações Zinco e Cobalto. Raimundo *et al.* aponta para uma possível fonte adicional de cádmio na água, mas considera-o como contaminante natural, resultante da atividade hidrotermal (Raimundo *et al.* 2013). Álvaro *et al.* (2016) utilizou como bioindicador da presença de metais pesados o caranguejo mais abundante na zona intertidal da RAA, *Pachygrapsus marmoratus*. Neste estudo, consideram-se várias zonas de amostragem e cada uma delas apresentou diferentes concentrações de Fe, Cu, Mn, Zn e Cd, refletindo assim a biodisponibilidade destes elementos conferindo esta espécie como um excelente indicador para futuros estudos de biomonitorização de metais pesados na costa (Álvaro *et al.*, 2016).

Para visão global, as espécies estudadas para a RAA foram agrupadas por género e por média de concentrações dos diferentes contaminantes, conforme a Tabela 45. Registam-se valores elevados para o cobre e manganês nas poliquetas e estrôncio e selénio para *Megabalanus azoricus* (espécie comercial) (Dionísio, Costa e Rodrigues, 2013).

TABELA 44. CONCENTRAÇÕES DE METAIS PARA AS ESPÉCIES DA SUBÁREA DOS AÇORES DA ZEE DE PORTUGAL. FONTE: ADAPTADO DE TORRES *ET AL*. (2020) *IN* SRMCT (2020).

CONTAMINANTES (µG/KG PESO SECO)*										
Bioindicador Nome científico	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Pb	Se	Sr	V	Zn
Algas										
Cladostephus spongiosum		1200		8000	26000					17000
Ellisolandia elongata		340		1110	28830	400	<200			8350
Cystoseira humilis		2340		960	5770	290	<200			411000
Fucus spiralis		1460		2420	37250	260	<200			116300
Gelidium microdon		450		4110	13700	170	<200			42350
Osmundea truncata		730		3200	24200	260	1100			39350
Sargassum vulgare		4100		201000	25000					115000
Zonaria turnfortii		1800		9000	88000					46000
Crustáceos										
Megabalanus azoricus	31490	36890	2670	5630	7280	<100	8230	204190		146560
Chthamalus stellatus		156000		30200						2754000
Pachygrapsus marmoratus	33150	3480	7230	32230	23000		2480			144250
Moluscos										
Haliotis tuberculata	29520	9000	12710	15050	34240	950	900	42140	17380	105010
Patella candei gomesii		2750		5200	6760	200	800	111250		40400
Outros Invertebrados										
Cliona viridis		156000		5700	39000					59500
Polichaeta		69300		143900	151500					251700

* Os valores são expressos em peso seco.

As – Arsénio; Cd – Cádmio; Cr – Crómio; Cu – Cobre; Mn – Manganês; Pb – Chumbo; Se – Selénio; Sr – Estrôncio; V – Vanadio; Zn – Zinco.

Na matriz sedimento, as concentrações de metais pesados foram interpretadas tendo por base a bibliografia disponível. Caetano *et al.* (2013) observaram que as concentrações de vários metais (Al, As, Cd, Co, Cu, Cr, Cd, Fe, Mg, Mn, Ni, Pb, V) decrescem ou mantém-se constantes ao longo dos perfis de sedimento para a subárea dos Açores da ZEE de Portugal - Monte submarino Condor. Considerando os valores recomendados para alguns metais pesados no sedimento (Hg < 0,091 µg·g-1; Cd < 0,129 µg·g-1; e Pb< 22,4 µg·g-1, todos em peso seco (OSPAR, 2009), os valores obtidos para o chumbo no sedimento foram sempre inferiores aos valores recomendados, embora no caso do Cádmio tenham superado esses limites, com a incerteza de os valores das concentrações utilizadas não serem iguais aos de referência (SRMCT, 2020).

Na matriz água, na RAA, Palma *et al.* (2012), avalia a concentração de metais, dos quais apenas o chumbo apresenta valores de referência: 0,2-4,9 nM. Fazendo as conversões das unidades de concentração, verifica-se que os valores obtidos são sempre inferiores aos valores de referência. Martins *et al.* (2018) para avaliar o impacto do cobre, como potencial contaminante, na matriz água, ilustra diferentes concentrações de metal nos organismos determinando assim a concentração letal (LC50) de cobre a gorgónia de águas frias *Dentomuricea meteor*: 137 µg/L (SRMCT, 2020).

Sendo o cobre um metal reconhecido como peça fundamental para a ativação de metaloproteinas e metaloenzimas, envolvidas em importantes processos metabólicos e homeostasia de tecidos, Martins *et al.* (2017) testaram os potenciais impactos à exposição deste metal, no mexilhão das fontes hidrotermais *Bathymodiolus azoricus*, e avaliaram de que forma são afetadas as funções celulares de resposta antioxidante e imunológica. Para ilustrar as diferenças nas concentrações de metal, são apresentados dados em diferentes tecidos animais, sendo a brânquia o tecido que revelou maior resposta metabólica à toxicidade. Os autores concluíram que o aumento de cobre no meio marinho, tendo como fonte de contaminação o exemplo da mineralização, apresenta um potencial impacto na fisiologia, como potenciador da apoptose (morte celular), de organismos do mar profundo (SRMCT, 2020).

Tendo em conta a localização da subdivisão Açores, o arquipélago serve de habitat a muitas espécies de elasmobrânquios, de refúgio, reprodução ou alimentação a tantas outras e ainda, simplesmente, como zona de passagem para algumas avistadas pontualmente. Torres (2017) refere que estas espécies constituem um importante componente socio-económico local, nacional e/ou internacional, quer como recurso alimentar ou ecoturístico. Contudo, tendo em conta o seu elevado nível trófico, têm, em virtude da sua dieta, a potencialidade de acumular níveis alarmantes de poluentes, tais como poluentes orgânicos persistentes ou metais pesados como o arsénio, o cádmio, o mercúrio ou o chumbo, potencialmente perigosos para a própria saúde dos elasmobrânquios e, consequentemente, no âmbito da segurança alimentar humana (SRMCT, 2020).

No relatório OSPAR (2009), é referido a Região V (onde se situa a subárea dos Açores da ZEE de Portugal) apresenta menor preocupação entre todas as Regiões analisadas. No entanto, na RAA, por ser zona com vulcanismo ativo, onde existem várias zonas hidrotermais costeiras e de profundidade, estes processos geológicos libertam para o ambiente diferentes metais pesados que acabam por entrar na matriz biota destes ecossistemas e posteriormente pelas cadeias tróficas (SRMCT, 2020).

A.18.9. CONTAMINANTES EM ORGANISMOS MARINHOS

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 9 (D9)[15] refere-se à contaminação em organismos marinhos para consumo humano, considerando-se contaminantes as substâncias que não são intencionalmente adicionadas aos alimentos, podendo estes ser adicionados ao alimento através do meio ambiente. A presença destas substâncias nos alimentos deverá ser cuidadosamente monitorizada de forma a prevenir que os contaminantes afetem a qualidade dos alimentos ou que a sua segurança seja colocada em causa (SRMCT, 2020).

Os ecossistemas marinhos podem receber diversos tipos de contaminantes através de descargas diretas, dos rios ou da deposição atmosférica, constituindo, por isso, o destino final de muitas substâncias químicas que apresentam perigo quer para o meio ambiente quer para a própria saúde humana. Deste modo, os contaminantes podem estar presentes no peixe e marisco para consumo humano através da sua acumulação nos biota e cadeias tróficas marinhos com evidentes consequências para a segurança alimentar (SRMCT, 2020).

Os organoclorados são compostos orgânicos que contêm cloro, fazendo parte da família mais alargada dos hidrocarbonetos halogenados e formam um conjunto diversificado de produtos, a grande maioria de síntese (não naturais) e muitos deles potencialmente perigosos para o ambiente marinho. A maioria destes produtos apresenta grande longevidade, e são designados de poluentes orgânicos persistentes (POP). Estes compostos acumulam-se nos seres vivos (bioacumulação) e a sua concentração tende a aumentar ao longo da cadeia alimentar (bioamplificação). Há várias categorias de organoclorados sendo os bifenis policlorados (PCB) dos mais abundantes nos ambientes marinhos, dada a sua ampla utilização no passado como produtos industriais e como pesticidas. Contêm um grupo de cerca de 2 centenas de compostos aromáticos, de elevada persistência que se acumulam principalmente no tecido adiposo e apresentam uma variedade de efeitos toxicológicos. Apesar da sua produção estar banida desde os anos 80 e a utilização dos "stocks" estar em fase de diminuição, continua a haver entradas no ambiente marinho e na atmosfera, a partir de resíduos acumulados, equipamentos que ainda contêm este produto, da remobilização de PCB existentes nos sedimentos, e formação como sobre produtos na síntese de outros compostos em resultado de processos físico-químicos (OSPAR, 2000).

Os elementos essenciais e não essenciais estão amplamente distribuídos no oceano, refletindo o equilíbrio químico na água, assim como as trocas que ocorrem entre o sedimento e a atmosfera (Raimundo *et al.,* 2013; Libes, 1992). O cobre, o zinco e o ferro são considerados elementos essenciais, sendo componentes vitais das enzimas e dos pigmentos respiratórios. Outros elementos como por exemplo o cádmio e o mercúrio, não desempenham um papel biológico e podem tornar-se tóxicos se acumulados na célula por impedirem o bom funcionamento metabólico (Depledge & Rainbow, 1990), sendo assim considerados elementos não essenciais. Estes últimos são também conhecidos como metais pesados. Tal como os nutrientes, a maioria dos metais pesados, tem tendência em acumular-se nas águas mais profundas e nos sedimentos. Processos de circulação das massas de águas, podem ressuspender metais que se tenham acumulado nos sedimentos. Muitos destes metais acabam por ser metabolizados nos seres vivos, onde se podem acumular, caso as espécies que os tenham absorvido não tenham mecanismos fisiológicos de destoxificação,

[15] "Os contaminantes nos peixes e mariscos para consumo humano não excedem os níveis estabelecidos pela legislação da União ou outras normas pertinentes." (Decisão 2017/848/UE da Comissão, de 17 de maio de 2017).

acabando por ser amplificados ao longo da cadeia trófica. Quer sejam metais pesados essenciais ou não essenciais, a partir de determinados valores de concentração, acabam por produzir contaminação, e efeitos sub-letais e mesmo letais em muitas espécies marinhas. Os níveis de tolerância variam de espécie para espécie, e dependem grandemente do metal em causa. A maior parte destes metais têm efeitos tóxicos na saúde humana, provocando problemas fisiológicos e neurológicos mais ou menos graves, dependendo do nível de exposição (OSPAR, 2000). A atividade hidrotermal tem sido reconhecida como uma importante fonte natural de elementos essenciais e não essenciais em regiões vulcânicas (Colaço *et al.*, 2006; Raimundo *et al.*, 2013). Apesar de não serem conhecidas fontes significativas de poluição por metais pesados de origem antropogénica, dada a frequente atividade sísmica e vulcânica que ocorre na subdivisão dos Açores, elevada libertação de metais pesados resulta da atividade hidrotermal em mar profundo e a pouca profundidade que ocorre à volta das ilhas dos Açores (Colaço *et al.,* 2006; Dionísio *et al.,* 2013; Torres *et al.,* 2016a).

A avaliação do BEA deste descritor efetuada para o 1.º ciclo da DQEM em 2014 (SRMCT, 2014) para a subdivisão dos Açores baseou-se na comparação dos valores dos níveis reais de contaminantes detetados com os valores de referência incluídos no Regulamento (CE) nº 1881/2006 da Comissão, de 19 de dezembro, e o Regulamento nº 629/2008 da Comissão, de 2 de julho, em 7 espécies de peixes com interesse alimentar. Esta avaliação incluiu a análise de valores reais de metais pesados (Hg, Cd, Pb) e PCB. A comparação entre os níveis regulamentares e o valor de contaminantes encontrados, nas diferentes espécies de peixes com interesse alimentar, foi realizada com base nos valores mínimos e máximo dos contaminantes obtidos a partir da bibliografia disponível. Considerou-se que, com base nos contaminantes e espécies analisadas, a subdivisão dos Açores se encontrava em BEA com um grau de confiança baixo.

Para o 2.º ciclo da DQEM, a atualização do estado ambiental, que inclui o período 2013-2018 pretendeu reportar, tendo em conta os dados disponíveis, a informação relativa aos níveis reais de contaminantes detetados em espécies marinhas utilizadas para consumo humano, nomeadamente de crustáceos, peixes e moluscos, e identificar quais as que apresentaram níveis de contaminantes superiores aos estabelecidos pelo Regulamento (CE) nº1881/2006 e Regulamento (CE) 629/2008. Estes referem-se aos contaminantes presentes nos tecidos comestíveis (músculo, fígado, ovas, carne ou outras partes moles, se for caso disso) de organismos marinhos (incluindo peixes, crustáceos, moluscos, equinodermes, algas e outras plantas marinhas) capturados ou colhidos no meio natural. Considerou-se que os dados existentes para a subdivisão dos Açores sobre o nível de contaminantes nos recursos marinhos para consumo humano são insuficientes para avaliar o estado ambiental deste descritor, atendendo a que os dados disponíveis são escassos e apresentam uma cobertura espacial e temporal limitada e incluem, no geral, um baixo número de indivíduos (amostras) em que foi analisada a concentração de contaminantes.

Desta forma, são reportadas neste ciclo de avaliação as concentrações de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) obtidas nas espécies marinhas para a subdivisão dos Açores, nomeadamente em:

- 5 espécies de peixes demersais e semi-pelágicas (Tabela 45);
- 2 espécies de grandes pelágicos – atuns (Tabela 46);
- 2 espécies de elasmobrânquio, sapata *Deania profundorum* e raia *Raja clavate* (Tabela 47);
- 1 espécie de crustáceo, craca-gigante *Megabalonus azoricus* (apenas Cd) e 1 espécie de molusco, a lapa-burra *Haliotis tuberculata* (Tabela 48).

São ainda apresentadas as concentrações de mercúrio (Hg) para 2 espécies de atum (Tabela 46) e para 2 espécies de elasmobrânquios, o cação *Galeorhinus galeus* e a raia *Raja clavata* (Tabela 47).

TABELA 45. CONCENTRAÇÕES MÍNIMAS E MÁXIMAS DE CÁDMIO (CD) E CHUMBO (PB) - EM MG KG-1, PESO HÚMIDO – OBTIDAS NO MÚSCULO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PEIXES DEMERSAIS E SEMI-PELÁGICOS CAPTURADOS NA SUBDIVISÃO DOS AÇORES, COMO REPORTADO EM RAIMUNDO *ET AL.* (2013) E RAIMUNDO *ET AL.* (2015) E VALOR REGULAMENTAR ESTABELECIDO PELO REGULAMENTO (CE) N.º 1881/2006. FONTE: SRMCT, 2020.

Nome comum	Nome científico	Concentração (mg Kg-1, peso húmido)	
		Cd	Pb
Peixes			
Demersais e semi-pelágicos			
Abrótea	*Phycis phycis*	0,00040-0,00075	0,0023-0,0072
Boca negra	*Helicolenus dactylopterus*	0,00062-0,044	0,004-0.0070
Cavala	*S.colias(S.japonicus)*	0,0022-0,017	0,0022-0,043
Goraz	*Pagellus bogaraveo*	0,0016-0,017	0,0032-0,017
Melga	*Mora moro*	0,00045-0,0021	0,0019-0,037
Valor regulamentar		0,05*	0,3

*À exceção da Cavala, que segundo o Regulamento (CE) nº629/2008, estabelece um valor regulamentar de 0,1 mg Kg-1, peso húmido.

Na Tabela 45 apresentam-se os valores de concentração (mínimo e máximo) disponíveis em peso húmido para as espécies demersais e semi-pelágicas amostradas por Raimundo *et al.* (2013) e Raimundo *et al.* (2015). Estas 2 publicações avaliaram a concentração de elementos essenciais e não essenciais nestas espécies em diferentes localizações dado a atividade hidrotermal associada às mesmas. Em Raimundo *et al.* (2013), as análises realizadas para os diferentes contaminantes foram efetuadas no fígado e músculo das espécies. Foi examinada a diferente acumulação no fígado e no músculo, e foi calculado o rácio da mediana da concentração de 11 elementos para as espécies capturadas presentes na tabela. Todas as espécies (exceto a melga) apresentaram um rácio maior para o cádmio do que para outros elementos. Os valores mais elevados foram encontrados para o boca-negra, o goraz e para a cavala. Segundo Raimundo *et al.* (2013) os rácio obtidos sugerem a existência de um mecanismo eficiente para reter o cádmio no fígado de algumas espécies (por ex. *Pagellus bogaraveo*) em resposta a um input adicional de cádmio no ambiente das áreas de estudo (Banco Condor e Faial/Pico). É ainda referido que o rácio obtido neste estudo foi mais próximo do obtido anteriormente por outros autores para zonas hidrotermais da Crista Médio-Atlântica do os obtidos para zonas costeiras, sugerindo assim que as espécies do Banco Condor e do Faial/Pico podem estar expostas a fontes hidrotermais próximas. Este estudo aumentou o conhecimento sobre o enriquecimento natural de elementos essenciais e não essenciais em peixes de regiões vulcânicas ativas. Em Raimundo *et al.* (2015) foi confirmada a especificidade do banco Condor, com elevadas concentrações de cádmio (a par com outros elementos como o arsénio e o selénio) em tecidos de boca-negra e goraz. Neste artigo foi ainda enfatizada a acumulação de diferentes elementos nestas 2 espécies, presumivelmente relacionados com o ciclo de vida, taxas metabólicas relacionadas com o tamanho dos indivíduos, especificidades de dieta e habitat. Quando comparados os valores de concentração máximo de cádmio e chumbo obtidos para estas espécies em Raimundo *et al.* (2013) e Raimundo *et al.* (2015) podemos verificar que todos os valores se encontram abaixo dos valores regulamentares (Tabela 45).

Em Torres *et al.* (2016a) o cádmio foi o metal detetado com uma maior concentração nas 2 espécies de atuns consideradas. Em relação ao mercúrio, neste estudo foi sugerida uma tendência crescente

de concentração deste metal no músculo com o tamanho dos atuns-patudo. Os valores de chumbo encontrados foram baixos para as duas espécies de atum (Tabela 46). Assim, e de acordo com Torres *et al.* (2016a) as duas espécies de atuns consideradas neste ciclo de avaliação apresentaram valores de concentração média de cádmio acima dos valores limiar de referência aplicados na EU enquanto que as concentrações de mercúrio e chumbo no tecido edível (músculo) foram sempre mais baixas que os valores de referência estabelecidos. Sendo que o atum-bonito e o atum-patudo constituem uma parte alimentar da dieta humana, Torres *et al.* (2016a) refere que dada a sua capacidade migratória, o potencial de bioacumulação e a natureza vulcânica dos Açores, estas espécies deveriam ser monitorizadas de perto dada a concentração de metais pesados que apresentam, especialmente o cádmio, que pode pôr em causa a segurança e a saúde pública, mesmo no consumo de indivíduos jovens.

TABELA 46. CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE CÁDMIO (CD), MERCÚRIO (HG) E CHUMBO (PB) - EM MG KG-1, PESO HÚMIDO – OBTIDAS NO MÚSCULO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE GRANDES PELÁGICOS CAPTURADOS NA SUBDIVISÃO DOS AÇORES, COMO REPORTADO EM TORRES *ET AL.* (2016A) E VALOR REGULAMENTAR ESTABELECIDO PELO REGULAMENTO (CE) N.º 1881/2006. FONTE: SRMCT, 2020.

Nome comum	Nome científico	Concentração (mg Kg-1, peso húmido)		
		Cd	Hg	Pb
Peixes				
Grandes pelágicos				
Atum-bonito	*Katsuwonus pelamis*	0,155+/-0,059	0,040+/-0,012	0,152+/-0,028
Atum-patudo	*Thunnus obesus*	0,186+/- 0,058	0,139+/-0,021	0,036+/-0,001
Valor regulamentar		**0,1**	**1**	**0,3**

Os valores de concentração mínimo e máximo encontrados de cádmio (Cd) e chumbo (Pb) reportados para a sapata por Raimundo *et al.* (2013) foram inferiores ao estabelecido na legislação (Tabela 47).

TABELA 47. CONCENTRAÇÕES MÉDIAS (E ERRO-PADRÃO ASSOCIADO) DE CÁDMIO (CD), MERCÚRIO (HG) E CHUMBO (PB) - EM MG KG-1, PESO HÚMIDO – OBTIDAS NO MÚSCULO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE ELASMOBRÂNQUIOS, COMO REPORTADO EM RAIMUNDO *ET AL.* (2103), TORRES *ET AL.* (2014), TORRES *ET AL.* (2016A) E VALOR REGULAMENTAR ESTABELECIDO PELO REGULAMENTO (CE) N.º 1881/2006. FONTE: SRMCT, 2020.

Nome comum	Nome científico	Concentração (mg Kg-1, peso húmido)		
		Cd	Hg	Pb
Sapata	*Deania profundorum*	0,00040-0,0038	*	0,00080-0,014
Cação	*Galeorhinus galeus*	<0,05	<1	<0,3
Raia	*Raja clavata*	0,05	0,25+/-0,03 ♂; 0,37+/-0,09 ♀	*
Valor regulamentar		**0,05**	**1**	**0,3**

*Sem informação.

Em Torres *et al.* (2014), as concentrações de cádmio e chumbo obtidas para o cação foram mais baixas do que os valores regulamentares respetivos. O mercúrio foi um dos metais detetados e analisados que aumentou significativamente com o tamanho dos indivíduos e apresentou interação e correlação entre o tamanho e o sexo. Os valores de concentração média de mercúrio reportados

para o cação também se encontravam abaixo dos valores regulamentares estabelecidos pelo Regulamento da EU (Tabela 47). Estes autores referem, no entanto, que apesar dos valores de mercúrio não serem alarmantes, tendo em conta os valores regulamentares definidos pela Comissão Europeia, é aconselhável precaução em regiões com legislação mais conservativa, como é o caso dos Estados Unidos, Austrália e em alguns países asiáticos (para onde esta espécie pode ser exportada para consumo).

O primeiro estudo a aferir a o nível de contaminação por metais na raia na subdivisão dos Açores foi realizado por Torres *et al.* (2016b). A ocorrência de metais considerados altamente tóxicos (cádmio, chumbo e mercúrio) não ultrapassou os valores regulamentares estabelecidos para a UE (Tabela 47). Numa revisão de larga escala efetuada por Torres *et al.* (2020) foi possível observar que as concentrações de cádmio encontradas em espécies de moluscos de outros locais com impacto antropogénico conhecido (p.ex. Mediterrâneo), são geralmente muito mais baixas que as obtidas para a lapa-burra incluídas neste estudo. Por outro lado, nesta publicação científica, é referido que as concentrações de chumbo encontradas para a lapa-burra estão muito abaixo dos valores reportados noutros estudos relevantes. Apesar de os valores de mercúrio e chumbo, encontrados na lapa-burra, estarem a baixo dos valores limite determinados no Regulamento (EU) nº1881/2006 para os gastrópodes marinhos, o cádmio foi encontrado em concentrações superiores ao valor regulamentar de 1mg kg^{-1} de peso húmido, aumentando esta concentração significativamente com o tamanho dos indivíduos.

Dionísio *et al.* (2013) comparou o valor da concentração de cádmio, obtido para indivíduos de craca-gigante recolhidos na ilha de São Miguel e Santa Maria, com os valores encontrados para invertebrados noutras zonas do globo e verificou que esta espécie açoriana apresentava o valor mais alto reportado nos últimos anos. Adicionalmente, além de os valores de cádmio encontrados excederem os valores regulamentares estabelecidos em todos os tecidos analisados, verificou que a concentração encontrada no músculo (13,77 mg Kg^{-1} de peso húmido) excede em 25 vezes o valor limite estabelecido por lei (Tabela 48).

TABELA 48. CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE CÁDMIO (CD) E CHUMBO (PB) - EM MG KG-1, PESO HÚMIDO – OBTIDAS PARA A CRACA-GIGANTE E LAPA BURRA (TECIDO EDÍVEL) CAPTURADOS NA SUBDIVISÃO DOS AÇORES, COMO REPORTADO EM DIONÍSIO *ET AL.* (2013) E TORRES *ET AL.* (2020) E VALOR REGULAMENTAR ESTABELECIDO PELO REGULAMENTO (CE) N.º 1881/2006. FONTE: SRMCT, 2020.

Nome científico	Nome comum	Concentração (mg kg-1, peso húmido)	
		Cd	Pb
Moluscos			
Haliotis tuberculata	Lapa-burra	1,53	0,17
Valor regulamentar		**1**	**1,5**
Crustáceos			
Megabalanus azoricus	Craca-gigante	9,42	N/A
Valor regulamentar		**0,5**	**0,5**

Adicionalmente, a contaminação por PCB na área avaliada (Ecoregião dos Açores - ICES 27.10.a.2) em raias parece ser bastante baixa, não implicando um risco para a saúde destes organismos ou para o consumo humano (Torres *et al.* 2016b). Segundo as publicações científicas consultadas para este reporte da DQEM (Torres *et al.,* 2020; Dionísio *et al.,* 2013; Torres *et al.,* 2016b) e em relação ao Cd, as espécies locais estudadas parecem ser potenciais acumuladoras deste metal. Pelo facto

de exibirem níveis elevados e potencialmente tóxicos deste elemento, estes recursos devem ser seriamente monitorizados de perto, refletindo uma importante fonte local que não deve ser subestimada. Dionísio *et al.* (2013) considera ainda que a elevada taxa de consumo de cracas-gigante em Portugal pode pôr em causa a segurança alimentar deste recurso pesqueiro e refere ainda que o nível de Cd observados nestes organismos exige uma urgente inspeção desta espécie na qual deve ser investigada também a concentração de outros metais.

Em relação a outros metais pesados, não incluídos na lista de contaminantes do Regulamento (CE) nº 1881/2006, Raimundo *et al.* (2013) e Caetano *et al.* (2013) referiram altos níveis de arsénio detetados em peixes e sedimentos nos Açores. Descobertas semelhantes noutros trabalhos focados nas espécies locais de níveis tróficos mais altos, nomeadamente para o cação (e.g. Torres *et al.,* 2014), apontam também para a existência de uma fonte de As na área de estudo (ZEE dos Açores), refletida pela sua presença em altas concentrações no topo da cadeia alimentar, daí sendo magnificado na região (Torres *et al.,* 2020). Dionísio *et al.* (2013) comparou o conteúdo em metais detetado em espécies comerciais de invertebrados noutros locais com os resultados obtidos para *Megabalanous azoricus* (craca gigante) e verificou que esta espécie figurava como a segunda espécie que mais acumulava arsénio. Torres *et al.* (2016) refere também que as Raias analisadas apresentavam elevados níveis de As no músculo. Dionísio *et al.* (2013) e Torres *et al.* (2020), sugerem ainda que estudos futuros sejam dirigidos à acumulação das diferentes formas de arsénio acumuladas nos recursos, integrando o estudo das concentrações de metais com avaliação de biomarcadores usando patologia tecidual, histologia, fisiologia, análises bioquímicas, bem como extensas análises ecológicas de vigilância, tanto a nível da população como da comunidade. Sendo que o arsénio não está incluído atualmente na lista de contaminantes prioritários não tendo sido definido ainda um valor regulamentar para este elemento, especial atenção parece ter de ser dirigida ao seu estudo e eventual enquadramento regulamentar.

A.18.10. Lixo marinho

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 10 (D10)[16] refere-se ao lixo marinho, definido como qualquer material sólido persistente, fabricado ou processado, descartado (nos rios, no mar ou nas praias) ou abandonado no ambiente marinho e costeiro (Jeftic *et al.,* 2009). Considera-se também todo o lixo que tenha sido trazido indiretamente para o mar pelos rios, esgotos, águas pluviais ou ventos; acidentalmente perdido, incluindo o material perdido no mar com mau tempo (artes de pesca, carga) (UNEP, 2005).

As ameaças à vida marinha resultantes destes componentes são principalmente mecânicas, devido à ingestão de detritos de plástico e emaranhamento em tiras de empacotamento, cordas e linhas sintéticas, ou redes de deriva (Derraik, 2002), mas também como resultado da acumulação do lixo marinho no fundo do mar (ao inibir a troca gasosa entre as águas superficiais e as águas dos poros dos sedimentos, bem como levar à hipoxia ou anoxia das zonas bentónicas podendo interferir com o normal funcionamento do ecossistema, e alterar a composição da vida fundo (Derraik, 2002). Assim, tendo perceção que a total eliminação do lixo marinho não é realista num futuro próximo, os principais objetivos, nomeadamente ao nível da DQEM e do BEA é que este é alcançado quando

[16] "As propriedades e quantidade de lixo marinho não prejudicam o meio costeiro e marinho". (Decisão 2017/848/UE da Comissão, de 17 de maio de 2017).

existirem evidências de que os lixos marinhos, quer seja quantitativamente ou qualitativamente, não prejudicam o meio costeiro e marinho (SRMCT, 2020).

Em 2014, no relatório de avaliação inicial da DQEM para a subdivisão dos Açores, considerou-se que os registos de lixo marinho no arquipélago não permitiam avaliar o BEA em relação a este descritor, por falta de conhecimento sobre os impactos do lixo marinho na região e registos que possibilitassem conhecer a dimensão desta problemática no arquipélago. Por um lado, foi considerado que uma fração indeterminada do lixo marinho que ocorre no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores é oriunda de fontes externas ao arquipélago. Por outro lado, tendo em conta a localização do arquipélago (oceânica), sujeito à influência de correntes, considerou-se que este descritor não refletia propriamente o BEA ao alcance da região, mas sim uma tendência global. Adicionalmente, relativamente às tendências do lixo marinho nas zonas litorais, incluindo praias, não existiam até 2014 quaisquer programas de monitorização sobre a acumulação de lixos nas zonas litorais, havendo apenas ações pontuais e muito localizadas, com metodologias incipientes, não sendo possível avaliar o estado ambiental em relação ao lixo presente na orla costeira. Quanto às tendências do lixo marinho na coluna de água e nos fundos marinhos, os dados existentes eram igualmente incipientes, situação que se repetiu em relação ao lixo microscópico. Consideraram-se também insuficientes os dados existentes quanto à ingestão de lixo marinho por animais marinhos, não permitindo o estabelecimento de tendências e valores de referência ou de espécies indicadoras (SRMCT, 2020).

No âmbito da avaliação do 2.º ciclo da DQEM, foi já possível obter informação bastante mais completa neste âmbito, tendo em conta os progressos que foram feitos na recolha de informação com a implementação de diversos projetos dedicados ao lixo marinho nas diferentes vertentes (macrolixo, microlixo, impacto nas espécies). No entanto, tendo em consideração a localização oceânica dos Açores (no extremo norte do Giro Subtropical do Atlântico Norte e com forte influência de correntes), este descritor pode não refletir necessariamente o BEA ao alcance da região, mas sim uma tendência global, visto que a elevada influência externa poderá conduzir à não observação de resultados positivos, mesmo que sejam estabelecidas medidas e aplicados limiares que permitam avaliar o BEA. Desta forma, embora tenham sido feitos progressos significativos na recolha de informação, em relação ao 1.º ciclo da DQEM, na subdivisão Açores, também no 2.º ciclo se considerou que os dados disponíveis não são suficientes para que seja possível avaliar o BEA deste descritor.

A avaliação da presença do lixo macroscópico e microscópico na orla costeira, fundos marinhos, superfície da coluna de água e em espécies marinhas (cagarro, *Calonectris borealis* e tartaruga-comum, *Caretta caretta*) baseou-se nos resultados do Projeto AZORLIT (*Establishing a baseline on Marine Litter in the Azores*) (2015-2016), depois seguido pelo projeto LIXAZ (*Impacts of Marine Litter in the Azores*; ACORES-01-0145-FEDER-00053; 2016 a 2019) que pretendeu, entre outras coisas, perceber a quantidade de lixo marinho (micro e macrolixo) existente na orla costeira e nos fundos marinhos dos Açores, entre 2016 e 2019, e estudar a ingestão em espécies marinhas, ambos integrados no Plano de Ação para o Lixo Marinho nos Açores (PALMA) coordenado pela DRPM.

De entre os projetos de monitorização que integram o PALMA, é de referir o programa de "Monitorização de campanhas de recolha de lixo costeiro e subaquático", que fornece dados qualitativos de alguma relevância. As campanhas de recolha contam com participação pública e têm como objetivo limpar troços específicos de costa e sensibilizar a sociedade para atuar no sentido de mitigar o problema ambiental do lixo marinho e são organizadas por organizações não

governamentais (ONGs), associações diversas, grupos de cidadãos e entidades públicas, governamentais ou autárquicas. São, na sua maioria, espontâneas, não periódicas, organizadas para limpar locais de fácil acesso, de utilização intensa, ou escolhidos por acumularem muito lixo. De destacar também o apoio do programa POPA (Programa para a Observação das Pescas dos Açores), do projeto INDICIT (*Implementation of Indicators of Marine Litter on Sea Turtles and Biota in Regional Sea Conventions and Marine Strategy Framework Directive Areas*) e ao trabalho efetuado pela Fundação Rebikoff, na recolha de imagens do fundo marinho no canal Faial-Pico, respetivamente, que permitiram complementar a recolha de dados em relação ao lixo presente na superfície da coluna de água e fundo marinho. A informação sobre lixo ingerido pela espécie de tartaruga-comum (*Caretta caretta*) foi também recolhida através do projeto INDICIT, sendo que a ingestão de lixo marinho pelos cagarros (*Calonectris borealis*) foi avaliada através da recolha dos conteúdos estomacais das aves recolhidas mortas durante a campanha SOS Cagarro desde 2015.

MACROLIXO

Orla costeira

Os resultados apresentados para a orla costeira provêm das monitorizações efetuadas a 6 praias localizadas em 4 ilhas dos Açores, nomeadamente: São Lourenço (Santa Maria), Calhau da Areia e Pedreira (São Miguel), Almoxarife e Praia do Norte (Faial), Praia da Areia (Corvo). As praias foram monitorizadas 4 vezes por ano (fevereiro, abril, julho e dezembro) seguindo o protocolo OSPAR, no período de 2016 a 2018. No total, foram efetuadas 67 campanhas em todo o arquipélago. A abundância de itens de lixo (n.º itens/100m) foi avaliada por ano, juntando as 6 praias, e agrupada por categorias (Figura 124). Foram definidas 8 categorias para a tipologia de lixo marinho encontrado, nomeadamente: plástico, tecido, vidro/cerâmica, metal, papel, borracha, madeira, outro.

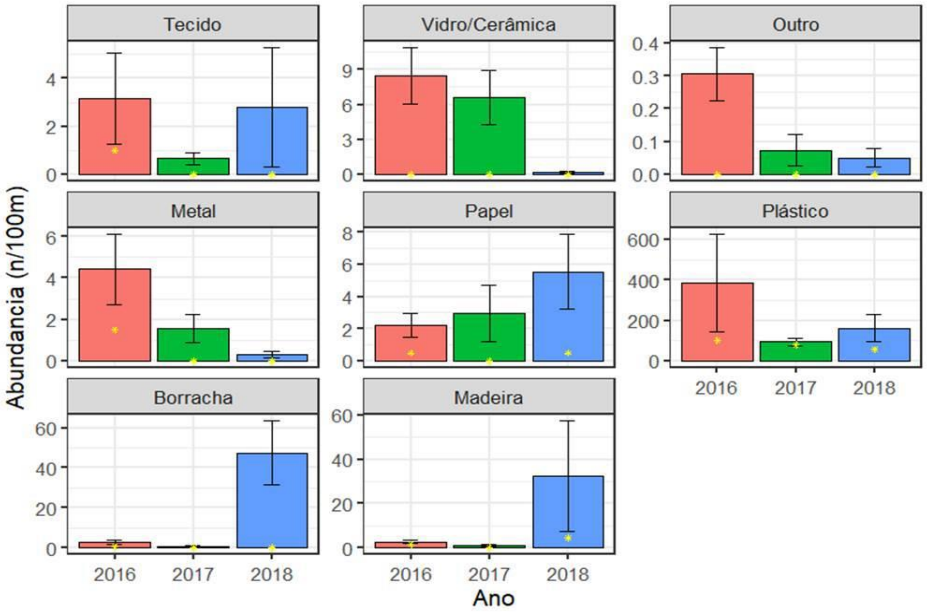


FIGURA 124. MÉDIA (BARRA), MEDIANA (PONTO AMARELO) E ERRO PADRÃO DOS VALORES DO NÚMERO DE ITENS RECOLHIDOS NAS 6 PRAIAS AMOSTRADAS, ENTRE 2016 E 2018. FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT (2020).

A Tabela 49 integra os resultados obtidos para os itens de lixo agrupados por categorias, para as 6 praias amostradas, mas também os valores obtidos para a praia identificada como a mais limpa, a Praia do Almoxarife (ilha do Faial).

TABELA 49. VALORES REFERENTES ÀS PRAIAS MONITORIZADAS, NUMA EXTENSÃO DE 100 METROS, NO PERÍODO DE 2016 A 2018, E APRESENTADOS COMO NÚMERO DE ITENS DE LIXO POR 100 METROS DE PRAIA AMOSTRADA (N=67). FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT (2020).

N=67	Nº itens por 100 metros de praia*							
	Total das praias amostradas					Praia do Almoxarife (mais limpa)		
Categorias de lixo	% campanhas com itens	Intervalo de variação	MEDIANA (nº de itens)	Nº de amostras abaixo da referência	% abaixo da referência	MEDIANA (nº de itens)	Nº de amostras abaixo da referência	% abaixo da referência
Plástico	95.0%	0-1302	81.0	34.0	50.7%	54.0	6.0	50.0%
Borracha	38.0%	0-218	0.0	42.0	62.7%	0.0	12.0	100.0%
Tecido	38.0%	0-50	0.0	42.0	62.7%	0.5	6.0	50.0%
Papel	48.0%	0-41	0.0	35.0	52.2%	6.5	6.0	50.0%
Madeira	58.0%	0-504	1.0	37.0	55.2%	0.5	6.0	50.0%
Metal	44.0%	0-33	0.0	38.0	56.7%	0.0	7.0	58.3%
Vidro/ cerâmica	42.0%	0-133	0.0	38.0	56.7%	0.0	8.0	66.7%
Outro	18.0%	0-7	0.0	49.0	73.1%	0.0	6.0	50.0%

* % campanhas com itens (percentagem de campanhas de amostragem em que foram encontrados itens de lixo); intervalo de variação (valor mínimo e máximo do número de itens); mediana (valor mediano do número de itens por 100 metros); nº de amostras abaixo da referência (nº de amostras de cada categoria que se encontram abaixo do valor mediano correspondente); % abaixo da referência (percentagem do nº de amostras que se encontram abaixo do valor mediano correspondente).

O plástico apresenta o valor mediano mais elevado em relação às outras categorias avaliadas, seguindo-se pela madeira. No entanto, avaliando os resultados obtidos nas monitorizações de 2016, 2017 e 2018 (Figura 124), a sua abundância parece ter sofrido um decréscimo de 2016 para os anos seguintes, tal como outras categorias como o metal, o vidro/cerâmica e outros itens. Não obstante, com apenas 3 anos de dados não é possível afirmar se há uma tendência de diminuição da concentração destes materiais na orla costeira (SRMCT, 2020).

Na Praia do Almoxarife, considerada a mais limpa das 6 praias, a abundância de plástico prevalece. Nesta praia a mediana é de 54 itens por cada 100 metros, ficando abaixo dos 81 itens por cada 100 metros, mediana calculada para todas as praias. Ao contrário dos resultados obtidos para todas as praias, na Praia de Almoxarife a tipologia de lixo que segue ao plástico foi o papel. Estes valores estão em concordância com o que é apresentado pela Comissão OSPAR (OSPAR, 2019), em que o plástico/poliestireno representa o maior volume de lixo encontrado em toda a área marítima OSPAR. Nas monitorizações efetuadas verificou-se que as tipologias de plástico mais frequentes segundo as categorias da OSPAR (OSPAR, 2010) são: bocados de plástico/poliestireno 0-2.5 cm (OSPAR ID – 117); bocados de plástico/poliestireno 2.5-50 cm (OSPAR ID – 46); e outras madeiras > 50 cm (OSPAR ID – 75).

Com os resultados obtidos não é possível estabelecer tendências para nenhuma das categorias devido ao curto espaço temporal aqui apresentado (3 anos). As diferentes características das praias monitorizadas possivelmente influenciam a acumulação de lixo. Além disso, apesar de ser difícil determinar as fontes do lixo que foi encontrado nestas monitorizações, a dominância de fragmentos pode apontar que a maioria do lixo (em termos de número) provém de fontes exteriores ao arquipélago.

O programa voluntário de monitorização do lixo marinho durante campanhas de limpeza de zonas costeiras e subaquáticas, recolheu dados qualitativos (Tabela 50) que demonstram que a presença de lixo marinho na linha costeira das ilhas açorianas é evidente e regular.

TABELA 50. VALORES REFERENTES ÀS CAMPANHAS DE RECOLHA DE LIXO MARINHO COSTEIRO E SUBAQUÁTICO, NO PERÍODO DE 2015 A 2019, E APRESENTADOS COMO PESO TOTAL DE LIXO, EM KG, QUE FOI RECOLHIDO NO TOTAL DE CAMPANHAS REALIZADAS. FONTE: SRMCT (2020).

Orla costeira/subaquáticas	Nº campanhas	Nº de participantes	Peso total (kg)
Corvo	3	51	460
Flores	19	274	3492
Faial	28	702	4247
Pico	32	688	8480
São Jorge	29	702	2917
Terceira	18	410	3650
Graciosa	14	238	1658
São Miguel	24	933	5453
Santa Maria	5	214	314
Total	172	4212	30671

Desde 2015 foram efetuadas 172 campanhas (orla costeira e subaquáticas), muitas delas inseridas na campanha anual do Governo Regional, "Açores Entre-Mares", onde foi possível recolher mais de 30 toneladas de lixo. Nestas monitorizações, o lixo foi dividido em 4 categorias: plástico, vidro, metal e indiferenciado (papel, madeiras, etc.). À semelhança dos dados recolhidos nos projetos AZORLIT e LIXAZ, o plástico é sem dúvida o material predominante (Figura 125), com uma abundância de 47% (SRMCT, 2020).

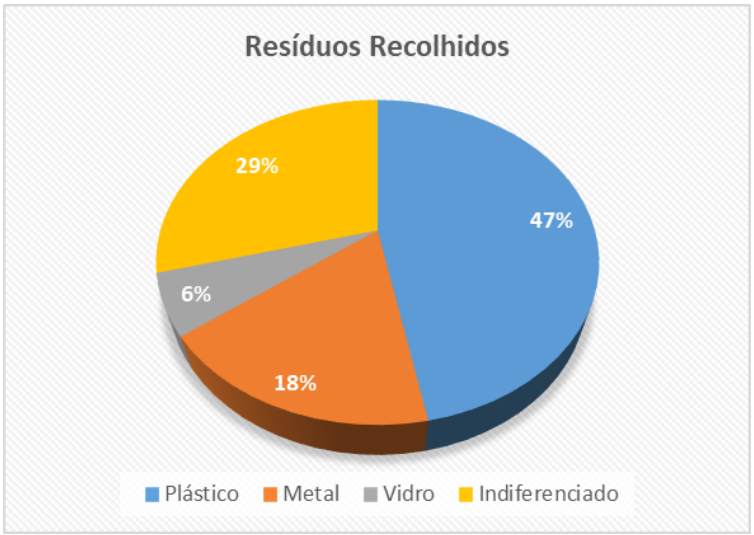
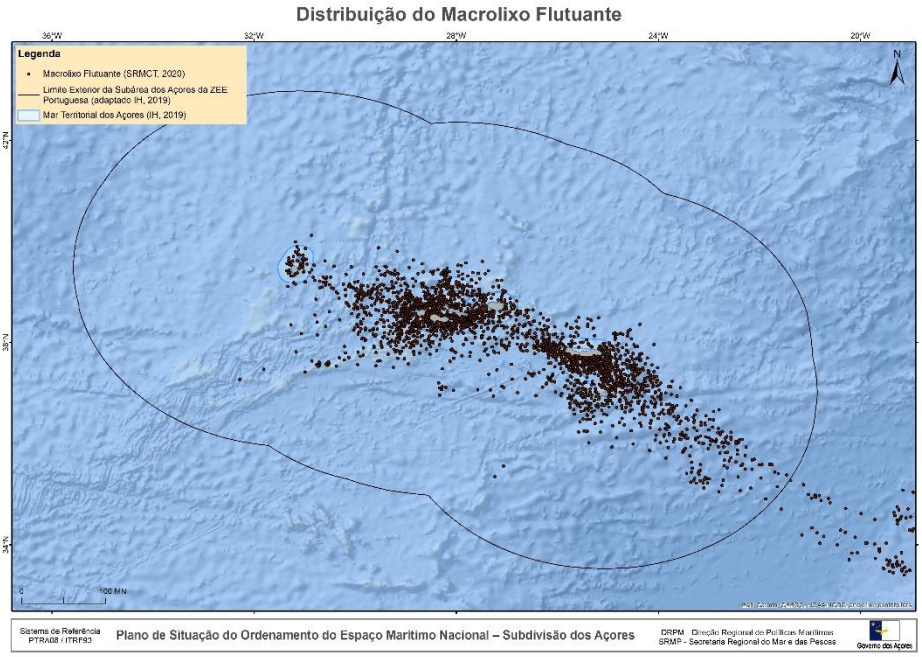


FIGURA 125. ABUNDÂNCIA DE LIXO ENCONTRADO NAS CAMPANHAS DE LIMPEZA, EM PERCENTAGEM (%), POR CATEGORIA (PLÁSTICO, METAL, VIDRO E INDIFERENCIADO), ENTRE 2015 E 2018. FONTE: SRMCT (2020).

Coluna de água

Os resultados para a coluna de água foram obtidos num período de 4 anos, entre 2015 e 2018, e avaliaram a composição, abundância e distribuição do macrolixo. Os dados apresentados neste relatório foram previamente publicados (Chambault *et al.*, 2018), no entanto, no referido artigo apenas foram usados dados recolhidos até 2017, sendo que estes foram agrupados

6586 geograficamente pelos três grupos do arquipélago. No presente relatório apresenta-se os dados por
6587 células (Figura 126). Todas as células identificadas foram divididas em áreas de 10km^2.



6588 FIGURA 126. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO MACROLIXO FLUTUANTE (>2,5CM) NOS TRÊS GRUPOS DO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES
6589 (DADOS RECOLHIDOS ENTRE 2015 E 2018, PELO PROGRAMA POPA E PROJETO LIXAZ). FONTE: SRMCT, 2020.

6590 No total, foram efetuados 2228 transetos (Tabela 51) em todo o arquipélago e a abundância de
6591 itens de lixo (nº itens/km^2) foi avaliada por ano e agrupada por categorias (Figura 126 e Tabela 51):
6592 plástico, vidro/cerâmica, metal, papel, madeira, outro.

6593 Com base na distribuição espacial representada na Figura 126, é possível verificar que os itens de
6594 lixo encontrados concentram-se mais junto às ilhas, principalmente na zona do triângulo Faial, Pico
6595 e São Jorge, como também, junto à ilha de São Miguel. Isto poderá justificar-se por estas serem
6596 zonas de maior tráfego marítimo, ou pelo fluxo das correntes oceânicas (SRMCT, 2020).

6597 TABELA 51. VALORES REFERENTES AOS DADOS DE MACROLIXO (>2,5CM) VISUALIZADOS NA COLUNA DE ÁGUA, EM 2228 TRANSETOS,
6598 NO PERÍODO DE 2015 A 2018, E APRESENTADOS COMO NÚMERO DE ITENS DE LIXO POR KM^2. FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT
6599 (2020).

		2015	2016	2017	2018	Total
Número de transetos visuais		753	81	817	577	2228
Área total avaliada (km²)		203	35	210	153	601
Número de células (10 km²)		665	78	711	537	1991
Mediana (n/km²)	Vidro/Cerâmica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Metal	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Outro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Papel	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Plástico	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00
	Madeira	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Média (n/km²)	Vidro/Cerâmica	0.00	0.05	0.01	0.01	0.01
	Metal	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01
	Outro	0.01	0.20	0.02	0.02	0.02
	Papel	0.01	0.10	0.01	0.01	0.01

		2015	2016	2017	2018	Total
Número de transetos visuais		753	81	817	577	2228
Área total avaliada (km²)		203	35	210	153	601
Número de células (10 km²)		665	78	711	537	1991
	Plástico	0.54	4.65	0.47	0.25	0.60
	Madeira	0.04	0.13	0.01	0.00	0.02
Intervalo de Variação (min-max)	Vidro/Cerâmica	0-0.2	0-3.6	0-4.1	0-3.3	0-3.6
	Metal	0-12.7	0-0	0-5.7	0-0	0-12.7
	Outro	0-4	0-6.3	0-4.1	0-3.8	0-6.3
	Papel	0-3.4	0-3.8	0-3.7	0-4	0-3.8
	Plástico	0-11.7	0-67.4	0-15.1	0-11.1	0-67.4
	Madeira	0-5.6	0-4.4	0-4	0-0.9	0-5.6

* Mediana (valor mediano do número de itens por km²); média (valor médio do número de itens por km²); intervalo de variação (valor mínimo e máximo do número de itens por km²).

A média de itens por 10km², no total de células, foi superior para o plástico, o que está de acordo com estudos efetuados na orla costeira do Faial que confirmam a presença dominante do plástico nesta área (Ríos *et al*, 2018; Chambault *et al.*, 2018). Na Tabela 52 estão representados os dados referentes às 1991 células de 10 km² identificadas (Tabela 51), usando os valores medianos da densidade de lixo encontrado nas áreas amostradas.

TABELA 52. VALORES REFERENTES AOS DADOS DE MACROLIXO (>2,5CM) VISUALIZADOS NA COLUNA DE ÁGUA, EM 1991 CÉLULAS DE 10 KM², NO PERÍODO DE 2015 A 2018, E APRESENTADOS COMO NÚMERO DE ITENS DE LIXO POR KM². FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT (2020).

n=1991	Nº itens por km²						
Total de células de 10 km²					Célula de 10 km² (mais limpa)		
Categorias de lixo	Intervalo de variação	MEDIANA (nº de itens)	Nº de amostras abaixo da referência	% abaixo da referência	MEDIANA (nº de itens)	Nº de amostras abaixo da referência	% abaixo da referência
Plástico	0-67.4	0.00	1715	86.1%	0.00	1715	86.1%
Papel	0-3.8	0.00	1981	99.5%	0.00	1981	99.5%
Madeira	0-5.6	0.00	1972	99.0%	0.00	1972	99.0%
Metal	0-12.7	0.00	1986	99.7%	0.00	1986	99.7%
Vidro/ cerâmica	0-3.6	0.00	1987	99.8%	0.00	1988	99.8%
Outro	0-6.3	0.00	1976	99.2%	0.00	1976	99.2%

* Intervalo de variação (valor mínimo e máximo do número de itens por km²); Mediana (valor mediano do número de itens por km²); nº de amostras abaixo da referência (nº de amostras de cada categoria que se encontram abaixo do valor mediano correspondente); % abaixo da referência (percentagem do nº de amostras que se encontram abaixo do valor mediano correspondente).

A densidade de itens por 10km² foi bastante baixa e na maioria das áreas avaliadas não foram observados itens de lixo. Segundo os resultados deste estudo e o do artigo de Chambault *et al.,* 2018, a quantidade de macrolixo flutuante ao redor dos Açores é menor em comparação com as áreas encontradas mais próximas às plataformas continentais, embora o arquipélago esteja localizado ao lado do Giro Subtropical do Atlântico Norte. Além disso, os resultados apontam que a maioria dos detritos provém, maioritariamente, de fontes terrestres distantes e de atividades de pesca (Chambault *et al.,* 2018).

Fundos marinhos

Para a caracterização dos fundos marinhos no arquipélago açoriano ao nível do lixo marinho, os dados de macrolixo (>5 cm) são representados pelo número de itens de lixo por km², observados

nos registos de imagem feitos entre 2008 e 2018. Quanto à distribuição espacial do lixo, foram encontrados itens na grande maioria dos transetos efetuados. A utilização de dados anteriores a 2013 deve-se ao facto de estes nunca terem sofrido qualquer tipo de análise por falta de projetos dedicados a esta problemática (SRMCT, 2020).

Na Tabela 53 estão representados os valores obtidos para a densidade do lixo agrupados pelas categorias já identificadas. Em comparação com os dados recolhidos pela Comissão OSPAR (OSPAR, 2019), referentes aos arrastos experimentais para a recolha de lixo marinho de fundo nas regiões OSPAR do Grande Mar do Norte, do Mar Celta e o Golfo da Biscaia, os valores médios obtidos para todas as categorias encontram-se muito abaixo dos valores calculados para estas três regiões (SRMCT, 2020).

TABELA 53. VALORES REFERENTES AOS DADOS DE MACROLIXO (>5 CM) VISUALIZADOS NA COLUNA DE ÁGUA, EM 1950 UNIDADES DE AMOSTRAGEM DE TRANSETOS DE 100 M, NO PERÍODO DE 2008 A 2018, E APRESENTADOS COMO NÚMERO DE ITENS DE LIXO POR KM^2. FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT (2020).

MATERIAL	MEDIANA (ITEM/KM^2)	MEDIA (ITEM/KM^2)	INTERVALO DE VARIAÇÃO (MIN-MAX)
Plásticos	0	661	0-20054
Tecido	0	11	0-4385
Vidro/Cerâmica	0	136	0-8692
Metal	0	67	0-8698
Papel/cartão	0	1	0-1664
Borracha	0	5	0-4385
Outro	0	16	0-4362

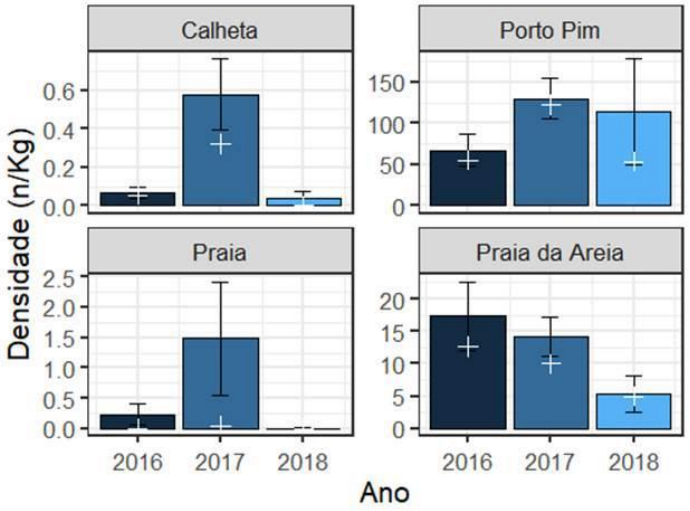
*Intervalo de variação (valor mínimo e máximo do número de itens por km^2); Mediana (valor mediano do número de itens por km^2); Média (valor médio do número de itens por km^2).

Em concordância com os valores médios obtidos pela Comissão OSPAR, também na avaliação realizada no arquipélago, é o plástico o material com maior predominância (com uma média de 661 itens por km^2). Durante a análise das imagens recolhidas, a grande maioria apresentava algo em comum: os itens de plástico encontrados estão relacionados com a pesca, principalmente artes de pesca perdidas (Pham *et al.*, 2013; Rodríguez *et al.*, 2017; Rebikoff-Niggeler, 2019). Além do plástico, outros materiais, como vidro/cerâmica e metal, apresentaram valores significativos (com uma média de 136 itens por km2 e 67 itens por km^2, respetivamente). Para as restantes categorias os valores não são significativos (SRMCT, 2020).

MICROLIXO

Orla costeira

Os resultados para microplástico (polímeros artificiais) na orla costeira foram obtidos entre fevereiro 2016 e março 2018, em quatro praias, já referenciadas no âmbito dos macroplásticos (nomeadamente, Praia da Calheta, Praia, Praia da Areia e Porto Pim) (Figura 127). O número total de amostragens foi de 96, e o tamanho dos itens de lixo recolhidos tinham entre 1 e 5 mm. A abundância de itens de lixo foi avaliada ao longo de 100 m de comprimento de praia (SRMCT, 2020).



6646 FIGURA 127. MÉDIA (BARRA), MEDIANA (+) E ERRO PADRÃO DOS VALORES DO NÚMERO DE ITENS RECOLHIDOS NAS 4 PRAIAS
6647 AMOSTRADAS, ENTRE 2016 E 2018. FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT (2020).

6648 Das 4 praias amostradas, a praia do Porto Pim na ilha do Faial, revelou ser significativamente mais
6649 poluída que as restantes, com um valor médio de 103.17 itens por kg de sedimento seco. Tendo a
6650 Praia da Areia (no Corvo) um valor médio de 14.42 itens por kg de sedimento seco, apresenta-se
6651 como a segunda área com maior densidade de microplásticos. Apesar do número de amostras não
6652 ser igual para todas as praias, é possível ter uma noção do quão são afetadas por estes materiais.
6653 Além disso, estas duas praias são as únicas que possuem orientação sul/sudoeste, que é a direção
6654 do vento predominante nos Açores, o que influencia a entrada e acumulação destes materiais
6655 (principalmente, Porto Pim, que se encontra numa baía fechada) (SRMCT, 2020).

6656 Em relação à composição dos polímeros, resultados dos projetos AZORLIT e LIXAZ, refere ainda que
6657 os resultados obtidos foram semelhantes a outros estudos, em outras regiões, e sugerem que o
6658 polietileno (PE) e o polipropileno (PP) são os polímeros mais comuns (SRMCT, 2020). Por fim, a
6659 quantidade de microlixo demonstra que a exposição da região à poluição plástica e a alta
6660 abundância de micropartículas pode ser o resultado da proximidade do arquipélago ao Giro
6661 Subtropical do Atlântico Norte, conhecido por acumular lixo marinho (Pham *et al.,* 2016).

6662 Coluna da água

6663 Os resultados para microplástico na coluna de água foram obtidos entre julho 2017 e outubro 2018,
6664 em quatro áreas à volta da ilha do Faial: baía de Porto Pim, praia do Almoxarife, estação de
6665 tratamento de resíduos (na freguesia da Praia do Norte) e Fajã da Praia do Norte (Figura 128). O
6666 número total de amostragens foi de 46, e só foi possível analisar a fração de lixo marinho ≥ 1 mm.
6667 A abundância de itens de lixo em n.º itens/km^2 (SRMCT, 2020).

6668 Verificou-se que a densidade de micropartículas é significativamente superior na baía de Porto Pim,
6669 com uma média de 228 277 itens por km^2. Os valores para esta área estão de acordo com a elevada
6670 densidade de micropartículas encontradas no sedimento da Praia do Porto Pim, demonstrando que
6671 o *input* de lixo marinho nesta praia é bastante acentuado. A área da Lixeira também apresenta um
6672 valor médio bastante elevado (83 940 itens por km^2), o que poderá ser justificado pelo facto desta
6673 área estar junto à zona de costa onde se encontrava a antiga lixeira da ilha, que atualmente já não

existe, mas continua a ser local de gestão de resíduos urbanos (Centro de Processamento de Resíduos do Faial) (SRMCT, 2020).

Apesar dos resultados obtidos é impossível fazer uma avaliação da situação geral do arquipélago visto que as monitorizações foram realizadas junto à costa de apenas uma ilha. No entanto, poderá prever-se que a situação seja semelhante, principalmente, nas ilhas mais povoadas.

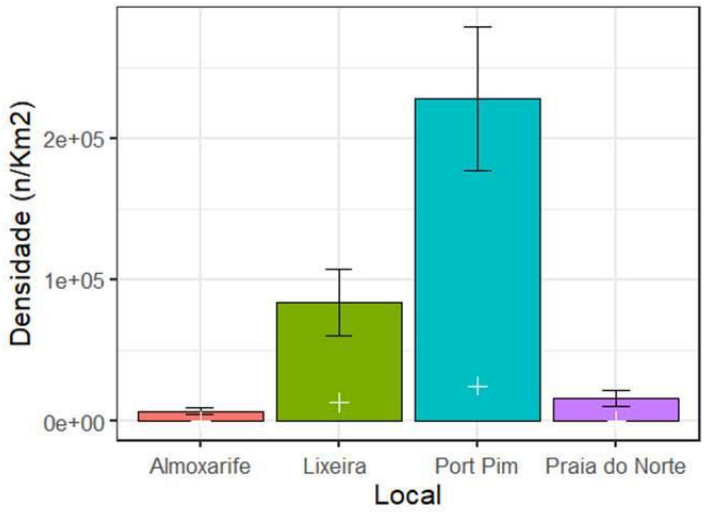


FIGURA 128. MÉDIA (BARRA), MEDIANA (+) E ERRO PADRÃO DOS VALORES DO NÚMERO DE ITENS RECOLHIDOS NAS 4 ÁREAS AMOSTRADAS, JULHO 2017 E OUTUBRO 2018. FONTE: PHAM (2019) *IN* SRMCT (2020).

INGESTÃO DE LIXO/ MICROLIXO MARINHO

Os resultados obtidos para a presença de lixo/microlixo no trato digestivo de tartarugas marinhas (neste caso, a tartaruga-comum), pertencem a 13 indivíduos arrojados mortos entre 2011 e 2018, tendo sido itens de lixo em todas as 13 tartarugas amostradas, com valores médios para macrolixo de 0.691 g de lixo por indivíduo e para o microlixo de 0.026 g de lixo por indivíduo.

Todos os itens recuperados eram plásticos, predominantemente identificados como plásticos de uso comum (fragmentos, folha de plástico e espuma), seguidos por plásticos relacionados com as atividades da pesca (corda sintética e linhas de pesca) e plásticos industriais (*pellets*). Os resultados obtidos para os Cagarros (*Calonectris borealis*), para a ingestão de lixo/microlixo, em aves marinhas, assentaram na amostra de 399 juvenis de três épocas diferentes compreendidas entre 2015 e 2017. Foram encontrados itens de lixo em 93% cagarros juvenis, com valores médios para macrolixo de 0.008 g de lixo por indivíduo (com o intervalo de variação de 0 e 0.251 g por indivíduo) e para o microlixo de 0.023 g de lixo por indivíduo (variando entre 0 e 0.360 g por indivíduo). Do conhecimento adquirido, o plástico ingerido pelos juvenis não causam diretamente a sua morte, pois as partículas encontradas são de pequenas dimensões e serão excretadas através das fezes (SRMCT, 2020).

A.18.11. Ruído

No âmbito da Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores - relatório do 2º ciclo da DQEM (SRMCT, 2020), a avaliação do Descritor 11 (D11)[17] refere-se à introdução de energia no meio marinho, que pode ser feita de várias formas, nomeadamente, sob a forma de pressão sonora/ ondas acústicas, sendo geralmente designada de "ruído acústico submarino" (Jesus *et al.,* 2012). Este foca-se no ruído presente no ambiente marinho, e engloba duas componentes de ruido subaquático: ruído impulsivo de alta, média e baixa frequência; e ruído contínuo de baixa frequência, muitas vezes referido como "ruído ambiente de baixa frequência".

Na avaliação deste descritor para o 1.º ciclo da DQEM Açores (SRMCT, 2014), foi descrito que a informação existente sobre o ruído marinho era muito limitada, seja a nível de monitorização de ruído ambiente, seja a nível do registo de atividades antropogénicas que produzem ruído impulsivo. Esta falta de informação impossibilitou avaliar o BEA para este descritor. Apesar de existirem alguns programas e projetos que recorriam à colocação de hidrofones submarinos autónomos, em regiões circundantes à subárea dos Açores da ZEE Portuguesa, que poderiam caracterizar o ruído marinho ambiental em redor da região, a informação recolhida não foi analisada nesse sentido. Desta forma o ruído foi caracterizado de forma indireta através da identificação das suas fontes, endógenas ou exógenas (SRMCT, 2014).

No 2.º ciclo da DQEM, considerando que a falta de conhecimento persiste, não só sobre o impacto do ruído antropogénico em mamíferos marinhos como em outros organismos, continuou a não ser possível para a subdivisão dos Açores estabelecer uma definição de BEA. Embora tenham sido feitos progressos na recolha de informação e implementação de novos projetos, considera-se que os dados disponíveis não são suficientes e a falta de limiares definidos, a nível da União Europeia, para os níveis de ruído impulsivo ou ruído contínuo de baixa frequência, não possibilitam avaliar o BEA deste descritor.

A introdução de ruído, decorrente exclusivamente de atividades humanas, tornou-se generalizada com o aumento do transporte marítimo motorizado, a prospeção geofísica para a identificação de depósitos de hidrocarbonetos, dragagem, explosões subaquáticas e cravagens de equipamento para fins de construção costeira e offshore, o uso de sondas e sonares civis ou militares e a detonação de material bélico não explodido (OSPAR, 2017).

As principais preocupações estão relacionadas, por um lado, com fontes de ruído de forte amplitude, direcionais, de curta duração e de caráter esporádico (ruído impulsivo), como por exemplo, cravagens, explosões e dragagens (para a construção subaquática), ao uso da sísmica (para a prospeção e exploração de hidrocarbonetos e para a investigação científica), sonares militares, sondas e *modems* acústicos, os *pingers* e todos os outros equipamentos acústicos e transmissão de dados ou de posicionamento. Por outro lado, relava-se ainda o aumento do nível de ruído do tipo contínuo que, a uma certa distância, torna-se isotrópico e pode confundir-se com o ruído de fundo (ou ruído ambiente), principalmente devido ao aumento do tráfego marítimo comercial e fontes de ruído impulsivo a longas distâncias (Kerja *et al*., 2014).

Relativamente ao impacto do ruído impulsivo de elevada intensidade nos mamíferos marinhos estes podem provocar danos auditivos significativos (Hastie *et al.,* 2019). Mas de uma forma geral, para

[17] "A introdução de energia, incluindo ruído submarino, mantém-se a níveis que não afetam negativamente o meio marinho". (Decisão 2017/848/UE da Comissão, de 17 de maio de 2017).

ambas categorias de ruído analisadas (subaquático: ruído impulsivo de alta, média e baixa frequência e ruído contínuo de baixa frequência (ou ruído ambiente de baixa frequência), na bibliografia disponível são reportados efeitos nocivos nos mamíferos marinhos e outros grupos funcionais (como cefalópodes e peixes), que incluem respostas comportamentais (como a evasão de área, com a consequente alteração da distribuição por períodos de horas a semanas) e acústicas alteradas, camuflagem auditiva e stress (Erbe *et al.,* 2019). Pouco se sabe sobre os potenciais efeitos do ruído emitido por embarcações em mamíferos marinhos, ou outros grupos funcionais, embora este tenha direção descendente, atingindo grande profundidade com pouca perda acústica e potencialmente acoplado a canais de propagação de som nos quais o som pode ser transmitido a longo alcance (Erbe *et al.,* 2019).

No caso dos cefalópodes, pode-se referir o trabalho desenvolvido por André *et al*. (2011), que apresentou a primeira evidência morfológica e ultraestrutural do trauma causado pelo ruído antropogénico em quatro espécies de cefalópodes, que foram sujeitos a experiências de exposição a ruído de baixa frequência. Estas experiências resultaram em alterações permanentes e substanciais nas células sensoriais dos estatocistos (órgãos de equilíbrio dos invertebrados aquáticos), responsáveis pela sensação de equilíbrio e posicionamento destes animais. Também Solé *et al.* (2018) faz a primeira análise de danos no epitélio sensorial de 3 espécies de cefalópodes juvenis (*Sepia officinalis, Loligo vulgaris e Illex coindetii*) depois de expostos a ruído, demonstrando indicações de lesões nos estatocistos que agravam mais rapidamente em juvenis do que em adultos.

Nos peixes sabe-se que o som é usado para comunicação entre indivíduos, comportamento de acasalamento, desova, cuidado paternal, comportamentos agressivos e territoriais, deteção de presas e predadores, orientação e migração, seleção de habitat (Popper & Hawkins, 2019; Carriço *et al.*, 2019). A maioria dos sons emitidos por peixes são de baixa frequência (< 3kHz, a maioria < 1kHz) e são compostos por elementos repetitivos como pulsos sonoros (Carriço *et al.,* 2019). Nos Açores foram identificadas 20 espécies (de 14 famílias) de peixes emissoras de som e 79 espécies (de 24 famílias) com potencial emissão de som, tendo sido descritas 20 sequências sonoras distintas nos montes submarinos do Princesa Alice e Condor (Carriço *et al.*, 2019). Tendo isto em consideração, é possível que qualquer interferência resultante da introdução de ruído antropogénico no ambiente (mesmo a níveis muito baixos), poderá afetar a capacidade de um peixe detetar e responder a sons biologicamente relevantes, conduzindo à diminuição da sobrevivência e aptidão de indivíduos, deficiência auditiva temporária, alterações fisiológicas, mudanças de comportamento e camuflagem de sons (Carriço *et al.,* 2019)

No que respeita ao ruído contínuo de baixa frequência, os resultados obtidos, por Romagosa *et al.* (2017), vêm contribuir para o enriquecimento da pouca informação existente para este elemento nos Açores. O estudo supra referenciado veio demonstrar que os níveis médios mensais de ruído, nos 3 montes submarinos avaliados, variaram entre 90.3 dB re 1 µPa (Açores) e 103.1 dB re 1 µPa (Condor), e que o ruído provocado por tráfico marítimo esteve presente em 13% do tempo de gravação no Condor. Além disso, concluiu-se que a contribuição média das embarcações locais para os níveis de ruído de fundo é quase 10 dB superior que a contribuição do vento, o que poderá temporariamente afetar os intervalos de deteção para o chamamento de baleias de barbas e dificultar a comunicação entre elas a longas distâncias (Romagosa *et al.*, 2017).

Em relação à medição do ruído causado por embarcações distantes, nas frequências 63 Hz e 125 Hz, este estudo identificou o monte submarino Gigante como sendo o que apresenta níveis mais altos de ruído na banda de um terço de oitava de 63 Hz, podendo ser explicado pela sua proximidade

a uma zona de tráfego marítimo mais acentuado. Os níveis de ruído medidos na banda de oitavas de 125 Hz refletem melhor a presença de embarcações locais nos montes submarinos Condor e Açores, enquanto no Gigante a diferença entre as duas bandas de oitava (63 e 125 Hz) não foi muito clara (Romagosa *et al.*, 2017).

Apesar dos dados obtidos por Romagosa *et al.* (2017) revelarem níveis de ruído baixo comparativamente a outras áreas estudadas, o estudo alerta para o facto de que as áreas amostradas não só representam uma ínfima parte da subárea dos Açores da ZEE de Portugal, como localizam-se fora das rotas de navegação dos navios de transporte (cargueiros, porta-contentores, tanques, etc.) e passageiros (ferries inter-ilhas), bem como das embarcações marítimo-turísticas, que deverão apresentar níveis de ruído mais elevados (SRMCT, 2020).

É fundamental a aposta em campanhas mais específicas nos Açores de monitorização de ruído, em especial ao longo do tempo e em várias áreas representativas de diferentes densidades de tráfegos marítimos e tipos de embarcações e modelação da propagação do som em outras áreas, de forma a colmatar algumas lacunas existentes nesta matéria e a garantir a tomada de medidas governamentais efetivas que orientem as atividades humanas no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, especialmente tendo em conta o importante papel como habitat migratório e área de alimentação para diversas espécies de baleias de barbas, como a baleia azul (*Balaenoptera musculus*), baleia-comum (*Balaenoptera physalus*) e baleia-sardinheira (*Balaenoptera borealis*), que se dirigem para as águas do norte do Atlântico (Romagosa *et al.,* 2017) e outras espécies marinhas.

A falta de informação e monitorização, sobre a situação do ruído impulsivo e o ruído de fundo (ou ambiente) antropogénicos, no arquipélago dos Açores, tem impossibilitado caracterizar a poluição sonora subaquática na região e avaliar o impacto que impõe em diferentes organismos marinhos, como cetáceos, peixes e cefalópodes. No sentido de colmatar a falta de conhecimento existente e a falta de programas de monitorização nos Açores, destacam-se os projetos cofinanciados pela UE JONAS "*Joint framework for Ocean noise in the Atlantic seas*", RAGES "*Risk-based Approaches to Good Environmental Status*" e LIFE IP Azores NATURA "*Active Protection and integrated management of Natura 2000 Network in Azores*" (SRMCT, 2020).

PARTE VII. INFORMAÇÃO SOCIOECONÓMICA

Conforme reflete a estratégia da Região Autónoma dos Açores para o mar e uma economia azul (em preparação), historicamente, os oceanos têm representado uma fonte de capital natural considerada imprescindível para o bem-estar e a prosperidade (Bădîrcea *et al.*, 2021), desempenhando um papel preponderante como fontes de subsistência, de comércio, de alimentos e de outros bens e serviços providenciados pelos ecossistemas (Borja *et al.*, 2020). Todavia, estes ecossistemas, dos quais o planeta depende, aos níveis do clima, da temperatura e do fornecimento de bens e serviços, apresentam atualmente mudanças mais rápidas do que há milhões de anos atrás, como consequência das interações humanas (Laffoley & Baxter, 2018). As alterações ambientais de origem antrópica produzem, cada vez mais, pressões contínuas e cumulativas sobre o meio marinho e costeiro, bem como sobre os serviços e bens dos ecossistemas por eles fornecidos (Borja *et al.*, 2020; Depledge *et al.*, 2019; Laffoley & Baxter, 2018).

As ilhas estão entre os primeiros e mais adversamente afetados territórios pelos impactes das alterações climáticas globais, dada a sua vulnerabilidade e menor resiliência, decorrente de fatores como o isolamento geográfico, grandes áreas costeiras e uma reduzida diversificação económica. Por conseguinte, a avaliação dos desafios associados a estas alterações nos diversos sectores da economia azul é determinante para o desenvolvimento sustentável e a capacidade de adaptação futura das comunidades insulares. Paralelamente, é expectável que os impactes decorrentes do aquecimento global nas zonas costeiras e nos ecossistemas insulares seja significativo, sendo que o aumento do nível do mar, as mudanças nos regimes de precipitação, os eventos climáticos extremos e o aumento das temperaturas do ar e da superfície do mar poderão causar pressões adicionais ao nível das comunidades insulares (Vrontisi *et al.*, 2022). Por outro lado, as alterações climáticas têm vindo a induzir alterações e perdas consideráveis na biodiversidade dos oceanos como consequência da acidificação dos oceanos, do incremento da temperatura e do decréscimo do teor em oxigénio (Talukder *et al.*, 2022). Apesar da elevada deterioração dos ecossistemas naturais estar intimamente ligada às alterações climáticas, outros fatores devem ser também considerados (Booth *et al.*, 2021; EEA, 2021; Lehmköster, 2021; Lotze, 2021; Novaglio *et al.*, 2021), como a sobre-exploração dos recursos naturais, a proliferação de espécies invasoras, a destruição de habitat, a redução de biomassa animal, a introdução de contaminantes e lixo marinho, as capturas acidentais, ou o ruído subaquático, conforme refletem os capítulos A.17 e A.18 do presente volume.

Por outro lado, a competição pelo espaço marítimo, bem como o acesso aos seus recursos está a aumentar rapidamente, especialmente nas zonas costeiras, o que tem conduzido a uma expansão, por parte dos diversos sectores da economia azul (Hodgson *et al.*, 2019; Jouffray *et al.*, 2020; Turschwell *et al.*, 2022). A economia azul encontra-se, assim, posicionada entre dois contextos concorrentes: as oportunidades de crescimento e de desenvolvimento e os espaços ameaçados e vulneráveis que necessitam de proteção (Lee *et al.*, 2020; Voyer *et al.*, 2018). O termo de economia azul tem sido aplicado sob diferentes perspetivas e com termos similares às economias marinha e dos oceanos, sem um significado claro, embora a Organização das Nações Unidas tenha concebido uma definição geral para a economia azul, como sendo uma economia dos oceanos que tem por objetivo a melhoria do bem-estar humano e a igualdade social, diminuindo os riscos ambientais e a deterioração ecológica (Lee *et al.*, 2020). Por sua vez, para as instituições da EU, a economia azul abrange todas as atividades económicas sectoriais e intersectoriais baseadas ou relacionadas com os oceanos, mares e costas, dividindo-se em dois grupos: um primeiro grupo que inclui as ações

baseadas no oceano e que engloba as atividades desenvolvidas no oceano, no mar e nas zonas costeiras e um segundo grupo que abrange as atividades relacionadas com o oceano tais como as que utilizam produtos e/ou geram produtos e serviços do oceano ou atividades marítimas.

A economia azul deverá ser ponderada sob um sistema complexo de interações entre as atividades económicas e o ambiente marinho, em que todos os seus elementos estão correlacionados e cuja associação de dados económico com dados ambientais apresenta um elevado potencial para a sustentabilidade económica dos oceanos (Jolliffe *et al.*, 2021). Todavia, os oceanos apresentam um valor económico que é ainda muito complexo de quantificar, aos níveis da provisão de recursos, dos habitats para a vida marinha, do sequestro de carbono, da proteção costeira, da reciclagem e armazenamento de resíduos e dos processos que influem nas alterações climáticas e na biodiversidade. A economia azul exige e justifica uma governança do espaço marítimo, que possibilite a criação de oportunidades económicas e políticas, gerando conhecimento e intervenções e conduzindo à territorialização do mar (Germond-Duret, 2022).

Paralelamente, a sustentabilidade assume-se como um aspeto central da economia azul e que se concretiza na utilização responsável dos recursos naturais, na descarbonização e nos conceitos da economia circular, na definição de uma agenda destinada a tornar a economia azul mais verde e sustentada pela governança internacional dos oceanos. A transição para uma economia azul sustentável exige uma governança oceânica eficiente, assim como o mapeamento, quantificação e avaliação dos serviços dos ecossistemas marinhos, e o acompanhamento do capital azul natural e dos impactes sociais e ambientais com origem humana (EC, 2022). No domínio da gestão integrada dos oceanos, uma economia azul sustentável é igualmente apoiada pelo ordenamento do espaço marítimo, sob uma base ecossistémica e através da consecução de objetivos de conservação e de restauro ecológicos.

A sustentabilidade da economia azul tem de permitir, ainda, à sociedade, a obtenção de valor a partir dos oceanos e das regiões costeiras, respeitando, simultaneamente, a capacidade destes se regenerarem e de suportarem as ações antrópicas, desde que praticadas de modo sustentável (EC, 2022). A economia azul é parte integrante do tecido social de grande parte da população mundial, sendo um fator importante para a mitigação da pobreza, a segurança alimentar e a coesão cultural e social, conquanto os conceitos de desenvolvimento sustentável e de sustentabilidade transcendam frequentemente o debate sobre economia azul e crescimento azul (Germond-Duret *et al.*, 2022; Issifu *et al.*, 2023; OECD, 2020). Apesar do reconhecimento do papel fulcral da sustentabilidade social no âmbito da economia azul, a sua quantificação continua a ser um desafio e apresenta diversas desigualdades e desafios, particularmente para as comunidades mais vulneráveis, em termos de crescimento inclusivo, acesso aos recursos marinhos e impacte da poluição em algumas populações (OECD, 2020). Também a equidade, a diversidade e a inclusão são fundamentais para se obter diversas perspetivas e podem ser ferramentas importantes para se alcançar a sustentabilidade e o bem-estar em todas as suas dimensões.

Este é uma perspetiva refletida também na Estratégia Nacional para o Mar (ENM) 2021-2030, que identifica o mar como uma das marcas identitárias de Portugal mais perenes e inspiradoras, sendo um oceano saudável condição primordial para que a sociedade possa colher todos os benefícios nele e dele gerados, incluindo os de uma economia azul sustentável, circular e inclusiva. Numa década marcada pelo imperativo de ameaças globais, como as alterações climáticas, a perda de biodiversidade e integridade dos ecossistemas, as novas formas de poluição e a acidificação do oceano, esta estratégia assenta em promover um oceano saudável para potenciar o bem-estar e

um desenvolvimento azul sustentável, e em afirmar Portugal como líder na governação do oceano, apoiada no conhecimento científico.

Também a nível regional, o mar, que fora visto, historicamente, como um fator de isolamento dos Açores, tem vindo a ser encarado como um espaço de oportunidade e de desenvolvimento económico e social para o futuro, conforme consta da Estratégia da Região Autónoma dos Açores para o mar e uma economia azul (em preparação). Embora o arquipélago se encontre sujeito a condicionalismos permanentes naturais e geográficos, bem como dos constrangimentos resultantes da reduzida dimensão e da sua dispersão socioeconómica, o espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores é um dos maiores da UE, albergando uma área de quase 1 milhão de km2. Os Açores constituem, igualmente, uma das Regiões Ultraperiféricas da UE, em que o mar se revela como um desafio de interesse partilhado.

A.19. Economia do mar nos Açores

A extensa dimensão marítima dos Açores, somada à sua localização no cruzamento entre as rotas oceânicas dos continentes europeu, africano e americano, bem como o facto de albergar um conjunto complexo e diverso de habitats costeiros e oceânicos - cujas características têm revelado um elevado potencial do ponto de vista económico, sobretudo na exploração de recursos marinhos e aproveitamento para fins turísticos e recreativos -, constituem fatores de diferenciação e de desenvolvimento que colocam o arquipélago dos Açores numa posição vantajosa como plataforma e centro mobilizador da criação de valor associado ao mar, e com potencialidades e desafios acrescidos (GRA, 2013).

Por outro lado, as características biogeográficas e geomorfológicas da subdivisão dos Açores, bem como os seus valores arqueológicos, culturais, estéticos e históricos, os recursos biológicos, geológicos, energéticos renováveis e biotecnológicos são ativos que importa investigar e dinamizar de modo sustentável (GRA, 2013). A vocação marítima dos Açores apresenta-se como um dos melhores ativos desta Região Autónoma, o qual, se devidamente apoiado e incentivado, poderá resultar numa nova via de crescimento e de desenvolvimento sustentável (Simbiente, 2019). Os setores tradicionais da economia azul regional, como os setores das pescas, portuário e dos transportes marítimos são de extrema importância para a economia dos Açores, a somar a outros setores que têm vindo a ganhar progressivamente mais relevância, como as atividades ligadas ao turismo, recreio e lazer – destacando-se a atividade marítimo-turística, em especial a observação de cetáceos e o mergulho, o turismo de cruzeiros, o iatismo, a pesca lúdica e a utilização balnear - a investigação científica e as atividades de conservação e restauro do meio ambiente, a biotecnologia marinha e a aquicultura.

As atividades marítimas tradicionais são vitais para as economias insulares, embora, nos últimos anos, a concorrência e as alterações comerciais globais ameaçaram e até mesmo estagnaram algumas dessas atividades, em termos de emprego e do VAB para a economia. Existem também sectores em crescimento, como o turismo, que dinamizam as economias locais e que oferecem novas oportunidades de emprego, embora subsistam desafios provocados pelo turismo excessivo e que colocam em causa a sustentabilidade das ilhas devido à vulnerabilidade e aos recursos limitados que caracterizam os meios insulares. Finalmente, com a emergência de sectores como as energias

renováveis e a biotecnologia marinhas, existem oportunidades reais de desenvolvimento de novos sectores da EA que sejam sustentáveis e que permitam a criação de emprego qualificado (EC, 2020).

Quando se pretende enquadrar e analisar o peso da economia do mar no contexto económico da Região, este ainda se revela como pouco representativo, atendendo a que a informação para os diversos sectores e alguns indicadores ainda não existe de forma desagregada e à escala e formato adequado para os Açores. Assim, teve-se por base a informação disponibilizada na Conta Satélite do Mar (CSM), complementada com informação do período 2007-2017 (ou mais recente, se existente) com dados do Sistema de Contas Integradas das Empresas (SCIE).

A Tabela 54 detalha os agrupamentos constantes da CSM, que compreendem o conjunto das atividades económicas que dependem diretamente e indiretamente do mar, segundo uma abordagem de cadeias de valor, em que se incluem atividades já estabelecidas e consolidadas (agrupamentos 1 a 8) bem como atividades emergentes (agrupamento 9).

TABELA 54. AGRUPAMENTOS DE ATIVIDADES ECONÓMICAS PARA A ECONOMIA DO MAR NA CSM. FONTE: ADAPTADO DE SREA, 2020A.

AGRUPAMENTO	ATIVIDADES
1.Pesca, aquicultura e transformação e comercialização dos seus produtos	Abrange as atividades integradas na cadeia de valor dos produtos da pesca e da aquacultura, desde a obtenção do recurso, à sua comercialização, passando pelas diversas etapas de produção de alimentos para as espécies aquícolas, produção de gelo, armazenagem frigorífica e outras atividades.
2.Recursos marinhos não vivos	Compreende as atividades relacionadas com a pesquisa e exploração de recursos energéticos convencionais (petróleo e gás natural), com a pesquisa e exploração de minerais marinhos e com a extração e refinação de sal e a produção de condimentos dele derivado. Inclui ainda a dessalinização da água do mar.
3.Portos, transportes e logística	Engloba as atividades relacionadas com a cadeia de valor do transporte por água, cuja atividade central é o transporte marítimo de mercadorias e de passageiros. Inclui ainda os serviços portuários e de aluguer de meios de transporte marítimos e fluviais e o transporte fluvial de mercadorias e passageiros.
4.Recreio, desporto, cultura e turismo	Agrega a atividade marítima de recreio e de desporto, a cultura de vertente marítima, e o turismo marítimo e costeiro, incluindo as marítimo-turísticas que operam em água. Este grupo compreende as atividades relacionadas com a náutica, onde são consideradas a náutica de recreio e a náutica desportiva. O turismo costeiro inclui o alojamento, a promoção imobiliária dos alojamentos turísticos, atividades de restauração, agências de viagens e atividades de recreação e lazer associadas, incluindo atividades culturais relacionadas.
5.Construção, manutenção e reparação navais	Abrange as atividades de construção de embarcações e plataformas flutuantes, incluindo as embarcações de recreio e desporto, bem como as atividades de reparação e manutenção de embarcações e seu desmantelamento em final de vida.
6.Equipamento marítimo	Reúne todas as atividades identificadas na indústria transformadora como a produção e a reparação de equipamento marítimo de apoio à maioria das atividades dos outros agrupamentos da CSM.
7.Infraestruturas e obras marítimas	Compreende as atividades relacionadas com obras de construção e de expansão de terminais portuários de forma a desenvolver condições de acessibilidade marítima e terreste. Inclui ainda, a construção e reparação de portos, marinas, assim como trabalhos de dragagem, de proteção e de defesa da zona costeira e outras obras marítimas e portuárias.

8.Serviços marítimos	Agrega atividades relacionadas com o mar, transversais a todos os outros agrupamentos, em que se incluem a educação, formação e I&D, atividades de governação, assim como atividades de segurança marítimas e ordenamento do espaço marítimo, além de outras atividades de serviços que englobam serviços de informação e comunicação marítimos, consultoria e serviços às empresas nas áreas do mar, financiamento e seguros marítimos, bem como atividades de comércio e distribuição relacionados com o mar.
9.Novos usos e recursos do mar	Abrange o conjunto das atividades emergentes, ainda com pouca relevância económica, que seriam, de outro modo, "diluídas" nas outras atividades, como é o caso da biotecnologia marinha, das energias renováveis marinhas, da pesquisa e exploração de recursos energéticos não convencionais (hidratos de metano), do armazenamento de gases, e de serviços de observação da terra.

No que se refere aos dados da CSM relativamente ao biénio 2016-2017, e tal como plasmado na Tabela 55, a economia azul apresentou um maior dinamismo do que a economia dos Açores, tendo o respetivo VAB "mar" registado um crescimento de 17,9%, enquanto o VAB regional aumentou 3,1% (SREA, 2020a). Paralelamente, as remunerações e o emprego relativos à economia azul aumentaram 13,8% e 10,5%, respetivamente, enquanto que as variações homólogas correspondentes, para a economia regional, foram de 4,5% e de 1,9% (SREA, 2020a). No que respeita às unidades de atividade económica (UAE), a maioria encontra-se incluída no domínio do "recreio, desporto, cultura e turismo", o qual regista um aumento de 2015 UAE, em 2016, para um total de 2708 UAE, no ano seguinte de 2017 (SREA, 2020a). Imediatamente a seguir surge o domínio da "pesca, aquicultura, transformação e comercialização dos seus produtos", o qual apresenta um valor de 627 UAE, em 2016 e de 737 UAE no ano de 2017 (SREA, 2020a), revelando assim mais um incremento nas duas grandes áreas económicas da economia azul Açoriana, que são as pescas e o turismo. Os restantes domínios apresentam, todos eles, aumentos ou manutenção dos respetivos valores, à exceção dos domínios das Infraestruturas e obras marítimas e dos serviços marítimos com descidas moderadas (SREA, 2020a).

TABELA 55. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS SOCIOECONÓMICOS, ENTRE A CONTA SATÉLITE DO MAR (CSM) E A CONTA REGIONAL (CR), PARA OS AÇORES, NO BIÉNIO 2016-2017. FONTE: SREA, 2020A.

	NÍVEIS	2016	2017	TAXA DE VARIAÇÃO 2017	CSM/CR 2016/2017	
VAB	CSM	240,0	283,0	17,90%	6,90%	7,90%
[10^6 euros]	CR	3 451,0	3 558,0	3,10%		
Emprego (ETC)	CSM	7 672,0	8 479,0	10,50%	7,50%	8,10%
[N.º]	CR	102 857,0	104 828,0	1,90%		
VAB/ETC	CSM	31,2	33,3	6,70%	93,10%	98,20%
[10^3 euros]	CR	33,5	33,9	1,20%		
Remunerações	CSM	129,0	147,0	13,80%	7,50%	8,10%
[10^3 euros]	CR	1 730,0	1 807,0	4,50%		
Emprego	CSM	59,3	57,6	-2,80%	99,70%	99,30%
(ETC)/remunerado	CR	59,5	58,0	-2,40%		
[N.º]						
Remunerações médias	CSM	16,9	17,4	2,90%	100,30%	100,70%
[10^3 euros]	CR	16,8	17,2	2,50%		
Remunerações/VAB	CSM	54,0	52,1	-3,50%	107,70%	102,60%
[%]						

Os agrupamentos da economia do mar nos Açores apresentam níveis significativamente diferentes de desenvolvimento e significância, tendo sido desenvolvida uma análise, no âmbito do projeto SMARTBLUE (2019), traduzida na Figura 129, em que se apresenta uma leitura das várias atividades considerando a respetiva escala de desenvolvimento no que concerne à sua situação atual no âmbito da economia azul na RAA, designadamente:

- Maturação – atividade com representação expressiva na RAA e cujo historial e desenvolvimento se encontra consolidado e enraizado na comunidade e economia, não obstante ter potencial / necessidade para inovação, otimização e crescimento;
- Crescimento – atividade existente na RAA mas que carece, ainda, de impulso (económico, empreendedorismo, inovação, investigação, tecnológico, etc.) de modo a que o seu peso na economia e sociedade se assuma, futuramente, como significativa;
- Desenvolvimento – atividade ainda em desenvolvimento/aposta inicial ou incipiente na RAA mas sobre a qual se considera existir potencial para tal;
- Inexistente – atividade não existente na RAA.

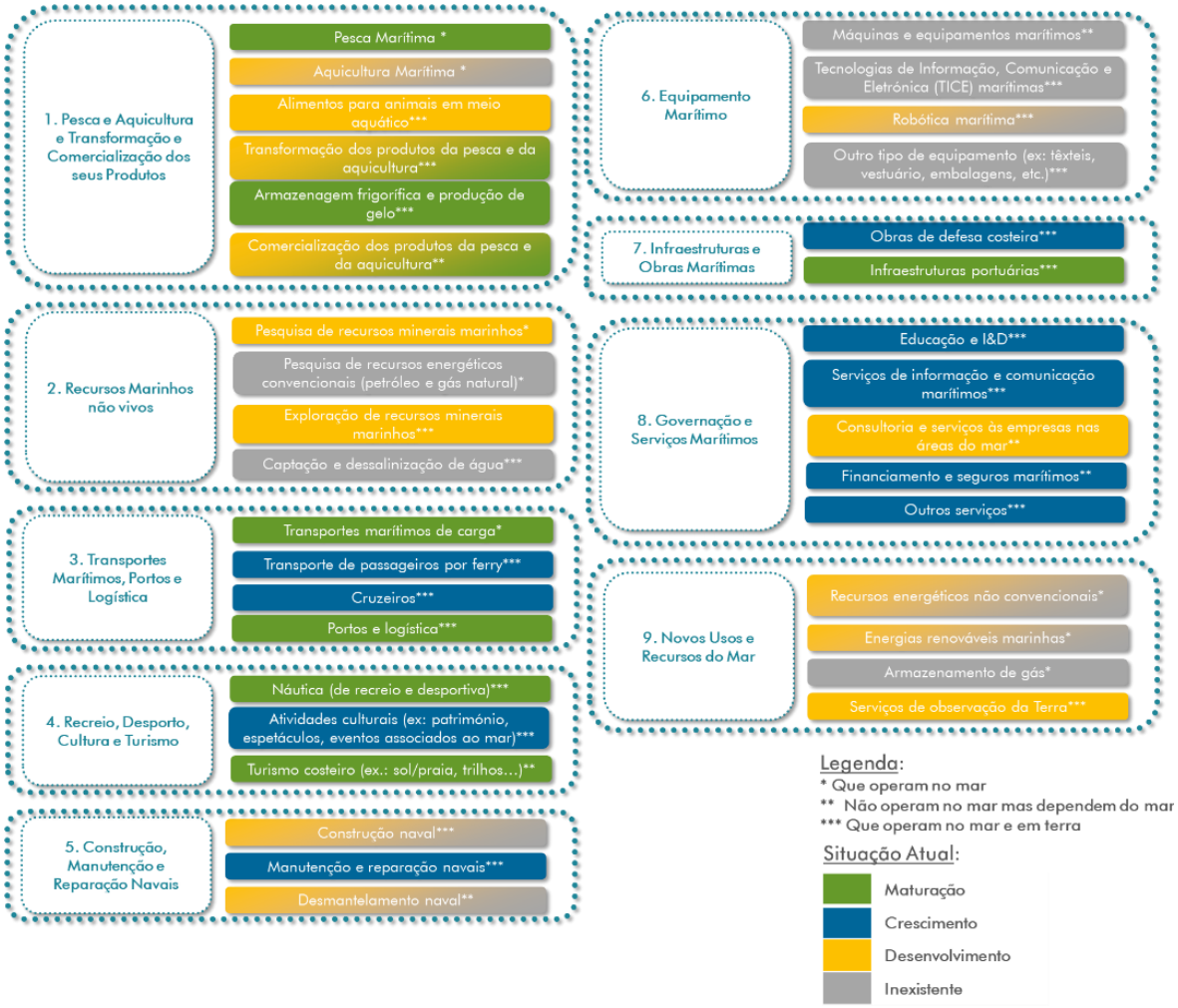


FIGURA 129. ESTADO ATUAL, NA RAA, DE DESENVOLVIMENTO DAS VÁRIAS ATIVIDADES ASSOCIADAS AOS SUBSECTORES DA CONTA SATÉLITE DO MAR. FONTE: SMARTBLUE, 2019.

A.19.1. Recursos Marinhos Vivos

O agrupamento abrange, conforme referido na Tabela 54, as atividades integradas na cadeia de valor dos produtos da pesca e da aquacultura, desde a obtenção do recurso, à sua comercialização, passando pelas diversas etapas de produção de alimentos para as espécies aquícolas, produção de gelo, armazenagem frigorífica e outras atividades, que se descrevem seguidamente.

A.19.1.1. Pesca comercial, apanha de algas e outros produtos do mar

A pesca constitui uma fileira com elevado peso na economia regional, não apenas em termos de valor acrescentado, mas principalmente como fonte de emprego (SRMCT, 2014), sendo ainda importante suporte económico e cultural para as comunidades piscatórias de todas as ilhas. O setor pesqueiro contribui com mais de 20% para o total de exportações açorianas e constitui uma atividade económica que projeta os Açores no exterior e que possui um caráter multidimensional e transgeracional criador de valor (Santos, 2018; Simbiente, 2019).

Na subdivisão dos Açores, com base nos dados do SCIE no período 2010-2017, realizou-se uma análise da atividade económica do CAE: 0311- Pesca marítima, apanha de algas e de outros produtos do mar. Entre 2010-2012 verificou-se a diminuição na maioria dos indicadores, com exceção do VAB, que registou um crescimento do ano 2011 para 2012. A partir de 2012, verificou-se uma tendência de aumento ao nível da produção, volume de negócios e do VAB. Em termos de evolução, destacou-se o decréscimo da produção (2% e 837 376 milhões de euros), do volume de negócios (11% e 4 290 602 milhões de euros), tendo o VAB registado um aumento (19% e 3 312 491 milhões de euros) (Tabela 56).

Tabela 56. Atividade económica de pesca marítima, apanha de algas e outros produtos do mar nos Açores (2010-2017). Fonte: SRMCT, 2020; Dados INE, SCIE.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Número de Empresas (n.º)	575	554	531	561	563	572	597	579
Pessoal ao Serviço (n.º)	1 494	1 459	1 082	1 143	1 251	1 235	…	…
Produção (€)	40 159 259	39 455 740	38 037 994	38 842 169	38 543 952	39 321 883	…	…
Volume de Negócios (€)	43 199 731	40 173 056	38 458 879	39 496 210	38 403 409	38 909 129	…	…
VAB (€)	14 168 080	12 517 253	13 451 675	16 389 503	16 402 073	17 480 571	…	…

… *Valor confidencial*

O potencial do setor da pesca da RAA assenta na riqueza e variedade dos recursos marinhos que é condicionado por fatores topográficos relacionados com a profundidade, natureza e irregularidade do fundo, limitado pelas correntes marítimas fortes e pela tecnologia da frota pesqueira existente. Apesar do extenso espaço marítimo em torno do arquipélago, a área com potencial para a pesca é muito reduzida como resultados de vários fatores: (1) inexistência de uma plataforma continental geológica, o que condiciona o exercício da pesca a exercer-se exclusivamente em redor das ilhas e em bancos oceânicos afastados das ilhas; (2) uma produtividade primária baixa, comparativamente às zonas de plataforma continental; (3) ocorrência de vários habitats com uma elevada sensibilidade ecológica, implicando a necessidade de um acompanhamento atento dos níveis de exploração, distribuição espacial do esforço de pesca e de uma avaliação continuada dos mananciais; (4) existência de uma morfologia acidentada dos fundos marinhos que condiciona as práticas de pesca. Para além dos aspetos citados, há a considerar, igualmente, o isolamento e a distância aos principais

mercados como fatores que afetam diretamente a pesca nos Açores (Simbiente, 2019). Assim, a pesca ocorre nas áreas menos profundas (<1000m), de maior produtividade, na proximidade das ilhas e em bancos e montes submarinos próximos (SRMCT, 2020).

A maior parte da pesca, nos Açores, é realizada por navios açorianos, sendo apenas uma pequena parte das capturas efetuada por navios de Espanha (palangreiros de superfície da pesca ao espadarte) e de Portugal continental (ICES, 2019). A frota pesqueira açoriana é de pequena escala, constituída por barcos com comprimento máximo de 12 metros e de reduzida potência motriz, operando desde as áreas costeiras até aos montes submarinos offshore, sendo polivalente, com licença para pescar com várias artes de pesca que podem variar ao longo do ano de acordo com a abundância e/ou preço das espécies-alvo (SRMCT, 2020; Carvalho *et al.*, 2011) (*vide* Vol. III-A). Porém, como resultado dos incentivos criados, na Região, para reestruturar o setor de pesca e fornecer condições técnicas adequadas, o número de embarcações licenciadas foi reduzido nos últimos 27 anos (-43%), permitindo uma diminuição no esforço de pesca e a consequente proteção dos recursos, bem como o aumento do rendimento per capita dos pescadores (SRMCT, 2020; SRMCT, 2018). Paralelamente, e por imposição legal regional, cerca de 70% das embarcações, devido ao seu tamanho, tem a sua área de operação limitada a 6 mn da costa e apenas 18% pode operar a distâncias superiores a 30 mn (SRMCT, 2020). Em 2019, nos Açores, existiam 739 embarcações de pesca, associadas a um valor de tonelagem de arqueação bruta de 9311 (SREA, 2021).

A pesca continua a ser uma atividade que recorre, maioritariamente, a métodos artesanais, com a utilização predominante de aparelhos de pesca compostos por anzóis e linhas, não existindo qualquer pescaria industrial baseada nos Açores e, consequentemente, mais de 90% do pescado descarregado em lota, nos Açores, provem da pesca artesanal, exercida com recurso a embarcações de pequena dimensão (SRMCT, 2014; SRMCT, 2020). A opção por artes seletivas quase em exclusivo, incluindo o uso das artes de anzol, a não utilização de artes de arrasto, e uma tendência decrescente no uso de artes de redes de emalhar, bem como a adoção de outras medidas de gestão e de um sistema de autorregulação, têm permitido, assim, garantir a razoável sustentabilidade dos mananciais (SRMCT, 2014). Entretanto, foi já concedido um maior número de licenças de pesca à linha de mão, correspondentes a cerca de 27% do total, seguidas pela pesca à linha com cerca de 20%.

O GRA tem vindo, também, a reduzir o número de licenças para as redes de emalhar e de palangre de fundo, favorecendo as artes de pesca manuais, tendo exigido, igualmente, a proibição do arrasto de fundo dentro da subárea dos Açores da ZEE Portuguesa, para manter a sustentabilidade do sector pesqueiro (Melo & Menezes, 2002). A pesca de espécies demersais e a pesca de tunídeos são os dois tipos principais de pescarias que existem nos Açores, representando quase 80% do total das capturas (ICES, 2019). Contudo, a pesca demersal continua a ser a mais importante em peso, a qual, historicamente, começou por se realizar ao longo as vertentes submarinas das ilhas, mas que foi expandida para os montes submarinos devido à modernização da frota e às restrições das áreas de pesca (Santos *et al.*, 2019; Diogo *et al.*, 2015; Pinho & Menezes, 2003; Santos *et al.*, 2021). Especificamente, a pesca de palangre de fundo de espécies demersais e de profundidade corresponde, no entanto, ao principal tipo de pesca demersal, em termos de valor desembarcado, número de embarcações e de empregos gerados, envolvendo 463 embarcações, (cerca de 80% da frota) e empregando cerca de 2500 pessoas (SRMCT, 2020, Carvalho *et al.*, 2011).

O peso da atividade da pesca no emprego total tem decrescido desde 1950, em que a maior diminuição ocorreu na última década do seculo XX e, apesar, de se ter registado uma ligeira tendência crescente, desde 2001, continua a verificar-se uma a tendência geral de decréscimo (SRMCT, 2014). Em 2019, encontravam-se matriculados 1448 pescadores, na modalidade de pesca, de acordo com dados do SREA (2020). As pescas proporcionam ainda ocupação a cerca de 3,5 mil pescadores apanhadores e trabalhadores em terra por via do apoio à atividade extrativa, enquanto que a restante fileira da pesca gera cerca de um milhar de empregos, maioritariamente na indústria de transformação, em especial a conserveira, mas também no circuito de comercialização do pescado e nos transportes marítimos e aéreos (Simbiente, 2019). A idade média dos profissionais da pesca tem aumentado ligeiramente e ainda assim, tendo em conta que, nos Açores, a média de idade dos trabalhadores ativos em 2011 se situava nos 37,3 anos, o arquipélago aparece como detentor da mais baixa idade média dos pescadores, quando comparada com os 43,6 anos obtidos para o todo nacional, o que revela um capital humano relativamente jovem quando comparado com o restante território nacional (SRMCT, 2014; INE, 2021). Paralelamente, a pesca tem sido uma atividade dependente de mão-de-obra com baixa formação académica, estimando-se que, dos efetivos, 19,9% tenham menos que o 1º ciclo do ensino básico, 77,3% tenham o ensino básico, 3,5% o ensino secundário e apenas 0,6% possuam o ensino pós-secundário ou superior (SRMCT, 2014).

Nos Açores, são exploradas cerca de 50 das 500 espécies marinhas que se encontram reconhecidas para o ecossistema marinho açoriano (SRMCT, 2020). O pescado descarregado nos Açores, em termos quantitativos, em 2019, registou uma diminuição, relativamente a 2018, em cerca de 3,75 mil toneladas, ou seja, uma variação negativa de 31,1%, salientando-se, porém, que 2018 foi um ano anómalo devido aos valores excecionalmente altos dos tunídeos descarregados (Lotaçor, 2020). Em 2019, a maior forma de transação do pescado descarregado continuou a ser através de leilão presencial, que representa 57,8% do total do volume do pescado descarregado, seguindo-se o pescado transacionado por contrato destinado à indústria (27,4%), depois o pescado transacionado por contrato de abastecimento direto (13,1%) e 1,61% os outros, (Lotaçor, 2020). O ano de 2019 situa-se ainda em linha com a média de descargas dos anos 2015 a 2017, quando analisado em termos de volume (Lotaçor, 2020).

Quanto ao valor do peixe descarregado, este atingiu um preço máximo no ano de 2018, decrescendo, no ano seguinte e acompanhando, naturalmente, o padrão anterior. O atum e similares, a lula, o chicharro, a cavala e goraz corresponderam aos grupos de espécies ou espécies mais capturadas durante o ano de 2019, embora, em termos de valor de venda, as espécies, também por decrescente, tenham sido a lula, o atum e similares, o goraz, o cherne e o chicharro (SREA, 2021). Relativamente aos preços médios anuais da pesca descarregada, observa-se uma tendência geral de incremento dos mesmos. Em termos de preços médios anuais da pesca descarregada, o ano de 2019 ficou acima da média dos últimos três anos em 6,7%, tendo, no entanto, diminuído cerca de 4 milhões de euros, de 2018 para 2019 (Lotaçor, 2020). No entanto, deve notar-se que o preço médio anual da pesca descarregada atingiu os 367,00 €/Kg, o que representa um aumento significativo quando comparado com o valor correspondente de 2016 (Lotaçor, 2020). Por fim, o preço médio por quilograma do pescado descarregado foi, em 2019, de 4,08 euros, o que corresponde a um aumento de 29,8% face ao ano anterior (que foi de 3,15 euros), e que resultou, principalmente, do decréscimo do peso dos tunídeos no total do pescado descarregado, de 60,5% para 39,7%, de 2018 para 2019 (Lotaçor, 2020). As espécies que apresentaram os preços médios anuais mais elevados foram, por sua vez, e por ordem decrescente,

o cavaco, a lagosta, a ameijoa (cultivada exclusivamente na Lagoa da Fajã da Caldeira de Santo Cristo, na Ilha de São Jorge), o imperador e o goraz (SREA, 2021).

O estado das unidades populacionais de peixes nos Açores é, em geral, desconhecido, como resultado da ausência ou da incerteza relativamente às avaliações analíticas (Amorim *et al.*, 2021). Ao contrário das capturas de tunídeos, efetuadas nos Açores, que possuem um impacte negligenciável na biomassa dos respetivos stocks atendendo à distribuição geográfica muito alargada destas espécies, os ecossistemas que ocorrem no oceano profundo, que albergam uma elevada biodiversidade, e desempenham um papel crítico devido aos serviços dos ecossistemas que fornecem (e.g., pescas e regulação climática), as capturas de espécies demersais já se encontram muito mais sujeitas aos impactes originados pela atividade das pescas (ICES, 2019; Neves *et al.*, 2021).

Os recursos pesqueiros demersais dos Açores são considerados como intensamente explorados e cujas populações encontram-se geograficamente fragmentadas, uma vez que estão essencialmente concentradas nas vertentes insulares e nos montes submarinos e, portanto, sujeitas a uma pressão de pesca distribuída de forma heterogénea e de acordo com os padrões de abundância nas diferentes zonas de pesca (ICES, 2019; Amorim *et al*., 2021; Pinho & Menezes, 2009). O decréscimo nos valores das principais espécies demersais descarregadas, nos últimos anos, pode, igualmente, indicar que os níveis atuais de captura não são sustentáveis e que outras medidas serão necessárias para garantir sustentabilidade aos recursos pesqueiros (Santos *et al.*, 2019; Amorim *et al*., 2021; Diogo & Pereira, 2014); contudo, a introdução da medida reguladora Captura Total Permitida (CTP) para três espécies importantes (*Pagellus bogaraveo*, goraz; *Beryx splendens* e *Beryx decadactylus*, alfonsinos), bem como os regulamentos crescentes que limitam o uso de palangres de fundo em determinadas áreas e a diminuição no número de embarcações de pesca no ativo pode também refletir-se na diminuição das descargas de demersais (Amorim *et al*., 2021).

Paralelamente, os modelos de simulação têm vindo a confirmar que, no entanto, as biomassas de algumas espécies presentes nos montes submarinos podem diminuir rapidamente se forem sujeitas a uma intensidade moderada de pesca (Santos, 2021; Morato *et al.*, 2006). Até momento, o fator de ameaça mais significativo para estes ecossistemas foi a pesca de fundo, embora as informações sobre a estrutura dos stocks das espécies demersais e os níveis de exploração das espécies demersais nesses ecossistemas se mantenham igualmente escassas ou inexistentes (Santos, 2021; Rogers, 2019; Campos *et al.*, 2019). Sendo os recursos demersais dos montes submarinos significativamente vulneráveis à sobrepesca, especialmente as espécies mais sedentárias, o equilíbrio entre a conservação e a exploração destes habitats é essencial para uma gestão mais cuidadosa destes mesmos recursos (Santos, 2021; Clark & Dunn, 2012)

Diversas medidas de gestão têm vindo a ser adotadas no sentido da proteção de stocks de espécies demersais, embora desencadeando uma expansão espacial do esforço de pesca para as zonas offshore da subárea dos Açores da ZEE de Portugal e aumentando, por conseguinte, a exploração da CMA e de montes submarinos mais distantes (Santos, 2021). Além disso, há ainda a salientar que a captura de espécies vulneráveis (*Aphanopus carbo*, peixe-espada-preto) pode constituir um problema de conservação, caso não haja uma monitorização prudente, a qual é reforçada, de forma especial, pelos dados provenientes dos observadores a bordo, os quais, apesar de serem dispendiosos, são bastante confiáveis (Fauconnet *et al.*, 2019; Machete *et al.*, 2011). Deste modo, a monitorização da pesca a longo prazo é importante para detetar flutuações na abundância das diferentes espécies que podem ter implicações na captura, sendo igualmente relevante a

necessidade de uma gestão e acompanhamento combinados face à sobreposição na composição das capturas entre a pesca recreativa e a pesca comercial (Fauconnet *et al.*, 2019; Strehlow *et al.*, 2012; Punt *et al.*, 2006; Dickey-Collas *et al.*, 2007). Paralelamente, o conhecimento científico é ainda decisivo para a sustentabilidade do setor das pescas, cuja mitigação e prevenção dos seus impactes passa pelo desenvolvimento de uma estratégia que inclua a produção de informação e de conhecimento científico, que permitam proteger, defender e conservar os valores naturas em presença no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores bem como ser mais capaz de decidir e aproveitar as oportunidades que o crescimento azul fornece (Rodrigues, 2019).

A.19.1.2. AQUICULTURA

No arquipélago dos Açores, ainda se encontram em fase piloto e de desenvolvimento os primeiros projetos nos Açores, nomeadamente nas ilhas de São Miguel, Terceira, Graciosa e Faial. Deste modo, a instalação de unidades de aquicultura em mar aberto (*offshore*), de incidência no espaço marítimo adjacente ao arquipélago foca-se em projetos-piloto, visando sobretudo a produção de macroalgas e de peixes (*vide* Vol. III-A). Embora não exista, nos Açores, uma tradição ligada à aquicultura marinha, é consensual que a atividade tem potencial para ajudar a dar resposta à progressiva procura, complementando, deste modo, a atividade da pesca e potenciando e diversificando uma economia marítima sustentável, com menor pressão sobre os recursos. Adicionalmente, o desenvolvimento das atividades aquícolas pode significar o aparecimento de oportunidades para a realização de projetos de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico aplicados *in situ* (*vide* Vol. III-A).

Não existe ainda informação socioeconómica que permita uma análise aprofundada do subsector da aquicultura nos Açores, mas já é possível observar um importante conjunto de intervenções e projetos no sentido de dinamizar esta atividade, destacando-se, de entre estes, os projetos piloto licenciados para aquicultura em mar, em quatro Áreas de Produção Aquícola (APA) legalmente estabelecidas (SRMCT, 2020). Encontram-se atribuídas licenças para a implementação de projetos de aquicultura offshore, para a instalação das respetivas infraestruturas, tendo sido já atribuídas quatro licenças de exploração no caso dos dois lotes da APA da Ribeira Quente (São Miguel), da APA da Feteira (Faial) e da APA de Porto Martins (Terceira). A APA da Ribeira Quente possui uma infraestrutura instalada desde 2018 para a produção de lírios (em jaula flutuante) e encontra-se atualmente em fase de crescimento, sendo possível que o modo de produção possa evoluir posteriormente para uma aquicultura multitrófica. As APA da Feteira e de Porto Martins concluíram a sua fase de instalação, estando a primeira projetada para a produção de algas e equinodermes (ouriços do mar e pepinos do mar) em modo integrado de aquicultura multitrófica e a segunda para testar diferentes tipos de infraestruturas para a produção de algas. Os projetos são desenvolvidos por um promotor privado com o apoio do governo regional e envolvem parcerias com a Universidade dos Açores e com associações locais de pesca.

A.19.1.3. PROCESSAMENTO E TRANSFORMAÇÃO DO PESCADO

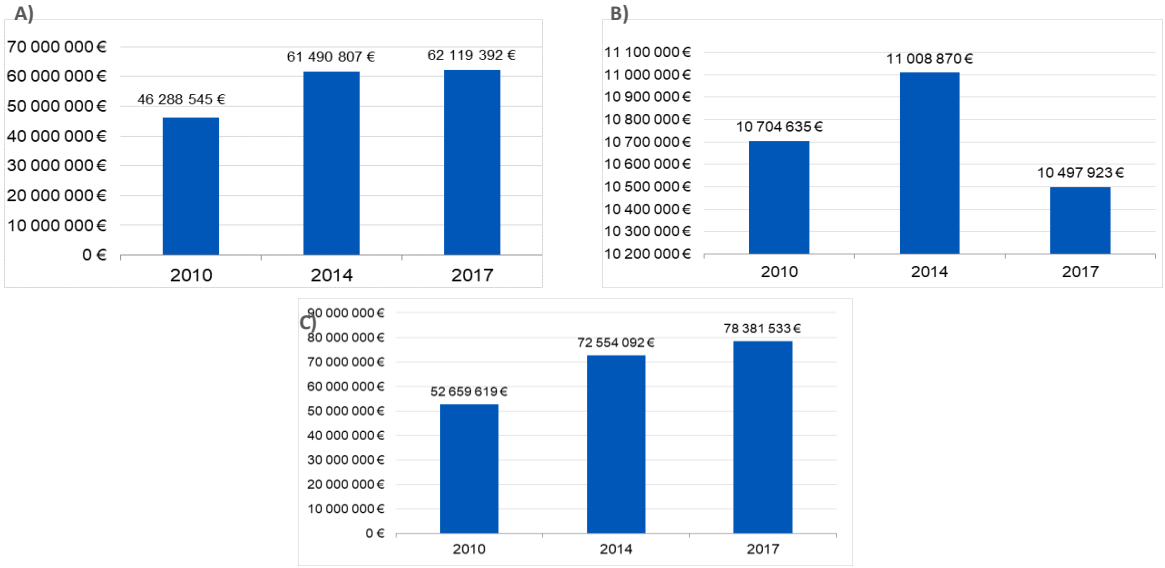
A indústria transformadora dos produtos da pesca e da aquicultura que compreende o ramo da preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos, é um dos pilares no desenvolvimento do cluster da pesca, cujos efeitos influenciam outros setores industriais, comerciais e de serviços, a montante e jusante.

A atividade de preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos, constituída por um menor número de empresas, comparativamente às atividades da pesca e da aquicultura, representa um volume de negócios que ultrapassa o dobro do valor do volume de negócios da produção primária marinha. A valorização do pescado através da sua transformação afigura-se como uma óbvia alternativa para a melhoria dos resultados económicos do setor da pesca, tendo apresentado uma significativa capacidade de absorver recursos humanos, embora, como resultado da instabilidade económica dos últimos anos, tenha vindo a perder capacidade para criar emprego.

Nos Açores, há a registar a presença de dez empresas transformadoras dos produtos da pesca e da aquicultura, sendo que seis dessas empresas correspondem a unidades de transformação de atum provenientes parcialmente de atum capturado no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores através de pesca artesanal (Simbiente, 2019). No arquipélago, esta indústria transformadora de pescado dedica-se, essencialmente, à transformação de atum bonito, patudo e voador, e cuja captura, com recurso à arte de pesca de salto e vara, permite à indústria conserveira ostentar os rótulos "Dolphin Safe" e "Friend of the Sea", nas embalagens dos produtos que comercializa (Ribeiro *et al.*, 2021; Simbiente, 2019; Santos, 2018).

Paralelamente, e como consequência de a atividade piscatória ser comum a toda a Região, existem redes de frio em todas as ilhas, as quais dependendo de outras instalações associadas, variam em número e capacidade também consoante a ilha e as respetivas necessidades de cada uma destas. No sentido de garantir apoio de frio a 11 lotas e 14 postos de recolha, existem 10 entrepostos de frio, para além de outras pequenas unidades associadas aos postos de recolha, os quais incluem túneis de congelação, câmaras de conservação de produtos congelados e refrigerados, máquinas de gelo e, embora já sem utilização para o efeito, tanques de salmoura. As ilhas do Pico e de Santa Maria apresentam as maiores capacidades de armazenamento como resultado das pescarias do atum e do peixe-espada preto, respetivamente (Simbiente, 2019). Relativamente à saída de conservas e preparados de peixe, registou-se, durante o ano de 2020, ao nível do total de saída, uma massa líquida de 8 346 050 kg associada a um valor de 55 545 119 € (SREA, 2021).

Na subdivisão dos Açores, com base nos dados do SCIE no período 2010-2017, realizou-se uma análise da atividade económica do CAE: 1020 Preparação e conservação de peixes, crustáceos e moluscos (Figura 130). Para os anos com dados disponíveis (2010, 2014 e 2017), em relação à produção (euros) observou-se uma tendência de crescimento variando entre 46 288 545€ (2010) e os 62 119 392€ (2017) e o VAB oscilou nesse período variando entre 10 497 923€ (2017) e os 11 008 870€ (2014). O volume de negócios também registou uma tendência crescente variando entre 52 659 619€ (2010) e 78 381 533€ (2017). Por último, o número de pessoal ao serviço registou uma quebra em 2014, de forma idêntica à diminuição do número de empresas, registando um aumento até 2017 (SRMCT, 2020).



7223 FIGURA 130. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO (A), VALOR ACRESCENTADO BRUTO (B) E VOLUME DE NEGÓCIOS (C), EM EUROS, NAS
7224 EMPRESAS DE PREPARAÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS PRODUTOS DA PESCA E DA AQUICULTURA NOS AÇORES. FONTE: SRMCT, 2020.

7225 A.19.1.3. COMERCIALIZAÇÃO DOS PRODUTOS DA PESCA E DA AQUICULTURA

7226 O setor da comercialização do pescado é fundamentalmente marcado pela globalização resultante
7227 da integração dos mercados europeus e fortalecimento de trocas comerciais com países terceiros,
7228 e pelo esforço dos diversos agentes envolvidos. A nível nacional e regional, a primeira venda do
7229 peixe capturado é realizada em lota, onde o pescado é exposto e classificado por espécie, tamanho
7230 e outros indicadores. O preço depende da oferta e da procura e é vendido por leilão ou sistema de
7231 contratos de abastecimento. A LOTAÇOR – Serviço de Lotas dos Açores, S.A. é a entidade que
7232 recebe, classifica e efetua a primeira venda, além de realizar operações de conservação e
7233 armazenamento do pescado.

7234 O circuito típico de comercialização de pescado envolve dois operadores: o da primeira venda (por
7235 grosso) e o retalhista. Normalmente o comercio por grosso abastece o comércio retalhista, mas por
7236 vezes o próprio retalhista compra diretamente o pescado na lota sem intermediários. Os
7237 comerciantes assumem grande importância nos circuitos de distribuição de pescado fresco e
7238 refrigerado por incluírem uma grande diversidade de situações, resultando num sistema de
7239 especializações dos operadores aos diferentes circuitos de distribuição de pescado em função das
7240 suas especificidades (SRMCT, 2020).

7241 Na subdivisão dos Açores, com base nos dados do SCIE no período 2010-2017, realizou-se uma
7242 análise da atividade económica dos CAE: 46381 Comércio por grosso de peixe, crustáceos e
7243 moluscos e 4723 Comércio a retalho de peixe, crustáceos e moluscos em estabelecimentos
7244 especializados. De notar que não é ainda possível, pelas razões apresentadas anteriormente,
7245 apresentar esta caracterização para os produtos da aquicultura. Em 2017, encontravam-se
7246 registadas 26 empresas de comércio por grosso e 51 empresas de comércio a retalho, tendo as
7247 atividades de comércio por grosso registado um ligeiro aumento ao nível do número de empresas
7248 e uma diminuição ao nível do comércio a retalho, para o período de 2010-2017. O número de
7249 pessoal ao serviço regista um aumento no comércio por grosso, de 20 pessoas, com base nos valores
7250 disponíveis, limitados ao período 2010-2014, contabilizando-se 133 pessoas em 2014. Assinala-se

uma ligeira diminuição no comércio a retalho, no período 2010-2017, que registou 38 pessoas em 2017. Ao nível da produção, o comércio por grosso verificaram oscilações não significativas, mas no período de 2011-2014 apresentou uma tendência de diminuição. No comércio a retalho, apesar de mostrar uma tendência de diminuição de 2010 a 2012, a partir deste período verificou-se um aumento, com exceção de 2016, registando o valor mais baixo. No que se refere ao volume de negócios, no comércio por grosso registou-se um crescimento de 2010 a 2013 e em 2014 uma quebra abrupta. Não foi possível compreender melhor o volume de negócios deste tipo de atividade por não ter sido possível obter dados dos anos seguintes. No comércio a retalho verificaram-se oscilações, tendo sido observado, no ano de 2010, um valor máximo na ordem dos 5 220 070€ e em 2016 o valor mínimo na ordem dos 3 150 868€. O VAB registou um crescimento de 770 mil euros no comércio por grosso entre 2010-2014, enquanto que o comércio a retalho registou um decréscimo de -0,66 mil euros no período 2010-2017 (SRMCT, 2020).

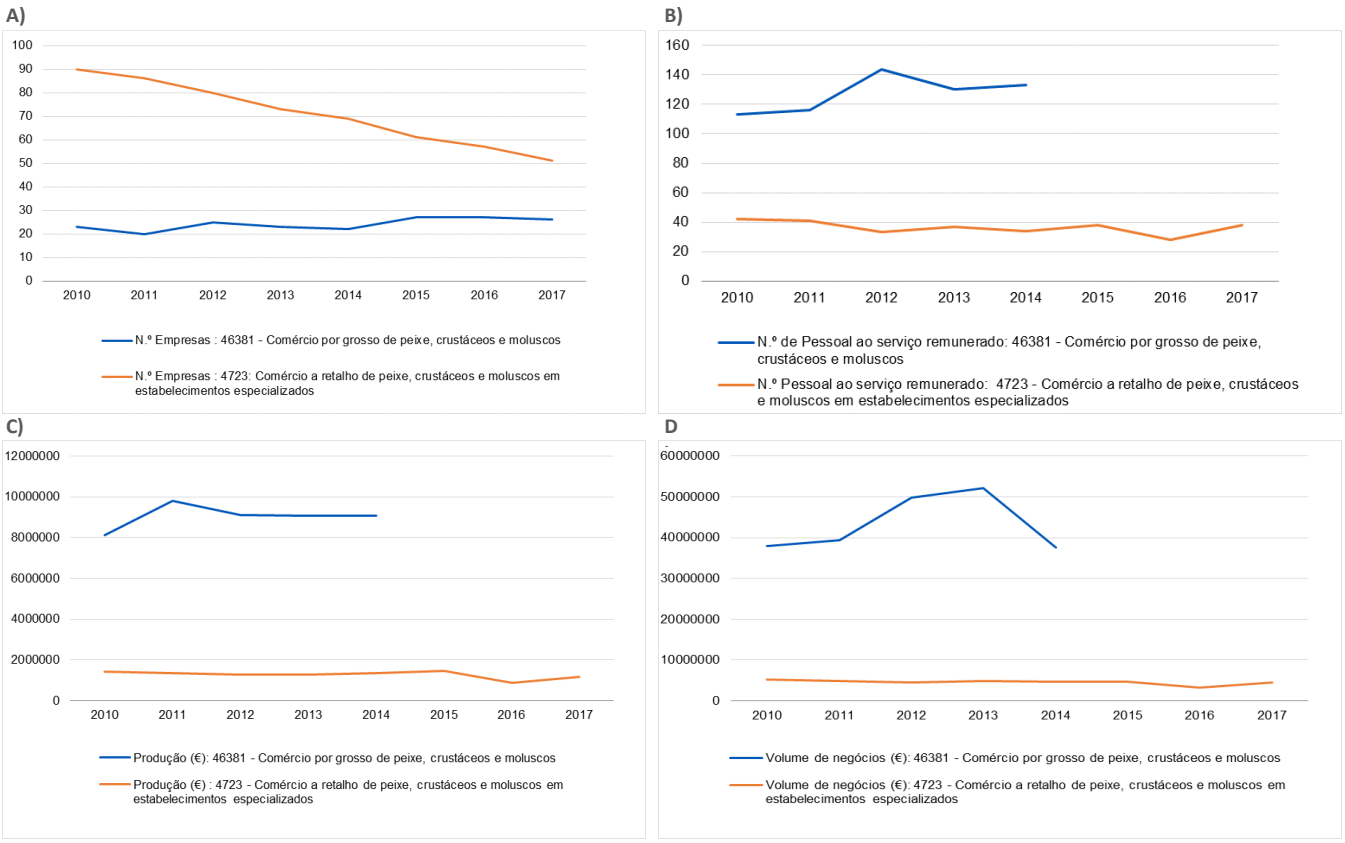


FIGURA 131. EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS (A), NÚMERO DE PESSOAL AO SERVIÇO (B) PRODUÇÃO (C) E E VOLUME DE NEGÓCIOS (D) DAS ATIVIDADES DE COMÉRCIO POR GROSSO E DE COMÉRCIO A RETALHO DE PEIXE, CRUSTÁCEOS E MOLUSCOS NOS AÇORES (2010-2017). FONTE: SRMCT, 2020.

Em termos de evolução do setor, considera-se que os agentes económicos continuarão a desenvolver formas de melhoria da organização do setor, mais eficazes ao nível da produção e distribuição, garantindo a qualidade dos produtos da pesca e contribuindo para o crescimento do valor gerado pelo setor. Estas iniciativas passam pela valorização do pescado transacionado em lota, sobretudo de espécies costeiras mais abundantes/comuns na subdivisão dos Açores, com alto valor nutricional e pouco valorizadas pelo consumidor final. A criação de valor passa também pela adoção

de comportamentos e práticas ambientalmente adequados para garantir a gestão sustentável dos recursos pesqueiros, designadamente através da defesa do cumprimento dos tamanhos mínimos de captura, do controlo das capturas e do acompanhamento eficaz da rejeição do pescado resultante da pesca acessória, estimulando a manutenção do equilíbrio entre a capacidade produtiva e os recursos pesqueiros.

A.19.2. Recursos marinhos não vivos

O capítulo descreve determinadas atividades integradas nos agrupamentos dos "recursos marinhos não vivos" e das "infraestruturas e obras marítimas" listados na Tabela 54, nomeadamente a exploração de minerais marinhos não metálicos, a realização de dragagens e a imersão de dragados. Atividades que não ocorrem na subdivisão dos Açores, e que não se perspetiva virem a desenvolver-se a médio-longo prazo, como é o caso da pesquisa e exploração de minerais metálicos (mineração e mar profundo), da pesquisa e exploração de petróleo e gás natural, da dessalinização da água do mar e da extração de sal não são incluídas na presente análise, sem prejuízo de serem referenciadas no Volume III-A.

A.19.2.1. Extração de recursos minerais não metálicos

Nos Açores, no que respeita à extração de recursos minerais não metálicos, designados de agregados, ou vulgarmente também conhecidos por inertes (que, na legislação regional, se referem a areias, cascalhos e calhau rolado), incide sobre três tipos de categorias de recursos, designadamente as areias, o calhau rolado para fins de pesca e o calhau rolado para fins ornamentais (SRMCT, 2020).

A extração de recursos minerais comumente é realizada para fins de exploração comercial de areia, a qual é uma matéria-prima essencial para a indústria da construção, tendo a sua evolução determinada sobretudo pelas necessidades da construção civil, as quais diminuíram na última década como resultado da crise financeira de 2011, apesar do sector continuar a ser uma atividade marítima com expressão significativa.

Até 1992, a extração de areia era realizada nas praias e com dragas próximas à costa, com impactes ambientais significativos, nomeadamente a aceleração da erosão em praias naturais, como verificado na Ribeira Grande (ilha de São Miguel) e na praia de São Mateus (ilha da Graciosa). Desde então, foi implementado um sistema de licenciamento para a extração de areia do fundo do mar. Essas atividades ocorreram sistematicamente de 1992 a 1994 nas ilhas de Santa Maria, São Miguel e Terceira, e foram ocasionalmente realizadas nas ilhas de Pico e Graciosa entre 1995 e 1997 e Corvo durante 1997.

A partir de 2001, começou a ser monitorizado o volume de sedimentos dragados descarregados nos portos. Até 2012, todas as informações sobre a atividade eram fornecidas pela autoridade portuária e envolviam apenas volumes descarregados nos portos, existindo pouca informação disponível sobre os volumes efetivamente extraídos e sobre os locais dessas extrações. Posteriormente, com a entrada em vigor do Decreto Legislativo Regional n.º 9/2010/A, de 8 de março (alterado e republicado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 31/2012/A, de 6 de julho), foi estabelecido um procedimento anual de licenciamento (em substituição do sistema anterior, de licenças renovadas automaticamente). Tornou-se também obrigatório fornecer à autoridade competente informações

detalhadas sobre os locais de extração e os volumes extraídos (fornecidos pelo operador) e os volumes descarregados nos portos (fornecidos pela autoridade portuária).

Até à publicação da Resolução do Conselho do Governo n.º 105/2013, de 6 de novembro, a extração comercial de areias ocorreu perto da costa de todas as ilhas do arquipélago, exceto em São Jorge e limitava-se às cotas estabelecidas para as diferentes ilhas, com base apenas no material descarregado, fixando volumes máximos por ilha (até 2006, as cotas de descarga das ilhas de São Jorge, Pico e Faial eram tratadas como uma unidade). Desde então, as operações de extração comercial de areias passaram a limitar-se essencialmente às áreas autorizadas para o efeito e a atividade está sujeita a cotas anuais de exploração, estipuladas por área autorizada, e o processo de licenciamento depende das intenções expressas pelas empresas. A extração ocorre em zonas muito restritas, dentro das áreas legalmente definidas e a cerca 20m de profundidade, com uma recuperação rápida dos ecossistemas envolvidos face ao nível da exploração atual, pese embora o conhecimento ainda insuficiente sobre os ecossistemas costeiros afetados por este tipo de extração (SRMCT, 2020; Gonçalves *et al.,* 2019a; Gonçalves *et al.,* 2019b; Gonçalves *et al.,* 2018).

O volume total de areia extraído para comercialização, com base nos volumes descarregados em todas as ilhas, tem diminuído desde 2001, tendo-se registado em 2021 um total de 50570 m^3. Os volumes licenciados também acompanharam a tendência decrescente do setor e, de um modo geral, não foram superados pelo total de volumes descarregados. O número de licenças atribuídas, na última década para fins de exploração comercial de areias tem vindo a conhecer um decréscimo, variando de oito empresas em 2013 para apenas três em 2022, e existindo, atualmente, somente três embarcações de dragagem a operar (*vide* Vol. III-A).

Até 2013, o preço de venda de m^3 de areia extraída era fixado em €15; desde então, varia entre cerca de €13 e €21, dependendo do operador, da área e do ano, com um valor médio de cerca de €17. Uma estimativa do valor anual da areia extraída, vendida a preços de primeira venda no arquipélago, pode ser obtido combinando o volume de areia descarregada ao preço médio por m^3, por ano. De acordo com a tendência decrescente do setor desde 2001, o volume de negócios global obtido com a comercialização de areia tem vindo a diminuir, perdendo peso económico relativo, em termos de contribuição para o VAB e emprego.

A extração de calhau rolado é uma atividade relativamente comum e ocorre principalmente para o aprestamento de artes de pesca, nomeadamente da pesca de palangre e, ocasionalmente, para fins ornamentais ou artísticos. Acresce ainda referir que a extração destes inertes apresenta implicações significativas na orla costeira, como por exemplo, na alimentação das praias, na segurança das operações portuárias e nas condições de navegação, embora possam integrar obras portuárias ou de proteção costeira (SRMCT, 2020) (*vide* Vol. III-A).

A.19.2.2. Imersão de dragados

Nos Açores, as dragagens de sedimentos com outros objetivos que não a extração comercial de areias, correspondem, essencialmente, a operações de desobstrução de cursos de água e de desassoreamento portuário ou de marinas ou obras de construção/ampliação portuária, condição necessária à operacionalidade portuária e à segurança da navegação, sendo, muitas vezes, o material extraído a depositar rochoso.

A importância socioeconómica da imersão de dragados está sobretudo associada à atividade portuária, sendo que os destinos mais frequentes que as autoridades portuárias dão aos sedimentos

dragados em zonas portuárias é a construção civil, seguindo-se a deposição no mar, podendo ainda contribuir direta ou diretamente para a alimentação artificial das zonas costeiras, em casos excecionais nos Açores. Quer do ponto de vista da acessibilidade, quer por ser economicamente mais vantajosa, a imersão no mar de dragados provenientes dos portos e marinas na RAA constitui a forma mais frequente para o depósito de materiais que não apresentem restrições ambientais significativas.

Os dragados são essencialmente decorrentes das operações de dragagem de manutenção e de primeiro estabelecimento em zonas portuárias, pelo que a imersão no mar dos materiais dragados constitui uma operação promovida com relativa regularidade na Região, como medida imprescindível para a competitividade e crescimento económico dos portos e marinas da Região. Esta necessidade deve-se, não só às taxas de assoreamento registadas, mas também ao facto de, nos últimos anos, se ter vindo a revelar necessário ampliar as infraestruturas portuárias para dar resposta ao aumento do tráfego marítimo e da dimensão dos navios que procuram os portos da Região, em particular os portos que recebem navios de cruzeiro e navios de carga de dimensões cada vez maiores.

Nos Açores, e no sentido assegurar quer a navegabilidade da entrada da Marina da Praia da Vitória, na Ilha Terceira, e o uso balnear da Praia Grande, também na Praia da Vitória, tem-se recorrido nas últimas duas décadas, anualmente salvo raras exceções, à dragagem da areia depositada no canal de navegação da Marina, que é depois utilizada no reperfilamento do areal da Praia Grande numa sinergia de esforços para mitigar ambas as situações. Em termos de custos financeiros associados, é recomendável que qualquer projeto desta natureza seja antecedido de um estudo de economia dos transportes, envolvendo uma comparação do custo da obra com os benefícios que a mesma trará (Radenac *et al.*, 1997). Paralelamente, é necessário acompanhar as operações de deposição de dragados e avaliar os eventuais impactos que possam causar alterações nas comunidades biológicas, especialmente se forem vertidos em zonas rochosas com habitats classificados e protegidos, como VME (SRMCT, 2020) (*vide* Vol. III-A).

A.19.3. Portos, transportes e logística, construção, manutenção e reparação navais

O capítulo abrange, conforme descreve a Tabela 54, as atividades incluídas nos agrupamentos dos "portos, transportes e logística" e da "construção, manutenção e reparação navais", bem como algumas atividades integradas com "infraestruturas e obras marítimas". O primeiro está relacionado à cadeia de valor do transporte por água, cuja atividade central é o transporte marítimo de mercadorias e de passageiros, incluindo ainda os serviços portuários e de aluguer de meios de transporte marítimos. O segundo refere-se às atividades de construção de embarcações e plataformas flutuantes, bem como as atividades de reparação e manutenção de embarcações e seu desmantelamento em final de vida. Inclui-se também informação relativamente a obras de construção, expansão e reparação de portos e marinas.

A.19.3.1. Portos, marinas, núcleos de pesca e núcleos de recreio náutico

A atividade económica das áreas portuárias envolve uma grande quantidade de agentes, para além da própria Administração Portuária, nomeadamente, todos os intervenientes no setor portuário, entre os quais se incluem associações ou empresas de serviços, como pilotagem, reboques, amarração, concessionários e operadores portuários, agentes de navegação, *brokers*, armadores,

empresas de estiva, transitários, armazenagem e distribuição, reparação naval, outros fornecedores, carregadores e transportadores rodoviários e ferroviários e ainda entidades da Administração Pública. O impacte económico resultante da atividade portuária alarga-se ainda aos demais fornecedores, prestadores de serviços e utilizadores (incluindo áreas de suporte, como, por exemplo, financiamento bancário, seguros, entre outros), quer dos serviços portuários, nas suas diversas componentes (carga, passageiros, pescas, desporto de recreio náutico, operadores marítimo turísticos, etc.), quer da cadeia logística de transportes que passe pela infraestrutura portuária, representando valores importantes para, nomeadamente, o VAB, o emprego e o PIB, quer local e regional, quer nacional (SRMCT, 2020).

A atividade portuária é estratégica para os Açores, nomeadamente para o seu desenvolvimento socioeconómico e, em particular, para as exportações (PA, 2019). Os portos são estruturas determinantes para os transportes marítimos, bem como para a competitividade, investimento e criação de emprego, funcionando, também, como agregados marítimos para as diversas atividades económicas e como elementos primordiais da economia do mar (p. ex., movimentação de mercadorias, passageiros e respetivas logísticas, serviços de dragagem, bases para a frota pesqueira ou outras atividades da fileira da pesca, náutica de recreio, desportos náuticos e empresas marítimo-turísticas, armação, *brokering*, certificação de navios ou finanças e seguros) (EC, 2013; EP, 2020; Zaucha, 2019). Assim, os portos são elementos incontornáveis para o progresso de uma região como os Açores, ao potenciarem o surgimento de novas oportunidades para a economia e para a melhoria de acessibilidades.

Nos Açores, existem 106 infraestruturas portuárias e infraestruturas complementares de menor dimensão, mas com valor patrimonial e com aptidão para diversos usos, nomeadamente durante os períodos de menor agitação marítima (SRMCT, 2014). O sistema portuário dos Açores inclui diversas classes de portos, designadamente as classes A, B, C, D e E. Cada ilha apresenta pelo menos um porto de Classe A ou B, permitindo assim colmatar as necessidades essenciais de transporte, localizando-se os portos de Classe A nas ilhas de São Miguel, Terceira e Faial enquanto os seus homólogos de Classe B existem nas restantes ilhas e os de Classe C apenas nas ilhas Terceira, São Jorge, Pico e Flores, embora os portos mais frequentes correspondam às Classes D e E (Vergílio *et al.*, 2019).

Relativamente às marinas e núcleos de recreio náutico, que atingem um número total de 10 nos Açores, estas representam polos fundamentais para o desenvolvimento turístico, em especial no que concerne à náutica de recreio e à atividade marítimo-turística, prestando serviços de apoio logístico a estas atividades, tais como a reparação naval, o fornecimento de combustível, alimentação ou serviços de comunicações, podendo, igualmente, manter uma estreita ligação com os organismos de turismo regionais e prover, simultaneamente, uma ampla variedade de serviços, tais como a programação de eventos ou mesmo serviços educativos. As marinas encontram-se ainda associadas a outras atividades, como é o caso dos desportos náuticos (p. ex. vela, desportos aquáticos motorizados), desempenhando também um papel de relevo nas respetivas comunidades locais ao fomentar as atividades socioeconómicas nas áreas adjacentes (Beyer *et al.*, 2017). As ilhas do Faial, Terceira e São Miguel acolhem o maior número de embarcações de recreio e de passageiros, com destaque para a marina da Horta como a mais movimentada do arquipélago e a principal infraestrutura associada à náutica transatlântica de recreio. Esta é uma das marinas mais visitadas do mundo, sendo que os níveis de ocupação durante a época alta ultrapassam amplamente a sua capacidade de receção (SRMCT, 2014).

Tem havido um esforço acrescido no sentido de dotar as estruturas portuárias de equipamentos adequados à potencialização das atividades económicas que dependem do tráfego marítimo e, por conseguinte, a generalidade dos portos comerciais dos Açores têm sido objeto de obras de reordenamento e de adaptação às novas exigências das políticas de transportes marítimos, com vista a dotá-los de maior capacidade para a prestação de serviços. Existe uma rede relevante de infraestruturas portuárias na RAA que tem sido alvo de melhorias e numerosas pequenas infraestruturas complementares, inclusivamente com valor patrimonial e com potencialidades para diferentes valências funcionais, para além das funções de abrigo e acostagem de embarcações, como é o caso de funções de defesa costeira em relação a frentes edificadas (SRMCT, 2020). O Governo Regional dos Açores, ao longo dos últimos treze anos, realizou um investimento total superior a 210 milhões de euros na melhoria dos portos, a que se devem somar mais de 73 milhões de euros de obras e investimentos em curso.

Com efeito, os riscos costeiros associados às alterações climáticas constituem uma preocupação fundamental, nos Açores e, embora na Estratégia Regional para as Alterações Climáticas dos Açores seja referido que não existem medições do nível do mar suficientes para concluir se o aumento do nível do mar local é uma tendência de longo prazo ou apenas uma variação sazonal, o aumento do nível do mar foi mencionado como uma séria ameaça aos recursos, infraestruturas, ecossistemas costeiros e população das ilhas (EC, 2014). É expectável que, com o aumento da temperatura do oceano, as tempestades tropicais chegarão aos Açores com uma maior frequência e intensidade, aumentando também o risco de inundações costeiras, sendo o exemplo os danos causados no porto das Lajes das Flores, por parte do Furacão Lorenzo, condicionando todo o abastecimento regular às ilhas do grupo ocidental dos Açores, demonstrativo da elevada vulnerabilidade do sector dos transportes.

É evidente a sazonalidade no volume de tráfego de navios e embarcações nos portos açorianos, patente no número de escalas registadas nos meses de junho a setembro, e que advém, essencialmente, do elevado fluxo das escalas dos navios de passageiros interilhas durante aquele período do ano (PA, 2020). No entanto, durante o ano de 2019, foi atingido um total de 2797 escalas de navios e embarcações no conjunto dos portos açorianos, o que, comparativamente com o ano precedente, representa uma variação negativa de 2,68 %, significando menos 77 escalas (PA, 2020). No que respeita à arqueação dos navios e embarcações, medida em unidades de GT (*Gross Tonnage*), registou-se, em 2019, uma variação residual positiva de 0,33 %, enquanto que a arqueação média, por navio, foi de 6,67 milhares de GT, o que comparando com a arqueação média de 6,46 mil GT, verificada em 2018, demonstra um acréscimo de 3,1 % na arqueação média dos navios e embarcações (PA, 2020). Em relação à tipologia dos navios e embarcações, os navios que mais se evidenciaram foram os navios porta contentores, com 754 escalas, o que exprime uma variação positiva de 2,17 % face ao ano anterior de 2018, resultado das obrigações definidas no regime de prestação de serviço de transporte marítimo regular entre Portugal continental e os Açores (PA, 2020). No que concerne à estadia dos navios e embarcações, registou-se, em 2019, uma variação positiva de 1,51% em relação ao ano de 2018, tendo sido alcançada, globalmente, em 2019, uma estadia média de 1,78 dias e uma estadia total de 4981 dias (PA, 2020).

Na subdivisão dos Açores, com base nos dados do SCIE no período 2010-2017, realizou-se uma análise da atividade económica do CAE: 5222 Atividades auxiliares dos transportes por água. No período em análise, o setor da atividade portuária teve um crescimento a partir de 2014, em que se registou 4 empresas, chegando em 2017 a um total de 7 empresas. Para os anos com dados

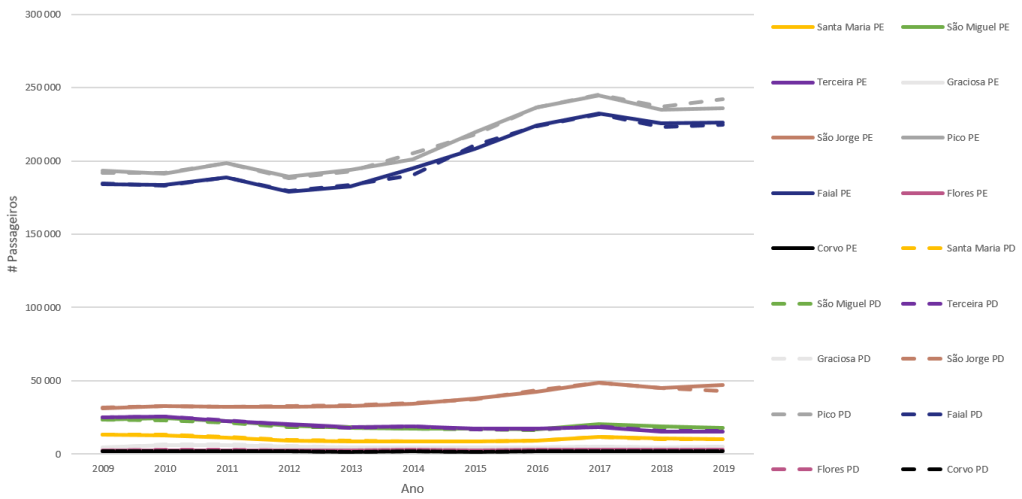
disponíveis (2010 e 2015), em relação à produção, observou-se uma tendência decrescente, variando entre 22 304 922€ (2010) e os 17 202 103€ (2015) e o VAB oscilou nesse período entre 11 667 364€ (2010) e 10 256 580€ (2015). O volume de negócios também registou uma tendência decrescente, entre 22 679 081€ (2010) e 17 671 830€ (2015). O número de pessoal ao serviço registou uma ligeira quebra, de 274 (2010) para 267 (2015) pessoas (SRMCT, 2020).

A.19.3.2. Transportes marítimos de passageiros e de mercadorias

O espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores, quer pela sua localização geográfica, quer pela sua dimensão, é cruzado por frotas transatlânticas que ligam os dois lados do Atlântico Norte, entre a América, a Europa e o Mediterrâneo (SRMCT, 2020). A importância do transporte marítimo para a economia dos Açores está bem patente no investimento que tem sido feito, ao longo das últimas décadas, nas infraestruturas portuárias, em todas as ilhas do arquipélago. A frota comercial que opera regularmente nestas ilhas é essencialmente composta por navios de cabotagem nacional que transportam mercadorias entre o continente e as ilhas, assim como combustível, e navios de tráfego local.

O transporte de pessoas inter-ilhas é uma necessidade socioeconómica de todas as regiões arquipelágicas. Nos Açores, no entanto, esta necessidade, que outrora assentava no transporte marítimo, é hoje assegurada maioritariamente pelo transporte aéreo regular que se estabeleceu entre todas as ilhas. No entanto, o transporte marítimo de passageiros regular continua a existir entre as ilhas que são geograficamente próximas (SRMCT, 2014) e, nos anos mais recentes, na época estival, a Região freta ferries com capacidade para transportar passageiros e viaturas, que ligam outras ilhas do arquipélago. Nos Açores, o transporte de passageiros inter-ilhas é um setor em crescimento, em especial nas ilhas do "Triângulo" (Faial, Pico e São Jorge), devido à melhoria das infraestruturas portuárias, que integram gares marítimas modernas, e à aquisição de novas embarcações que permitem o transporte de pessoas e de veículos, em condições de segurança e conforto. O Governo Regional dos Açores determinou como obrigação de serviço público, com o objetivo garantir a mobilidade entre ilhas do arquipélago por via marítima, o serviço de transporte marítimo regular de passageiros e viaturas entre as ilhas do Faial (Porto da Horta), Pico (Porto da Madalena e Porto de São Roque do Pico) e São Jorge (Porto das Velas), durante todo o ano, o serviço de transporte marítimo regular de passageiros entre as ilhas das Flores e Corvo, durante todo o ano, e o serviço de transporte marítimo sazonal de passageiros e viaturas, entre todas as ilhas da Região, com exceção do Corvo, entre maio e setembro.

Na última década, o número de passageiros inter-ilhas tem aumentado gradualmente, verificando-se uma tendência de crescimento desde 2013, com uma ligeira quebra em 2018 (Figura 132). O transporte interilhas, que atingiu os 1 125 986 passageiros, correspondeu a 88,3% do total de passageiros movimentados, em 2019, e a um aumento de 0,62% face ao ano de 2018 (PA, 2020). As ilhas do "Triângulo" são as que apresentam o maior número de embarques e desembarques de passageiros, particularmente entre o Faial e o Pico, onde o movimento representa mais de 200 mil passageiros por ano (400 mil embarques e desembarques). O movimento na ilha de São Jorge, com cerca de 50 mil passageiros por ano, é também significativo, devido às conexões disponíveis durante todo o ano com as outras ilhas do "Triângulo". O movimento de passageiros ente as ilhas das Flores e Corvo é substancialmente menor. O movimento de passageiros entre as restantes ilhas é significativamente menor (menos de 30 mil por ano).



7523 FIGURA 132. EMBARQUES (PE) E DESEMBARQUES (PD) DE PASSAGEIROS, POR ILHA, ENTRE 2009 E 2019. A LINHA CONTÍNUA
7524 REPRESENTA OS EMBARQUES E A LINHA DESCONTÍNUA REPRESENTA OS DESEMBARQUES. FONTE: SREA, 2019A.

7525 Também o transporte marítimo de mercadorias é vital para a economia da região dos Açores, sendo
7526 que mais de 70% dos produtos importados e exportados são transportados por via marítima,
7527 maioritariamente de e para o continente português, e entre as ilhas. A maioria da carga
7528 transportada é contentorizada relativamente aos granéis líquidos e sólidos e carga geral.
7529 Atualmente, os operadores de transporte marítimo regular operam seis escalas semanais no Porto
7530 de Ponta Delgada (duas escalas por operador), três escalas semanais no Porto da Praia da Vitória
7531 (uma escala por operador), uma escala semanal nos portos da Horta, São Roque do Pico e Velas e
7532 uma escala quinzenal de navios porta-contentores nos portos de Vila do Porto, Praia da Graciosa e
7533 Lajes das Flores

7534 Em anos recentes, as escalas de navios de mercadorias têm-se mantido relativamente constantes,
7535 variando entre 2 701, em 2015, e 2 874, em 2018. O transporte de mercadorias está concentrado
7536 maioritariamente nos portos de Ponta Delgada, em São Miguel e da Praia da Vitória, sendo que, em
7537 2019, estes dois portos representaram 54% das escalas. Como representado na Figura 133, entre
7538 2009 e 2014, houve um decréscimo no movimento de mercadorias por via marítima na RAA, em
7539 resultado da crise económica e financeira a nível mundial, nacional e regional. Desde então,
7540 registou-se uma ligeira tendência de crescimento, com valores em 2018 superiores aos obtidos em
7541 2012. A maior quebra foi registada entre 2010 e 2013, na ordem dos 28% (460.757 Ton). Os maiores
7542 valores de movimentação de mercadorias registam-se em São Miguel e na Terceira, ao nível do
7543 Porto de Ponta Delgada (63%) e do Porto da Praia da Vitória (22%), com os restantes portos a
7544 apresentarem volumes inferiores a 100 mil Ton.

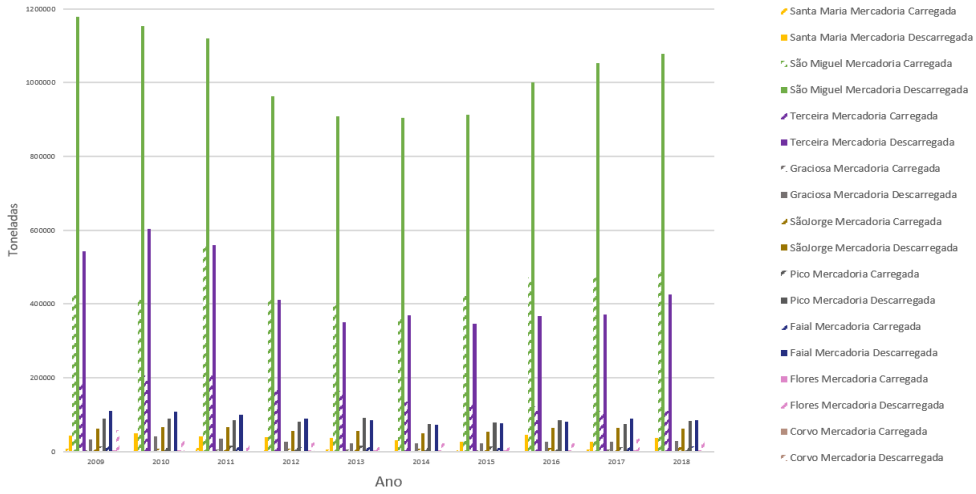


FIGURA 133. EVOLUÇÃO DAS ENTRADAS E SAÍDAS DE MERCADORIAS POR VIA MARÍTIMA, POR ILHA, ENTRE 2009-2018. AS LINHAS CONTÍNUAS REPRESENTAM AS DESCARGAS E AS LINHAS DESCONTÍNUAS AS CARGAS. FONTE: SREA, 2019A.

No que concerne ao volume total de mercadorias movimentadas nos portos do arquipélago dos Açores, durante o ano de 2019, atingiu um valor de 2.382 milhares de toneladas, tendo-se assistido a uma diminuição de 4,07% relativamente aos 2.482 milhares de toneladas observados em 2018, que até então tinha registado uma tendência de crescimento ligeira desde 2015 (Figura 134) (PA, 2020).

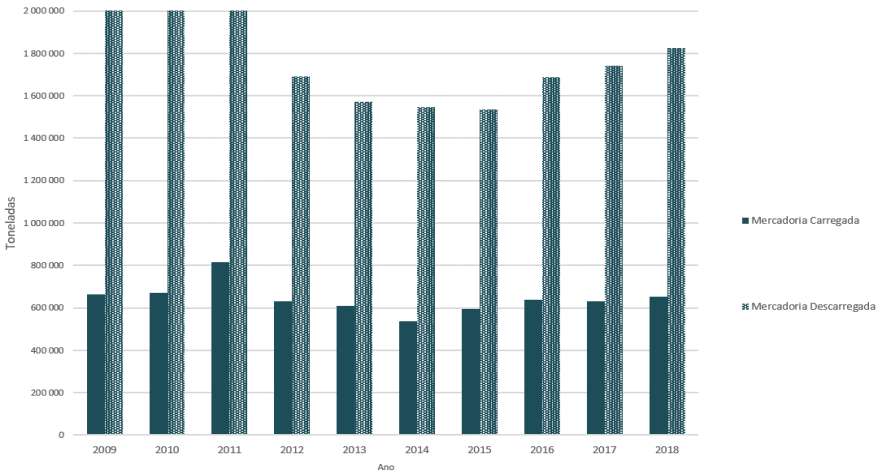


FIGURA 134. EVOLUÇÃO DA MERCADORIA CARREGADA E DESCARREGADA ENTRE 2009-2018. FONTE: SREA, 2019A.

Considerando as mercadorias por modo de acondicionamento, registou-se uma variação residual negativa de apenas 0,61% nas mercadorias movimentadas em contentores, sendo que este tipo de mercadorias representa cerca de 55% do total das mercadorias movimentadas (PA, 2020). No que concerne ao transporte granéis líquidos, que incluem essencialmente produtos petrolíferos, foi atingido um valor de 475 milhares de toneladas e que corresponde a 20% do total movimentado, enquanto que os granéis sólidos apresentaram um valor de 457 milhares de toneladas e que abrangem o transporte de cereais e de clínquer para o fabrico de cimento (PA, 2020).

Relativamente às mercadorias carregadas, foi registada uma diminuição de 4,80%, em 2019, a qual foi influenciada pelas variações negativas em todas as componentes das mercadorias carregadas,

em que a carga contentorizada representou cerca de 81% das mercadorias carregadas, enquanto que os granéis líquidos carregados totalizaram 66 milhares de toneladas que correspondem a 10,6% do total das mercadorias carregadas nos portos dos Açores (PA, 2020). Quanto às mercadorias descarregadas, e tendo em conta, foi registada uma variação negativa de 3,81%, na sua globalidade, correspondendo, assim a menos quase 70 mil toneladas em comparação com 2018, embora com um aumento de 1,39% nas mercadorias descarregadas em contentor e que equivale a 11 milhares de toneladas e cujo tipo de acondicionamento correspondeu a 46,3% do total das mercadorias descarregadas (PA, 2020).

Na subdivisão dos Açores, com base nos dados do SCIE no período 2010-2017, realizou-se uma análise da atividade económica dos CAE: 5010 Transportes marítimos de passageiros e 5020 Transportes marítimos de mercadorias. No período em análise, o setor do transporte marítimo teve um aumento de aproximadamente 8 empresas, na atividade de transporte marítimo de passageiros, que registou um total de 28 empresas em 2017; e um decréscimo na atividade de transporte marítimo de mercadorias, de 1 empresa, totalizando 5 empresas em 2017.

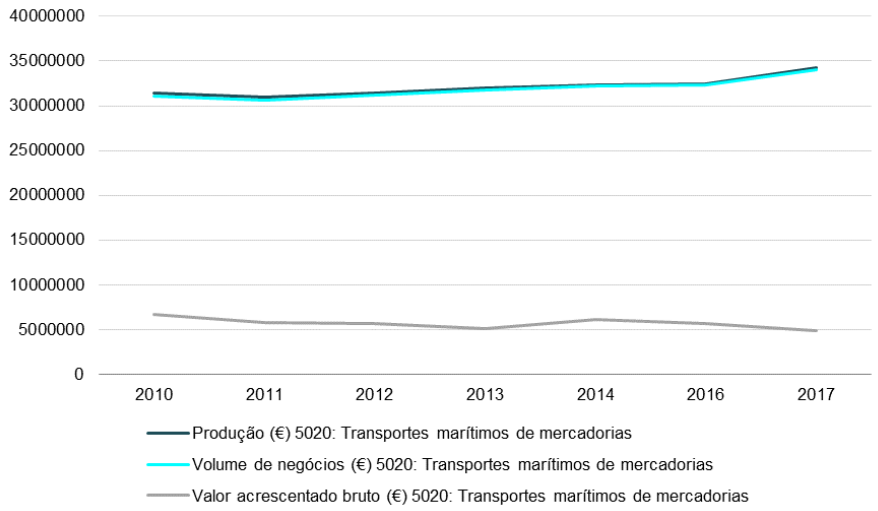
Para a atividade económica de transportes marítimos de passageiros, tendo em conta que apenas existem dados disponíveis para os anos 2010, 2014, 2015 e 2017 com base no SCIE, o número de pessoal ao serviço (pessoas) variou entre 47 (2015) e 113 (2014), e a produção (euros) variou entre 1 918 850 (2015) e 3 813 463 (2014). O volume de negócios (euros) oscilou entre 1 808 583 (2014) e 3 803 553 (2015) e o VAB (euros) registou o menor valor em 2010, com 308 161 e o maior valor, de 1 472 834, em 2017.

Para a atividade económica de transportes marítimos de mercadorias, a Tabela 57 apresenta os dados referentes aos indicadores em análise para a atividade de transportes marítimos de mercadorias e a apresenta a sua evolução para o período 2010-2017 (com exceção do ano de 2015, para o qual não foi possível obter informação).

TABELA 57. ATIVIDADE ECONÓMICA DOS TRANSPORTES MARÍTIMOS DE MERCADORIAS NOS AÇORES (2010-2017). FONTE: SRMCT, 2020; DADOS INE, SCIE.

Transportes marítimos de mercadorias								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Pessoal ao Serviço (n.º)	113	113	103	103	101	-	85	82
Produção (€)	31445114	30991131	31436275	31937987	32312100	-	32486191	34238419
Volume de Negócios (€)	31066474	30666984	31180328	31771663	32161032	-	32341002	34021533
VAB (€)	6715672	5829466	5686645	5063570	6151716	-	5613012	4823977

No período em análise, todos os indicadores analisados apresentaram um desempenho positivo, com exceção do número de pessoal ao serviço, que decresceu em 19% (-66 pessoas). Destaca-se o aumento do VAB em 94% (16,5 milhões de euros), da produção em 13% (28,0 milhões de euros) e do volume de negócios em 13% (27,7 milhões de euros) (Figura 135).



7592 FIGURA 135. EVOLUÇÃO DA ATIVIDADE ECONÓMICA DE TRANSPORTES MARÍTIMOS DE MERCADORIAS NOS AÇORES, ENTRE 2010-
7593 2017. FONTE: SRMCT, 2020; DADOS INE – SCIE.

7594 ### A.19.3.3. CONSTRUÇÃO, MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO NAVAIS

7595 Um importante setor associado aos portos e marinas da RAA é o setor da manutenção e reparação
7596 naval, com potencial para aumentar a atual cadeia de valor regional, em particular em associação à
7597 náutica de recreio, às atividades marítimo-turísticas e ao setor das pescas. Com efeito, pela sua
7598 localização, o arquipélago dos Açores é um ponto de confluência para as embarcações que operam
7599 no Atlântico Norte, que frequentemente param nas ilhas para reabastecimento e manutenção. A
7600 construção e/ ou reparação naval nos Açores baseia-se na atividade de pequenos construtores e
7601 microempresas de reparação naval, sendo que estas atividades têm ainda pouca representatividade
7602 no contexto da economia do mar da Região. A atividade de reparação e manutenção naval é
7603 tradicional, ainda com pequena expressão na RAA. Por outro lado, a atividade de construção naval
7604 reporta-se, quase em exclusivo, à construção de pequenas embarcações para a frota de pesca local
7605 ou para a náutica de recreio (SRMCT, 2020).

7606 Dados provenientes do departamento do governo regional com competência em matéria de pescas,
7607 permitem observar que, em 2018, existiam pelo menos 16 estaleiros ligados, na sua maioria, à
7608 construção e/ou reparação de embarcações de pesca, dos quais oito localizam-se em São Miguel,
7609 quatro no Pico, três na Terceira e um no Faial (SRMCT, 2020). Por outro lado, verificou-se que uma
7610 parte significativa dessas empresas dedica-se igualmente a outras atividades, ou seja, empresas que
7611 se dedicam a atividades de construção e/ou reparação naval podem não o fazer em exclusivo,
7612 podendo encontrar-se registadas noutras CAE primárias, pelo que não é possível separar essa
7613 atividade para obter dados específicos de caracterização socioeconómica para esta atividade
7614 (SRMCT, 2020).

7615 Considera-se que existe o potencial de fomentar esta atividade económica nos Açores, em particular
7616 no que refere à reparação naval, pela dinamização dos estaleiros navais existentes, em particular a
7617 reativação dos estaleiros navais da Madalena, na ilha do Pico. São também exemplos a criação de
7618 outros espaços dedicados que permitam sinergias com setores relacionados como, por exemplo, a
7619 náutica de recreio e o turismo costeiro e marítimo, aliando-se à procura de oportunidade e de

investimentos na capacitação e profissionalização de um nicho estruturado associado a atividades de manutenção e reparação naval (SRMCT, 2014; 2020). Contam-se como exemplos a necessidade de apostar em espaços e infraestruturas adequadas de terrapleno para varagem de embarcações e na confluência dos negócios de invernagem e de reparações que, no seu conjunto, venham potenciam a cadeia turística. Mencionam-se ainda as oportunidades de crescimento do setor ligadas à adaptação das embarcações a novas exigências de certificação ambiental e à conversão naval para um transporte eco-eficiente (SRMCT, 2020).

A.19.4. Recreio, desporto, turismo e cultura

O agrupamento abrange, conforme descreve a Tabela 54, a atividade marítima de recreio e de desporto, a cultura de vertente marítima, e o turismo marítimo e costeiro, incluindo as marítimo-turísticas, compreendendo ainda as atividades relacionadas com a náutica de recreio e a náutica desportiva. Acresce referir que o turismo costeiro inclui o alojamento, a promoção imobiliária dos alojamentos turísticos, atividades de restauração, agências de viagens e atividades de recreação e lazer associadas, incluindo atividades culturais relacionadas, que não são caracterizadas neste âmbito.

Considerou-se que o recreio abrange o uso balnear e as atividades enquadradas como forma de lazer e entretenimento, comportando a náutica de recreio, a pesca de lazer, e o mergulho, enquanto que as componentes do desporto poderão der definidas como todas as atividades desportivas, incluindo motorizadas ou com recurso a embarcação, realizadas em contexto lúdico ou centradas na componente de competição, de matriz amadora ou profissional. Já no que se refere ao turismo, foram consideradas atividades de expressão económica, realizadas com fins lucrativos, designadamente a atividade marítimo-turística e outras atividades de animação turística e o turismo de cruzeiros.

A cultura inclui as atividades culturais e o património cultural subaquático, correspondendo as primeiras a espetáculos e eventos associados ao mar, e a segunda a todos os bens móveis ou imóveis e zonas envolventes, testemunhos de uma presença humana, possuidores de valor histórico, artístico ou científico, situados inteiramente ou em parte, em meio subaquático.

A.19.4.1. Usos balneares e recreativos

O uso recreativo e balnear e todas as atividades recreativas relacionadas que se desenvolve sobretudo durante o verão fomenta a economia do turismo costeiro e marítimo dos Açores, incluindo as atividades marítimo-turísticas (SRMCT, 2020).

As zonas balneares/ áreas de aptidão balnear nos Açores têm uma diversidade elevada de tipologias, desde praias de areia e zonas de banhos em plataformas rochosas, a portinhos, poças e piscinas no meio de fluxos de lava, baías abrigadas, áreas de mar aberto e até crateras de vulcões antigos (SRMCT, 2014). Embora as zonas balneares classificadas difiram muito de ilha para ilha, verifica-se, no geral, uma concentração na orla costeira com exposição a sul, associada a melhores condições de abrigo e de acessibilidade ao mar. As praias de areia representam menos de 20% do conjunto de zonas balneares dos Açores, sendo mais numerosas e maiores em São Miguel e praticamente inexistentes no Pico, São Jorge e Flores.

A Região tem um número reduzido de zonas balneares com dimensão suficiente para acomodar mais de 500 pessoas em simultâneo. No geral, as zonas balneares têm uma capacidade de carga

consideravelmente menor e muitas têm uma capacidade inferior a 100 utentes, em situações normais. Grande parte das zonas balneares dos Açores insere-se em núcleos urbanos ou na sua proximidade. A esmagadora maioria das zonas balneares são geridas pelos municípios, não havendo zonas balneares concessionadas a entidades privadas.

Tendo em consideração que as zonas balneares e áreas de aptidão balnear são um dos principais recursos que dão resposta ao produto turístico "sol e mar", o processo de gestão da qualidade das águas balneares representa, não só um fator de saúde pública, como também um importante indicador de qualidade ambiental e de desenvolvimento turístico, ao nível de infraestruturas de apoio, acessos e segurança. Na última década, verifica-se uma tendência crescente no número de águas balneares monitorizadas para fins de avaliação da qualidade para a prática balnear e regista-se uma evolução positiva no estado das águas balneares nos Açores. Em 2021, foram legalmente identificadas 82 águas balneares (Portaria n.º 25/2021, de 30 de março), sendo que quase todas receberam uma classificação de qualidade "Excelente", de acordo com os critérios de classificação estipulados pela legislação em vigor. Somente as águas do ilhéu da Vila Franca do Campo (São Miguel) tinham uma qualidade "Má", e as águas balneares da Praia dos Mosteiros (São Miguel), Ribeira dos Pelames (São Miguel) e Clube Naval das Lajes (Pico) foram classificadas com qualidade "Boa", sendo que para as seis novas águas balneares identificadas não existia ainda classificação.

A.19.4.2. Atividades desportivas

O sector do desporto abrange todas as atividades desportivas, incluindo motorizadas ou com recurso a embarcação, realizadas em contexto lúdico ou centradas na componente de competição, de matriz amadora ou profissional. Os Açores são uma zona importante para a prática de desportos náuticos, atendendo, naturalmente, às condições locais, existindo, deste modo, diversos exemplos de modalidades desportivas que ocorrem neste arquipélago: vela, surf, *bodyboard*, *windsurf*, *stand up paddle*, *canyoning*, *kitesurf*, canoagem, remo, caiaque, natação de águas abertas, pesca desportiva e desportos motorizados como, por exemplo, o *jet ski* ou o *water ski*.

No contexto dos desportos náuticos, salienta-se o papel dos clubes navais da região, que são responsáveis pela formação anual de dezenas de atletas, bem como pela organização e apoio a eventos desportivos de várias modalidades de vertente marítima, com destaque para a vela e, em menor expressão, para a canoagem, remo e caiaque. Adicionalmente, a maioria destes clubes encontra-se diretamente envolvidos na dinamização de treinos e de eventos competitivos, que ocorrem durante todo o ano, mas com maior frequência na primavera e verão.

A análise do setor da náutica desportiva é efetuada com base nos dados do desporto náutico federado; todavia, e apesar do desporto náutico, federado e não federado, ter atualmente na RAA um número expressivo de praticantes, movendo uma dinâmica de atividades económicas, os dados existentes não permitem conhecer o seu impacte quantitativo direto ou indireto na economia do mar. Assim, a análise desenvolvida está essencialmente associada ao investimento realizado nesse setor e às diferentes modalidades e praticantes registados (SRMCT, 2020).

No que se refere ao desporto náutico federado, destacam-se as modalidades da vela, canoagem, surf e pesca desportiva de alto mar, sendo que a modalidade náutica de maior preponderância na região em 2018, em termos de expressão financeira, foi a vela (SRMCT, 2020; DRD, 2019). Conforme se pode verificar na Tabela 58, ao longo do período 2007-2018, o apoio financeiro total apresenta

uma tendência de decréscimo, apesar de, entre 2014 e 2018, se inverter essa tendência, com um aumento, nesse intervalo, de 25% (SRMCT, 2020).

TABELA 58. TOTAL ANUAL DE APOIO (EUROS) E PERCENTAGEM RELATIVA ÀS MODALIDADES NÁUTICAS (2007-2018). FONTE: SRMCT, 2020; DADOS DRD, 2019.

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
!98 668€	!61 668€	!79 608€	!52 207€	!69 207€	!15 004€	!02 852€	.98 342€	.87 192€	.93 099€	.93 435€	!41 681€

Desagregando o apoio financeiro pelas modalidades náuticas (Tabela 59), verifica-se que, em 2018, a vela (65%), seguida da canoagem (11%) e jet-ski (10%), são as modalidades com maior percentagem de financiamento. Por outro lado, o surf atinge os 7%, a natação (exclusivamente águas abertas - provas de mar) atinge os 5% e a pesca desportiva do alto mar com 1%.

TABELA 59. TOTAL ANUAL DE APOIO (EUROS) DAS MODALIDADES NÁUTICAS POR FEDERAÇÃO DESPORTIVA (2014-2018). FONTE: SRMCT, 2020; DADOS DRD, 2019.

Federações	2014	2015	2016	2017	2018
Canoagem	24 719	21 678	26 030	23 296	26 814
Jet-Ski	7 301	8 982	8 328	6 416	25 418
Natação (exclusivamente águas abertas - provas de mar)	3 288	3 288	0	11 960	12 480
Pesca desportiva do alto mar	2 637	2 000	2 400	2 400	2 400
Surf e Bodyboard	0	0	6 147	24 465	16 500
Vela	154 396	151 242	156 341	149 632	158 068
Total (modalidades náuticas)	**192 342**	**187 192**	**199 247**	**218 171**	**241 681**

A.19.4.3. NÁUTICA DE RECREIO

Os Açores encontram-se localizados numa zona privilegiada das rotas transatlânticas de embarcações de recreio à vela, entre as Caraíbas e as Bermudas e o continente europeu, incluída numa rota circular que envolve também os arquipélagos da Madeira, Canárias e Cabo Verde com origem num padrão ancestral de navegação dos primórdios da criação das rotas atlânticas (SRMCT, 201). O arquipélago reúne excelentes condições para a prática de atividades náuticas e registou um crescente desenvolvimento do setor da náutica de recreio desde meados do séc. XX, que atualmente assume especial importância socioeconómica no contexto regional, em particular a vertente do iatismo. Atendendo a que a náutica de recreio tem uma forte tradição nos Açores, as atividades relacionadas com marinas têm assumido uma importância crescente, com impacte em pequenas empresas de suporte e de reparação naval.

Os principais portos e marinas do arquipélago são frequentemente pontos de paragem de embarcações de recreio, maioritariamente vindas das Caraíbas, do Mediterrâneo e da América do Norte, tendo o número de embarcações de recreio e, especialmente, o número de tripulantes, apresentado uma evolução crescente, com um acréscimo de quase 28% no número de embarcações e de 41% no número de tripulantes na última década. Existem diversas infraestruturas de apoio à

náutica de recreio, distribuídas por sete ilhas e que constituem um elemento de apoio fundamental à navegação no Atlântico Norte (PA, 2020).

Em 2019, de acordo com dados relativos às infraestruturas de apoio à náutica de recreio sob gestão da Portos dos Açores S.A., a marina da Horta atingiu um máximo de 1 372 escalas, seguindo-se as marinas de Ponta Delgada e de Angra do Heroísmo. No seu conjunto, estas três marinas representaram cerca de 68% das entradas de embarcações de recreio não locais (PA, 2019). Em 2019, registou-se um incremento de 8,57% ao nível das escalas de embarcações não locais, tendo sido superado, pela primeira vez, o valor das 4 000 embarcações, mais precisamente 4380, para o conjunto de todas as marinas sob jurisdição da Portos dos Açores, embora tendo em conta o facto do iatismo ser uma atividade claramente sazonal cuja maior intensidade verifica-se durante os meses de abril, maio, junho e julho (Simbiente, 2019). No conjunto das marinas e núcleos de recreio dos Açores registaram-se em 2019 cerca de 4 900 embarcações de recreio e 19 900 tripulantes (SREA, 2020b).

A.19.4.4. Pesca lúdica

Nos Açores, a pesca lúdica é definida como a captura de espécies marinhas, animais ou vegetais, sem fins comerciais, de acordo com a legislação em vigor. Esta atividade pode ser exercida a partir de terra ou de embarcação ou plataforma flutuante, quando atracadas; ou a partir de embarcação, a navegar ou fundeada; ou em flutuação e submersão em apneia. A pesca lúdica pode assumir as seguintes modalidades: pesca de lazer; pesca desportiva; pesca turística; e caça submarina.

A importância social da pesca lúdica no contexto regional deve-se quer pela sua faceta recreativa, quer por se tratar de uma alternativa à obtenção de proteínas a baixo custo, estando associada ao consumo local e ao aumento do turismo na Região. Estima-se que a atividade económica em torno da pesca lúdica nos Açores possa ascender a 5 milhões de euros, por ano, sendo que uma parte importante dessa atividade ocorre em ilhas mais pequenas, onde as atividades ligadas ao mar têm uma maior expressão social e onde a pesca de subsistência poderá ter uma importância determinante para o bem-estar das populações (Diogo & Pereira, 2014).

A falta de informação sobre a atividade da pesca lúdica, nomeadamente sobre a importância socioeconómica, distribuição espacial, esforço de pesca e capturas, tem sido identificada como uma das maiores lacunas para melhorar a gestão e controlo desta atividade na Região. A variação do número de licenças de pesca lúdica, atribuídas por tipologia, tem apresentado um padrão relativamente constante ao longo do tempo, sem grandes variações desde 2008, não havendo assim evidências para uma tendência crescente do esforço da pesca lúdica na Região. A pesca submarina é a modalidade com maior número de licenças anuais atribuídas, em geral acima das 3 000 em todo o arquipélago. Segue-se a pesca embarcada, com uma média de 1 330 licenças emitidas por embarcação, por ano, e estima-se que o número de pescadores lúdicos da pesca embarcada possa ultrapassar os 3 000. As ilhas de São Miguel, Pico e Terceira são as ilhas com maior número de licenças de pesca lúdica atribuídas na Região, sendo o Pico a ilha com o maior número de embarcações licenciadas. A pesca apeada não requer a emissão de licença na Região.

O volume estimado de capturas para a pesca lúdica representa cerca de 4% das capturas totais de pescado descarregado na região e 3% da captura das espécies demersais pela pesca profissional (Pham *et al.*, 2013; Diogo & Pereira, 2014). A modalidade de pesca lúdica mais importante, em termos de capturas, estimadas com base em estudos pontuais, é a pesca embarcada, sendo a

variante da pesca lúdica demersal aquela com maior potencial de sobreposição espacial em relação à pesca profissional, já que 25% das suas capturas são de espécies demersais e uma vez que ambas as frotas podem operar nas zonas costeiras. No entanto, o nível de competição por espaço e recursos entre pesca lúdica e pesca profissional pela frota comparável é pouco significativo, já que as diferentes tipologias apresentam espécies-alvo diferentes (Diogo & Pereira, 2013).

A.19.4.5. Turismo marítimo e costeiro

Atualmente, existe uma tendência de crescimento do turismo marítimo e costeiro nos Açores, quer ao nível do número de turistas, quer em termos do período de permanência na região, o que tem conduzido a uma necessidade crescente de instalação e melhoramento de infraestruturas de apoio a este sector. O turismo costeiro inclui o turismo de recreio e praia (e.g., banhos de sol, natação, surf), o turismo terrestre não relacionado com a praia, mas com a área costeira (e.g., trilhos costeiros, miradouros, *coastering*), bem como as indústrias associadas a estas atividades, como a hotelaria ou a restauração, cuja componente socioeconómica não foi analisada neste âmbito. Este destaca-se do turismo marítimo, em grande medida baseado no meio marítimo, que inclui a atividade marítimo turística e o turismo de cruzeiros, mas também as operações de manutenção em terra, o fabrico de equipamentos e outros serviços necessários para estes segmentos. No caso particular dos Açores, o turismo costeiro assume uma especial importância na dinamização da economia local, caracterizando-se a oferta turística regional pelo seu carácter diferenciador com base na sustentabilidade e na valorização e preservação do ambiente marinho, na cultura e tradição marítimas e nos valores naturais e culturais das zonas costeiras. Destaca-se o conjunto de valores naturais associados ao mar, alvo de proteção ao abrigo de estatutos diversos, como as áreas protegidas classificadas no âmbito dos Parque Naturais de Ilha e do Parque Marinho dos Açores, as Reservas da Biosfera, os Sítios RAMSAR, o Geoparque Açores e geossítios, e o Património Mundial da UNESCO. Como abrange um grande e diverso número de atividades económicas, o turismo costeiro e marítimo acaba por se sobrepor aos outros subsectores da economia azul em termos de receitas e volume de negócios, valor acrescentado e emprego, sendo reconhecido como um sector com um elevado e significativo potencial sustentável no seu crescimento e empregos gerados.

No que concerne às atividades marítimo-turísticas, estas têm registado um crescimento acentuado desde os anos 1990, altura em que começaram a ser desenvolvidas na Região, com um impacte socioeconómico importante em várias ilhas do arquipélago, como é o caso das ilhas de São Miguel, Terceira, Faial, Pico e Santa Maria. De acordo com a legislação em vigor, a atividade marítimo-turística pode ser exercida nas modalidades de passeios marítimo-turísticos, passeios em submersível, pesca turística e pesca-turismo, observação de cetáceos, mergulho e escafandrismo, aluguer de embarcações e serviços de táxis, entre outras. O número de empresas tem vindo a crescer de forma consistente, contabilizando-se, em 2019, um total de 162 operadores licenciados e de 258 embarcações registadas para prática da atividade. Para o mesmo ano, o maior número de operadores licenciados estava registado na ilha de São Miguel (60 empresas), seguindo-se as ilhas do Faial (26 empresas), Pico e Terceira com 21 e 20 empresas licenciadas, respetivamente. A modalidade com maior número de embarcações licenciadas corresponde aos “Passeios marítimo-turísticos com programas previamente estabelecidos e organizados”, seguida do “Aluguer de embarcações com ou sem tripulação”. Destaca-se a atividade de observação de cetáceos, que ocupa uma posição de destaque na oferta turística do destino, com o reconhecimento dos Açores como um dos melhores locais do mundo para observação de baleias. Salienta-se também o mergulho, um dos principais produtos turísticos da economia de turismo em rápido crescimento nos Açores,

estando frequentemente aliado à fruição do património cultural subaquático e do património natural em áreas marinhas protegidas. Acresce referir ainda a prática de atividades de canyoning, *coasteering* e observação de aves, de vertente turística, que se enquadram como atividades de animação turística.

Relativamente ao sector do turismo de cruzeiros, os Açores têm vindo a posicionar-se como um ponto de escala relevante, nomeadamente nas rotas entre a América do Norte e as Caraíbas e a Europa, sendo, no entanto, cada vez mais frequente surgirem cruzeiros com origem no norte da Europa, que incluem circuitos às ilhas atlânticas e que podem abranger portos no sul da Europa. As operações apresentam um padrão sazonal bem definido, ocorrendo, essencialmente, em abril e maio e de setembro a novembro, aquando da deslocação dos navios da América e das Caraíbas para a Europa e quando retornam ao hemisfério ocidental, respetivamente. Em particular, podem ser consideradas, para o arquipélago dos Açores, diversos tipos de escalas nas operações dos navios de cruzeiro, sendo a tipologia de operação mais predominante nos portos da Região correspondente às escalas de reposicionamento transatlânticas, de acordo com dados de 2019, seguindo-se o circuito "Açores", o circuito das ilhas Atlânticas e as ligações às Caraíbas, e por último, as escalas de cruzeiros mundiais. Em 2019, ocorreu um aumento muito significativo ao nível do número de escalas associadas ao itinerário "Açores", na ordem dos 57%, embora com uma variação igualmente positiva, mas muito menos significativa, a rondar os 8%, por parte do itinerário "Caraíbas-América do Sul" e um aumento residual, correspondente a quatro escalas, no tipo "Cruzeiros mundiais" (PA, 2020). No mesmo ano, foram registados 148 950 passageiros, em navios de cruzeiro, o que correspondeu a uma diminuição de 9,22% em relação ao ano de 2018, qual foi o ano que registou o maior número de passageiros em trânsito, com cerca de 164 074 passageiros, tendo-se atingido um máximo de escalas, em número de 152, durante o ano de 2017, embora 2019 tenha sido o ano em que foi registado um maior número de embarques e de desembarques. Destaca-se a relevância que os portos de Ponta Delgada (São Miguel) e da Praia da Vitória (Terceira) têm neste segmento de mercado, relativamente aos passageiros em navios de cruzeiro que atracam nos portos da Região, que no seu conjunto representaram mais de 90% do total de movimento de passageiros em navios de cruzeiro em 2019, seguindo-se o porto da Horta (Faial), que representou 6% do segmento (PA, 2020).

A.19.4.6. Atividades culturais e património cultural subaquático

A dimensão cultural associada ao mar inclui as componentes do património cultural e um importante conjunto de eventos e festividades culturais de vertente marítima que ocorrem em todas as ilhas, em especial no período do verão, de relevância significativa não apenas aos níveis da oferta cultural e da animação turística, mas também como fonte dinamizadora socioeconómica das comunidades onde se inserem por via de vários fatores, entre os quais se destacam o aumento do fluxo de visitantes, a diversificação do produto turístico e a possibilidade de obtenção de maiores rendimentos financeiros.

No que se refere em específico ao património cultural subaquático, o conhecimento, valorização e conservação deste património assume especial importância para a história dos Açores, que se encontra intrinsecamente ligada à história do Atlântico Norte. As ilhas atuaram como entreposto geoestratégico nas viagens transatlânticas e desempenharam um papel central no comércio internacional desde os séculos XV e XVI, tendo sido, ao longo de toda a sua história precedente, um território livre de tráfego e comércio. Neste contexto, as perdas de embarcações por naufrágio

foram frequentes, sobretudo junto a zonas portuárias e de abrigo, estimando-se que exista cerca de um milhar de embarcações e seus vestígios nos fundos marinhos da subdivisão dos Açores, testemunho de vários períodos da história da navegação atlântica dos últimos seis séculos, como é exemplo a "Rota da prata" (Bettencourt *et al.*, 2017).

O acesso ao património cultural subaquático no contexto de atividades de estudo, preservação e/ou salvaguarda de bens culturais e de atividades de recreio e turismo, como o mergulho, *snorkeling* e passeios de barco (p. ex. fundo de vidro), vem promover o usufruto moderno e sustentável do património cultural, ao dar sentido lúdico a naufrágios históricos e ao diversificar e qualificar a oferta marítimo-turística regional. Neste âmbito, destacam-se os cinco parques arqueológicos subaquáticos classificados e os restantes 25 locais identificados no Guia do Património Cultural Subaquático dos Açores (Bettencourt *et al.*, 2017), atendendo a critérios de acessibilidade para a prática de mergulho, bem como ao estado de conservação dos vestígios.

A.19.5. Educação, ciência e tecnologia

O capítulo descreve determinadas atividades integradas no agrupamento dos "serviços marítimos", listado na Tabela 54, em que se incluem a educação, a investigação e o desenvolvimento e a formação.

A.19.5.1. Investigação, desenvolvimento, inovação e capacitação

O arquipélago dos Açores tem assumido uma relevância particular na investigação oceanográfica a nível internacional e europeu, uma vez que reúne condições propícias ao seu desenvolvimento, em particular no âmbito do estudo do mar profundo. Ao longo das últimas quatro décadas, a Universidade dos Açores (e centros de investigação associados) e o IMAR-Instituto do Mar, em parceria com múltiplas instituições nacionais e internacionais, têm sido as principais entidades locais responsáveis pela produção de informação e conhecimento científico, informação essa que tem suportado o desenvolvimento das políticas marítimas nos Açores desde os anos 80.

A Universidade dos Açores (UAç) apresenta uma estrutura tripolar distribuída pelos campus de Ponta Delgada, Angra do Heroísmo e Horta. Ao nível de unidades de investigação, patenteia dois institutos, oito centros e dois núcleos de investigação e desenvolvimento (I&D), dos quais se salientam quatro, no domínio do mar, designadamente o (1) Centro de Biotecnologia dos Açores (CBA-Açores), (2) o Centro de Estudos de Economia Aplicada do Atlântico (CEEAplA), (3) o Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO-Açores) e o Centro Okeanos (Simbiente, 2019). Ao nível da academia e devido à sua elevada especialização, merecem ainda particular destaque os Departamentos de Geociências e de Oceanografia e Pescas da UAç. Estas entidades fazem parte do Sistema Científico e Tecnológico dos Açores (SCTA), que integra o conjunto das mais de 40 entidades e respetivos recursos humanos, institucionais, materiais e financeiros organizados para a produção e promoção do conhecimento científico e inovação, através da investigação e do desenvolvimento tecnológico, da transferência do conhecimento, da formação e qualificação avançadas e da difusão da cultura científica e tecnológica.

A investigação científica praticada nos Açores tem-se desenvolvido em ligação a entidades internacionais, através da participação em projetos cofinanciados por fundos europeus estruturais, como o Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, Fundo Social Europeu e Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos e das Pescas - atual Fundo Europeu dos Assuntos Marítimos, das Pescas e da

Aquicultura - e fundos europeus de investimento centralizados, com destaque para os fundos do Horizonte 2020 - atual Horizonte Europa 2021-2027 - e do Programa LIFE, entre outros. Considera-se existir um quadro favorável para as atividades de ID&I em meio marinho, atendendo às prioridades de investigação definidas para o atual quadro comunitário de Investigação & Inovação e à Década da Ciência Oceânica 2020-2030, iniciativa global da Organização das Nações Unidas para a promoção do desenvolvimento sustentável no mar.

Os Açores têm vindo a reforçar a sua participação em projetos europeus para a inovação baseados em consórcios ou parcerias, com cofinanciamento da UE, por forma a contribuir para o desenvolvimento e consolidação da capacitação científica para o reforço do eixo económico assente na Investigação, Desenvolvimento & Inovação (ID&I) e para a projeção dos Açores no Espaço Europeu da Investigação (Ribeiro *et al.*, 2020). No seguimento desta aposta em ID&I e confirmando a sua importância e centralidade atlânticas, o arquipélago recebe o Observatório do Atlântico, uma infraestrutura de investigação, acompanhamento, proteção e exploração sustentável dos recursos do fundo do mar, bem como o *Atlantic International Research Centre* (AIR Centre), uma organização científica internacional com sede nos Açores, com enfoque no Atlântico e que visa o desenvolvimento científico e tecnológico nas áreas do espaço, oceano, atmosfera, clima e energia (Ribeiro *et al.*, 2020).

Efetivamente, a investigação científica nas ciências e tecnologias do mar constitui uma área transversal a várias áreas científicas, crítica para o desenvolvimento da economia azul. Esta transdisciplinaridade representa um desafio para a produção de conhecimento científico e a sua aplicação prática no desenvolvimento de novos produtos, uma vez que decorre, necessariamente, da interação entre diferentes comunidades académicas e entre estas e os mais variados setores da indústria. Nos Açores, muitas áreas de mercado são ainda incipientes e de dimensão insuficiente face ao seu potencial, dada a falta de infraestruturas base, de empresas âncora ou ainda de novas *startups*. Não obstante, têm sido dados cada vez mais passos cruciais para a concretização da Estratégia de Investigação e Inovação para a Especialização Inteligente, assente em ID&I na área do mar, com investimentos em desenvolvimento que se constituem como âncoras a esse nível, como é o caso da Escola do Mar, entre outros instrumentos e ferramentas em desenvolvimento para o fomento da economia do mar sustentável (SRMCT, 2020).

Em matéria de formação, qualificação e capacitação, em áreas relacionadas com o mar destaca-se a Universidade dos Açores, que ministra vários cursos técnicos superiores profissionais, licenciaturas, mestrados e doutoramentos, no âmbito dos ensinos universitário e politécnico, nos Departamentos de Biologia e de Oceanografia e Pescas, em áreas relacionadas direta ou indiretamente com o mar, nomeadamente nos domínios das Ciências do Mar e de Biologia, entre outros. Adicionalmente, a Escola do Mar dos Açores (EMA), gerida pela Associação para o Desenvolvimento e Formação dos Açores, é responsável pela implementação de ações formativas vocacionadas para marítimos, demais profissionais associados à economia azul e comunidades de aprendentes. Também releva referir a Escola de Formação Turística e Hoteleira, criada pela Associação Açoriana de Formação Turística e Hoteleira, que ministra cursos de formação inicial e formação contínua em áreas como gestão hoteleira, turismo, entre outras áreas direta ou indiretamente ligadas ao turismo costeiro e marítimo.

A.19.5.2. Monitorização ambiental, restauro e conservação da natureza

Um dos objetivos do Governo dos Açores corresponde ao fortalecimento do arquipélago como plataforma de monitorização do Atlântico, nas áreas da biodiversidade, ecologia de ecossistemas marinhos, pescas e uso sustentável dos oceanos (FM e CCIPD, 2017). Geralmente, as atividades de monitorização do ambiente marinho decorrem no contexto da DQEM, tendo sido já estabelecidos diversos programas de monitorização a nível regional (e.g., MONIZEC, POPA, ARQDAÇO, LIFE IP Azores Natura, LIFE IP Climaz) com ligação à implementação das Diretivas Aves e Habitats e direcionadas a espécies e habitats de interesse comunitário e às áreas da Rede Natura 2000, cujas medidas e programas de monitorização estão inscritas no Quadro de Ação Prioritária da Rede Natura 2000, para o período 2021-2027.

No arquipélago, existem, atualmente várias ações tendentes para a recuperação ambiental e a conservação da natureza, nomeadamente uma maior propensão para o incremento da área, número e nível de proteção das AMP, aumento das ações de limpeza costeira, entre outros exemplos, assim como uma crescente exigência das medidas de conservação da natureza e da biodiversidade, em geral. Isto tem conduzido a uma maior capacitação de recursos humanos e um maior número de atividades de monitorização ambiental e de ações de recuperação e de conservação da natureza, no âmbito de vários programas (e.g., LIFE IP Azores Natura, Oceanlit, Implamac, REACT-EU, LIFE IP Climaz).

A.19.5.3. Educação e sensibilização ambiental e ecológica

Existem, um pouco por todo o arquipélago dos Açores, diversas ações de educação e de sensibilização ambientais que envolvem diferentes atividades como a divulgação científica, a salvaguarda dos valores naturais e a conservação da natureza promovidas por várias instituições. No arquipélago, existe ainda uma rede de centros de ciência, que inclui um centro especificamente dedicado aos assuntos do mar, o Observatório do Mar dos Açores (OMA), sendo os seus principais objetivos os de promover as atividades de educação e de interpretação ambientais relacionadas com as ciências marinhas e a promoção de práticas sustentáveis no sentido da preservação dos recursos, da biodiversidade e da manutenção do funcionamento dos ecossistemas. São também exemplos de entidades que desenvolvem ações de divulgação científica, na área das ciências do mar, o Expolab – Centro de Ciência (integrante da rede nacional de centros Ciência Viva) e o Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores.

De entre o conjunto de ações de educação ambiental e divulgação na temática do mar, destaca-se o programa Açores Entre-Mares, criado com o objetivo de promover o conhecimento e a utilização sustentável do mar, através de atividades promovidas por entidades parceiras, desde associações a empresas, que se propõem a integrar uma ou mais atividades a desenvolver na sua ilha. Releva-se ainda uma das campanhas de educação ambiental e conservação da natureza com maior sucesso nos Açores, a campanha anual SOS Cagarro, iniciada no final da década de 1990, com o objetivo de alertar a população para a necessidade de preservação da espécie protegida *Callonectris borealis* que nidifica nos Açores.

A.19.6. Vigilância, inspeção, defesa e segurança

As atividades de controlo, vigilância e fiscalização do espaço marítimo sob soberania ou jurisdição nacional são essenciais para que sejam cumpridas as obrigações de segurança marítima, nas suas

mais variadas dimensões, incluindo a segurança face a ações criminosas, segurança ambiental e segurança da navegação face a acidentes quer de origem humana ou decorrentes de catástrofes naturais. Neste domínio, nos Açores, existem diversas instituições que detêm responsabilidades ao nível do controlo e vigilância marítimos, com destaque para a Autoridade Marítima Nacional (AMN) e respetivas Marinha Portuguesa e Polícia Marítima, a Guarda Nacional Republicana (GNR), entre outras.

As atividades marítimas e o seu desenvolvimento são largamente influenciados pela segurança da navegação. Em Portugal, cabe à AMN coordenar as atividades a executar pela Marinha, pela Direção Geral da Autoridade Marítima e pelo Comando-Geral da Polícia Marítima, nos espaços dominiais públicos e marítimos sob soberania e jurisdição nacional. É a Polícia Marítima, como órgão que garante o cumprimento das leis e regulamentos integrantes do Domínio Público Marítimo, que cabe a fiscalização dos portos, das zonas balneares, bem como das águas interiores sob jurisdição da AMN e dos espaços marítimos sob soberania e jurisdição nacional.

No âmbito da defesa nacional, nos termos do Decreto-Lei n.º 185/2014, de 29 de dezembro, é a Marinha Portuguesa que tem por missão principal participar, de forma integrada, na defesa militar da República, nos termos do disposto na Constituição e na lei, sendo fundamentalmente vocacionada para a geração, preparação e sustentação das forças da componente operacional do sistema de forças. Compete ainda à Marinha assegurar o cumprimento das missões reguladas por legislação própria, designadamente exercer a autoridade do Estado nas zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional e no alto mar, garantindo o cumprimento da lei no âmbito das respetivas competências; assegurar o funcionamento do serviço de busca e salvamento marítimo; e realizar operações e atividades no domínio das ciências e técnicas do mar.

Na RAA, o exercício de funções de defesa militar naval é exercido pelo Comando da Zona Marítima dos Açores (CZMA), na dependência do Comando Operacional dos Açores. Ao CZMA compete assegurar a articulação, a nível regional, com as outras autoridades públicas que intervêm no espaço marítimo e garantir, no seu âmbito, a fiscalização nos espaços marítimos sob soberania ou jurisdição nacional, tendo em vista o exercício da autoridade do Estado, nos termos da lei e do direito internacional. O CZMA deve ainda assegurar o funcionamento do Centro de Busca e Salvamento Marítimo de Ponta Delgada, coordenar as ações relativas a acidentes ocorridos com navios ou embarcações, e exercer o comando operacional em atividades no domínio das ciências e técnicas do mar. O CZMA garante também a cooperação e aconselhamento naval da navegação, sem prejuízo da competência da Autoridade Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo, dos órgãos e serviços da AMN e de outras entidades com responsabilidades neste domínio.

A segurança e controlo da navegação, a preservação e proteção do meio marinho, dos recursos naturais e do património cultural subaquático, a prevenção e combate à poluição, o assinalamento marítimo, ajudas e avisos à navegação, a salvaguarda da vida humana no mar e o salvamento marítimo, a fiscalização de atividades de aproveitamento económico dos recursos vivos e não vivos, a proteção civil com incidência no mar e na faixa litoral, e a segurança da faixa costeira e no domínio público marítimo e das fronteiras marítimas são atribuição do Sistema da Autoridade Marítima (SAM), nos termos do art.º 6 do Decreto-Lei n.º 43/2002, de 2 de março. A AMN é a estrutura superior de administração e coordenação dos órgãos e serviços que, integrados na Marinha, possuem competências ou desenvolvem ações enquadradas no âmbito do SAM.

Para a RAA, a composição do SAM encontra-se organizada de acordo com as prerrogativas decorrentes da administração autonómica, de acordo com o n.º 2 do artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 43/2002 de 2 de março. O Departamento Marítimo dos Açores (DMA) e as capitanias dos portos são, respetivamente, os órgãos regionais e locais da Direção-Geral da Autoridade Marítima, o órgão central da AMN. O chefe do DMA é, por inerência, comandante regional da Polícia Marítima e os capitães dos portos são, por inerência, comandantes locais da Polícia Marítima.

O CZMA acumula as suas funções com as de Chefe do DMA, órgão que faz parte integrante da AMN e que tem, na sua dependência direta as Capitanias dos Portos e as Delegações Marítimas sediadas no arquipélago. Ao DMA compete coordenar e controlar as atividades das capitanias dos portos e assegurar o cumprimento das disposições relativas à AMN, pelo que exerce a sua autoridade nos domínios da segurança marítima, preservação do meio marinho, da preservação e proteção dos recursos do solo e subsolo marinhos e do património cultural subaquático, entre outras.

O Capitão de Porto exerce funções em matéria de fiscalização, policiamento e segurança da navegação, de pessoas e bens, na respetiva área de jurisdição, nos termos do art.º 13 do Decreto-Lei n.º 44/2002, de 2 de março. Detém competências no âmbito da autoridade marítima, do salvamento e socorro marítimos, da segurança da navegação, do exercício de funções de carácter técnico-administrativo, do registo patrimonial de embarcações, da proteção e conservação do domínio público marítimo e da defesa do património cultural subaquático, da pesca, da aquicultura e das atividades conexas e ainda no campo contraordenacional. Assim, são mantidos, em todas ilhas do arquipélago dos Açores, órgãos descentralizados do SAM, contando-se seis capitanias (e seis comandos locais da Polícia Marítima), quatro delegações marítimas e quatro postos da Polícia Marítima.

No âmbito do controlo da fronteira marítima e do exercício de competências de fiscalização em espaços marítimos sob soberania e/ou jurisdição nacional, a Polícia Judiciária e o Serviço de Informações de Segurança têm competências específicas de coordenação das atividades em termos de, respetivamente, controlo de fronteiras, de tráfego de estupefacientes e de promoção, de forma sistemática, da pesquisa, a análise e o processamento de notícias e a difusão e arquivo das informações produzidas.

A adoção de medidas de fiscalização e de polícia na ZEE e na Zona Contígua, incluindo a interdição de acesso de navios e embarcações comunitárias e de países terceiros, é efetuada: pelos órgãos locais da AMN, em matéria de poluição marítima, quadros ilícitos de pesca e salvaguarda do património cultural subaquático; pela GNR, em caso de infrações aduaneiras e fiscais; e pela Polícia Judiciária, em caso de tráfico de estupefacientes e substâncias proibidas. A GNR, por intermédio da Unidade de Controlo Costeiro, assume competências específicas de controlo da fronteira marítima e de vigilância, patrulhamento e interceção marítima em toda a costa e mar territorial do Continente e das Regiões Autónomas, definidas na respetiva lei orgânica.

A Polícia Marítima integra a estrutura operacional da AMN e constitui uma força policial dotada de competência especializada nas áreas e matérias legalmente atribuídas ao SAM, atuando como órgão de polícia e de polícia criminal que garante, e fiscaliza, o cumprimento das leis e regulamentos nos espaços integrantes do domínio público marítimo, em áreas portuárias e nos espaços balneares, bem como em todas as águas interiores sob jurisdição da AMN e demais espaços marítimos sob soberania e jurisdição nacional, devendo preservar a regularidade das atividades marítimas e executar ações de policiamento, fiscalização, vigilância e investigação.

Em matéria de fiscalização, acresce mencionar as Inspeções Regionais, com a natureza de serviços de controlo, auditoria e fiscalização, aos quais está atribuída a missão de fiscalização e controlo de determinados setores, como é o caso do turismo, do ambiente, e da pesca marítima, aquicultura e atividades conexas na RAA.

No que se refere a mecanismos de vigilância e fiscalização do espaço marítimo, considerando a dimensão das zonas marítimas sob soberania ou jurisdição nacional, tornou-se necessário adotar diversas medidas destinadas ao reforço da segurança do tráfego marítimo. Em Portugal existem diversos sistemas de vigilância, controlo e acompanhamento do tráfego marítimo com recurso a meios eletrónicos, que fornecem informações sobre a identificação, localização e previsão de movimentos de navios e embarcações e que têm contribuído para aumentar significativamente a segurança e a eficácia da navegação marítima, para prevenir a ocorrência de acidentes ou situações potencialmente perigosas no mar, incluindo operações de busca e de salvamento, e para uma melhor prevenção e deteção da poluição causada pelos navios, dos quais se destacam:

- Sistema de Identificação Automática (*Automatic Identification System*, AIS) - a instalação do sistema surge em cumprimento das obrigações impostas pela Convenção SOLAS, estando estabelecido na Diretiva n.º 2002/59/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de junho de 2002, na sua atual redação, que os navios mercantes de arqueação bruta igual ou superior a 300 devem estar equipados com um AIS. A embarcações de pesca com um comprimento fora-a-fora superior a 15 m aplica-se também a obrigatoriedade de instalação de AIS. O sistema encontra-se permanentemente operacional, com alcances que variam entre 70 e 100 mn, sendo dependente de dez estações terrestres AIS e de duas estações de controlo;

- Serviço de Tráfego de Navios (*Vessel Traffic Service*, VTS) - através do Decreto-Lei n.º 263/2009, de 28 de setembro, na sua atual redação, foi criado o Sistema Nacional de Controlo de Tráfego Marítimo, composto pelos serviços de VTS costeiros (continental e regionais) e portuários, no sentido de assegurar o cumprimento das convenções e regulamentos internacionais da IMO, designadamente as Convenções SOLAS e MARPOL. Foi implementado o VTS em território continental, dedicado à monitorização e controlo da navegação marítima ao longo de toda a costa até uma distância de cerca de 50 mn. Os VTS costeiros regionais, relativos ao serviço de controlo de tráfego marítimo na Região Autónoma dos Açores, ainda não se encontram implementados;

- Sistema de monitorização dos navios (*Vessel Monitoring System*, VMS) - no caso específico da monitorização de embarcações de pesca, encontra-se implementado o MONICAP, um sistema de monitorização contínua de navios por satélite, através de um dispositivo móvel que recebe dados de posicionamento global, instalado a bordo dos navios de pesca, sendo atualmente obrigatório em todos os navios da União Europeia com mais de 12 m de comprimento fora-a-fora, independentemente da área de operação, de acordo com o Regulamento (CE) n.º 1224/2009 do Conselho, de 20 de novembro. Nos termos da Portaria n.º 105/2011, de 30 de dezembro, estão isentas da obrigatoriedade de utilização de VMS as embarcações regionais de pesca com comprimento fora-a-fora igual ou superior a 12 metros e inferior a 15 m.

- Sistema de Identificação e Seguimento de Longo Alcance de Navios (*Long Range Identification and Tracking*, LRIT) - sistema que permite o seguimento a longas distâncias da costa, por cada país, dos seus navios de bandeira sujeitos à regulamentação da Convenção SOLAS. Nos termos da Diretiva n.º 2002/59/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de junho de 2002, na sua atual redação, devem estar equipados com um sistema LRIT

navios de bandeira portuguesa, quando efetuem viagens internacionais e aos quais se aplicam a regra 19-1 do capítulo v da Convenção SOLAS, que abrange os navios de passageiros, incluindo alta velocidade, de qualquer arqueação bruta; os navios de carga, incluindo de alta velocidade, de arqueação bruta igual ou superior a 300; e todos os navios de bandeira portuguesa que efetuem viagens entre os portos de Portugal continental e as regiões autónomas dos Açores e da Madeira, e entre os portos destas regiões, de arqueação bruta igual ou superior a 300;

» Sistema Costa Segura - sistema que atua como ferramenta de auxílio na promoção da segurança da navegação, apoio na condução de operações de busca e salvamento e ações de combate à poluição, permitindo complementarmente monitorizar a navegação. Encontra-se implementado nos Açores desde 2019, onde estão localizadas sete estações, cada uma equipada com um radar de cobertura até às 24 mn, câmaras óticas com alcance até três quilómetros, um sistema AIS e de seguimento de alvos, com alarmes associados, rádio VHF e um software de integração e gestão da informação;

» Sistema Integrado de Vigilância, Comando e Controlo (SIVICC) - sistema gerido pela GNR para a monitorização dos movimentos ao largo da costa portuguesa, até às 24 mn, através de radares, sensores óticos, câmaras de vídeo e de infravermelhos. Encontra-se direcionado a ações de busca e salvamento, fiscalização das pescas e combate à poluição marítima, tráfico de droga e imigração ilegal. Apenas se encontra operacional em Portugal continental, não tendo ainda sido implementando na Região Autónoma dos Açores.

A.19.7. Infraestruturas e equipamentos marítimos

A.19.7.1. Cabos submarinos

A importância socioeconómica dos cabos submarinos na RAA está intrínseca e maioritariamente relacionada com o setor das telecomunicações e são atualmente fundamentais para o sistema base de funcionamento das infraestruturas, serviços e produtos de toda a gama e nível de complexidade de comunicações, sistemas e infraestruturas digitais e de dados e para o funcionamento de todos os sistemas fundamentais a nível social e económico.

Existem 14 cabos de comunicações submarinos instalados nos Açores, com um comprimento total de ca. 3350 km na subárea dos Açores da ZEE, formando assim o anel de fibra ótica do arquipélago, em que todas as ilhas dos Açores se encontram ligadas, possuindo acesso às redes de nova geração. Nos Açores, todas as telecomunicações interilhas e para o exterior são exclusivamente asseguradas por este sistema de cabos submarinos, que garante, assim todo o tráfego de rede móvel, internet, televisão, circuitos privados, entre outros.

A interligação entre o Continente (Portugal continental), os Açores e a Madeira (CAM) é atualmente assegurada por sistemas em cabo submarino que funcionam em topologia de anel, que é constituído por: (1) uma interligação entre o Continente e os Açores, ramo doméstico do Columbus III (sistema internacional); (2) uma interligação entre o Continente e a Madeira, um ramo doméstico do ATLANTIS 2 (sistema internacional); (3) uma interligação entre os Açores e a Madeira, correspondente a um sistema doméstico (Barros, 2019). Atendendo à vida útil destas estruturas, e por forma a conservar a coesão social e territorial de Portugal e da UE, em termos de comunicações eletrónicas, será necessário conceber um novo anel CAM, em cabo submarino, no sentido de prevenir possíveis situações de antecipação de retirada de serviço operacional dos sistemas internacionais. O novo Anel CAM deverá estar em operação durante 25 anos e terá que garantir a

interligação entre Portugal continental e os Açores e a Madeira, sem recorrência a quaisquer trânsitos em países terceiros, evitando-se deste modo qualquer dependência destes países para a interligação doméstica, mesmo no caso de falha de algum segmento deste anel CAM (Barros, 2019).

A.19.7.2. Emissários submarinos

No que se refere aos emissários, estas infraestruturas assumem grande relevância no contexto do tratamento e rejeição das águas residuais urbanas e industriais, e da atividade industrial, não podendo ser avaliadas de uma forma isolada. Existem, nos Açores, três emissários submarinos para o escoamento de águas residuais, todos localizados na ilha de São Miguel (Ponta Delgada, Lagoa e Vila Franca do Campo), sendo o seu comprimento total 2,7 km (501 m, 839 m e 1322 m, respetivamente). Atendendo a que uma grande parte dos aglomerados populacionais dos Açores não dispõem de tratamento de águas residuais, é possível que, a curto ou médio prazo, ocorra a instalação de novos emissários submarinos.

A.19.7.3. Estruturas de defesa costeira

Sendo um território insular e localizado numa área geográfica muito exigente em termos de condições atmosféricas e de estado do mar e sujeita a episódios esporádicos de grande escala, como tempestades tropicais, a manutenção das condições de funcionalidade e segurança das infraestruturas localizadas na orla costeira da RAA reveste-se de uma importância fundamental para assegurar a segurança de pessoas e bens e manter a qualidade de vida das populações. A administração regional tem procedido à canalização de recursos financeiros com vista ao ordenamento das zonas costeiras, assegurando a conservação e segurança das infraestruturas que se localizam nas zonas intervencionadas ou a intervencionar, contabilizando-se, no período 2014-2016, um investimento total de 3 799 200€ (SRMCT, 2020).

As estruturas de defesa costeira nos Açores encontram-se implantadas em zonas onde se pretende defender aglomerados urbanos ou infraestruturas, nomeadamente as de carácter viário relativamente à ação do mar, nomeadamente, os galgamentos pelas ondas, as inundações resultantes dos galgamentos ou as infraescavações de fundações e erosões, encontrando-se, também associadas às estruturas portuárias. No âmbito do projeto de "Inventariação da Artificialização das Zonas Costeiras", foram efetuados levantamentos da ocupação do solo e do tipo de artificialização na zona costeira, tendo sido identificadas as estruturas de defesa costeira existentes (SeaExpert, 2018).

De uma forma geral, a ilha com mais estruturas de defesa costeira é São Miguel, onde se nota uma predominância destas estruturas na costa sul, seguindo-se a ilha Terceira. As estruturas predominantes na Região são os molhes e os enrocamentos. Os molhes estão associados aos portos da RAA, enquanto que os enrocamentos estão associados quer a áreas adjacentes a portos, quer a troços costeiros sujeitos a elevada ação erosiva. Existem ainda numerosas estruturas aderentes de defesa longitudinal: muros de suporte de paramento vertical que também podem receber o impacto direto das ondas, normalmente fundados em rocha e associados a estradas ou a arruamentos marginais; estruturas aderentes longitudinais com paramento exposto oblíquo, em degraus, em enrocamento ou em blocos artificiais (SRMCT, 2020).

A.19.8. Novos usos e recursos do mar

O capítulo descreve determinadas atividades integradas no agrupamento dos "novos usos e recursos do mar", caracterizado na Tabela 54, em que se incluem a biotecnologia marinha e as energias renováveis marinhas. Incluem-se ainda as atividades relativas ao afundamento de navios e outras estruturas análogas, relacionadas com a criação de recifes artificiais. Atividades que não se desenvolvem na subdivisão dos Açores, e que não se perspetiva virem a desenvolver-se a médio-longo prazo, como é o caso da exploração de hidratos de metano e do armazenamento geológico de carbono, não são incluídas na presente análise, sem prejuízo de serem referenciadas no Volume III-A.

A.19.8.1. Energias renováveis marinhas

No referente à energia das ondas, os Açores foram palco do primeiro projeto de investigação e demonstração na área da energia das ondas, a Central de Ondas do Pico, financiado no âmbito de programas de investigação e inovação da Comissão Europeia (projetos JOULE, projetos demonstradores PRIMEC/DEMTEC) e de financiamento nacional, pelo Programa Energia e pelas empresas Energias de Portugal (EDP) e Eletricidade dos Açores (EDA). Essa estrutura experimental de produção de energia elétrica situava-se no Porto do Cachorro, na ilha do Pico e tratava-se de uma central com uma potência instalada de 400kw, que funcionava com uma tecnologia de coluna de água oscilante associada a uma turbina Wells. Esta central entrou em funcionamento em 1999 e realizou, até 2010, 1300 horas de funcionamento e produziu mais de 48MWh de energia (Matos, 2015). A situação da Central agravou-se em 2012, por fragilidades infraestruturais, questões de segurança e falta de financiamento, tendo encerrado em 2018 (Brito e Melo *et al.*, 2018) e o desmantelamento da infraestrutura decorrido em 2020.

No que se refere à energia eólica, a RAA não possui projetos de implantação de energia eólica *offshore*, devido em parte à falta de condições meteorológicas e batimétricas favoráveis para a colocação dessas estruturas. Contudo, participou no projeto ForPower, financiado pela UE, com o objetivo de formar capital humano na Região com vista a eventuais futuras iniciativas desta natureza no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores. Recentemente, o projeto PLASMAR contribuiu para a análise de áreas potenciais para a instalação de parques eólicos offshore nos Açores (Vergílio *et al.*, 2019). Acresce referir que decorre um estudo do potencial de aplicação de instalação da tecnologia WindFloat na proximidade das ilhas do triângulo, Faial, Pico e São Jorge (Santos, 2020).

Considerando a sua vasta zona costeira e uma das maiores zonas económicas exclusivas da Europa, a par com condições naturais favoráveis ao desenvolvimento de fontes renováveis de energia associadas ao vento e ao mar, os Açores encontram-se numa posição particularmente vantajosa para desenvolver soluções oceânicas de energias renováveis marinhas, nomeadamente de energia eólica para águas profundas ou de transição e para energia das ondas em águas pouco profundas ou profundas, o que permitiria diminuir não só a pegada ecológica da Região, mas também para aumentar e contribuir para a sua autonomia energética (SRMCT, 2020). Não obstante seja reconhecido o potencial marítimo dos Açores enquanto laboratório privilegiado para estudar e testar soluções emergentes, incluindo de produção de energia elétrica, cujas tecnologias devem ser desenvolvidas e adaptadas ao mercado, as energias renováveis marinhas não são neste momento consideradas estratégicas para a Região.

A.19.8.2. BIOTECNOLOGIA MARINHA

A biotecnologia pode ser definida como o conjunto dos instrumentos e processos que utiliza, direta ou indiretamente, organismos vivos ou componentes de sistemas biológicos, na sua forma natural ou modificada, para obter produtos ou serviços de valor acrescentado com fins específicos (OECD, 2005), considerando-se como vertentes distintas da biotecnologia marinha a bioprospeção e a produção de organismos vivos em meio marinho. Estas são atividades relativamente recentes, quando comparadas com outras áreas de atividade com relevância no espaço marinho; no entanto, pelo potencial de valorização que apresentam, e pela diversidade de biótopos existentes, desde a costa até profundidades abissais, estas representam uma fonte promissora de desenvolvimento tecnológico e de mais-valias, em diversas áreas da ciência e da indústria, como a química, farmacologia, cosmética, alimentar e bioenergética, entre outras.

Nesta atividade têm surgido oportunidades de valorização da matéria-prima formada pelos subprodutos resultantes das atividades económicas dos setores das pescas, da transformação do pescado e da aquacultura, promovendo sinergias entre as infraestruturas laboratoriais nacionais, a criação de repositórios de amostras biológicas e ainda a produção de biocombustíveis através de macro e microalgas. Por outro lado, este é um setor que poderá proporcionar postos de trabalho altamente qualificados e representar importantes oportunidades para um conjunto diversificado de áreas de desenvolvimento, como a investigação científica, o fabrico de embalagens, a produção de alimentos para aquacultura ou a produção de biocombustíveis, entre outros. Este é um domínio apoiado, quase exclusivamente, por uma forte componente ID&I e os objetivos da política nacional e regional direcionam-se para o desenvolvimento de novas patentes e promoção da comercialização de aplicações e produtos e da distribuição justa e equitativa dos benefícios que advêm da sua utilização (SRMCT, 2020).

Os Açores têm assumido cada vez mais uma maior aposta no sector da biotecnologia azul, refletido na forte promoção deste sector a nível internacional, de modo a atrair iniciativas empresariais e industriais, concedendo vantagens competitivas como benefícios fiscais, apoios para a fixação de pequenas e médias empresas, apoio comunitário à instalação de fábricas e laboratórios empresariais, vantagens das incubadoras tecnológicas e facilidade em aceder a laboratórios especializados e a espaços para instalação das empresas. Neste âmbito, os investimentos em projetos de investigação em contexto universitário têm aumentado, de modo a capacitar a região com ativos estruturantes para apoiar iniciativas empresariais nesta área prioritária. Destacam-se, a este nível, projetos cofinanciados como o META-MINE, REBECA CCT, SeaGlue4GI, 3B-vent, BIOTRANSFER 2, MACBIOBLUE, SPECIAL e BIOCOMES.

A elevada biodiversidade no espaço marítimo adjacente ao arquipélago dos Açores e os ambientes e ecossistemas que o distinguem de outras regiões, bem como a influência do vulcanismo ativo e residual, estão na base da investigação que tem vindo a ser feita na Universidade dos Açores, e respetivas unidades de investigação, como o Centro de Biotecnologia dos Açores e o cE3c-Grupo de Biodiversidade dos Açores. Salientam-se as fontes hidrotermais marinhas localizadas a grandes profundidades, que apresentam um grande potencial biotecnológico, refletido em organismos que evoluíram nestes ambientes extremos, desenvolvendo estratégias de sobrevivência que incluem a síntese de proteínas que resistem a ambientes comparáveis aos existentes em muitos processos industriais.

Neste âmbito, têm vindo a ser estudadas as potencialidades biotecnológicas de invertebrados e procariotas recolhidos em fontes hidrotermais de profundidade na subdivisão dos Açores. Também têm sido investigadas as possíveis aplicações industriais e farmacológicas de bactérias termofílicas de fontes hidrotermais de baixa profundidade, bem como o potencial farmacológico de determinadas algas e invertebrados que ocorrem nos Açores. Na última década foram também realizados diversos trabalhos sobre a bioquímica de espécies de macroalgas consumidas localmente, bem como de outras espécies com possível interesse económico, com o objetivo de investigar o seu potencial de cultivo no arquipélago dos Açores e avaliar a sua exploração sustentável.

Os resultados obtidos demonstrado o potencial e interesse de continuar a investigação regional na área da biotecnologia azul, com o objetivo de identificar novas substâncias de elevado valor acrescentado, sendo que a valorização económica deverá contribuir igualmente para a preservação da biodiversidade marinha e sublinhar a importância deste reservatório marinho para futuros medicamentos e para outros compostos (Barreto *et al.*, 2014). No entanto, não se dispõe da quantificação da sua importância económica, uma vez que, em grande medida ainda não existe um setor económico suportado na biotecnologia marinha, sendo a maioria da atividade desenvolvida ao nível de projetos de investigação científica (SRMCT, 2020).

A.19.8.3. Afundamento de navios ou de outras estruturas (recifes artificiais)

O afundamento intencional de navios ou de outras estruturas tem, usualmente, por objetivo a criação de recifes artificiais, os quais podem gerar locais de mergulho para visitação turística, novos habitats que potenciam o aumento da biodiversidade e de espécies piscícolas, a criação de ondas para o surf ou redução dos riscos associados à ação do mar na linha de costa por alteração da hidrodinâmica litoral, entre outros fins (OSPAR, 2009).

No que respeita a afundamento de navios nos Açores, a ocorrência de dois naufrágios junto da ilha do Faial, em que as embarcações não se afundaram de imediato, resultou no seu afundamento controlado em dois locais escolhidos para que fosse possível a sua visitação por mergulho. Tratam-se do arrastão de pesca Viana, afundado na costa da Feteira, em 1994 e do Pontão 16, que foi afundado ao largo da Praia do Almoxarife, em 2003.

Embora careçam de estudos que se debrucem sobre a viabilidade e os benefícios da instalação de recifes artificiais a nível regional, existe interesse em se criarem outros locais de visitação na RAA através do afundamento controlado de navios, para fins de recife artificial recreativo. Até ao momento, existe a intensão de afundar o navio "Schultz Xavier", pertencente à Marinha Portuguesa, para criação de um recife artificial, ao largo da ilha de Santa Maria, tendo em vista a promoção e a observação da vida marinha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEMET, IM (2012). Atlas Climático dos Arquipélagos das Canárias, da Madeira e dos Açores: Temperatura do Ar e Precipitação (1971-2000). Agência Estatal de Meteorologia (AEMET) & Instituto de Meteorologia de Portugal (IM). 78 pp.

Afonso, P., Milla i Figueras, D., Santos, M., Schmiing, M. (2015). Relatório 1.1_Componente marinha dos Parques Naturais de Ilha: uma radiografia da rede de Áreas Marinhas Protegidas costeiras dos Açores – GAMPA. Relatório preparado por Instituto do Mar (IMAR) - Universidade dos Açores enquadrado no 'Programa de implementação da Diretiva-Quadro "Estratégia Marinha" - Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA), no âmbito do contrato n.º 2/DRAM/2015 de aquisição de serviços enquadrado no Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores (PEAMA; ACORES-06-2215-FEDER-000005).

Afonso, P., Porteiro, F. M., Fontes, J., Tempera, F., Morato, T., Cardigos, F., Santos, R. S. (2013). New and rare coastal fishes in the Azores islands: occasional events or tropicalization process? Journal of fish biology 83 (2), 272-294

Agostinho, J. (1942). O clima dos Açores no quadro dos climas mundiais: parte V. Açoriana, 3: 49-73.

Aguiar, P., Costa, A.C. (2010). Shallow hydrothermal vents and marine protected areas within the Azores Archipelago. In: H. Calado & A. Gil (Eds.), Geographic Technologies applied to Marine Spatial Planning and Integrated Coastal Zone Management. Pp. 10-14. CIGPT - Centro de Informação Geográfica e Planeamento Territorial.

Aguilar, P. (2005). Microbial ecology of Azorean hot springs as revealed by culture and molecular techniques. Ph.D. Thesis. Portland State University, Portland, OR, USA. 270 pp.

AHA-DRA (2015). Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores—RH9. Versão para Consulta Pública. Ponta Delgada, Açores.

Alestra, T., Schiel, D. (2014). Effects of opportunistic algae on the early life history of a habitat-forming fucoid: influence of temperature, nutrient enrichment e grazing pressure. Mar. Ecol. Prog. Ser. 508, 105–115. https://doi.org/10.3354/meps10838

Allison, D.B., Stramski, D., Mitchell, B.G. (2010). Seasonal e interannual variability of particulate organic carbon within the Southern Ocean from satellite ocean color observations. J. Geophys. Res. 115, C06002. https://doi.org/10.1029/2009JC005347

Álvaro, N. V., Neto, A.I., Couto, R.P., Azevedo, J.M.N., Rodrigues, A.S. (2016). Crabs tell the difference - Relating trace metal content with land use and landscape attributes. Chemosphere 144, 1377–1383. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.10.022

Alves, M. (1993). Condições oceanográficas no mar dos Açores. Sua influência nas pescas demersais e pelágicas. Relatório 1992 da "12ª Semana das Pescas dos Açores", pp. 153-171. Ed. Secretaria Regional de Agricultura e Pescas, Direção Regional das Pescas dos Açores, Horta, Açores.

Alves, M., Gaillard, F., Sparrow, M., Knoll, M., Giraud, S. (2002). Circulation patterns and transport of the Azores Front-Current system. Deep Sea Research part II, 49: 3983-4002.

Alves, M.L.G.R., de Verdière, A.C. (1999). Instability Dynamics of a subtropical jet and applications to the Azores front current system: Eddy- Driven Mean Flow. Journal of Physical Oceanography, 29: 837–864.

Amorim, P., Figueiredo, M., Machete, M., Morato, T., Martins, A., Serrão Santos, R. (2009). Spatial variability of seabird distribution associated with environmental factors: a case study of marine Important Bird Areas in the Azores. ICES Journal of Marine Science, 66: 29-40.

Amorim, P., Perán, A. D., Pham, C. K., Juliano, M., Cardigos F., Tempera, F., Morato, T. (2017). Overview of the Ocean Climatology and Its Variability in the Azores Region of the North Atlantic Including Environmental Characteristics at the Seabed. Front. Mar. Sci. 4:56. doi: 10.3389/fmars.2017.00056

Amorim, P., Sousa, P., Menezes, G.M. (2021). Sustainability status of the grouper fishery in the Azores archipelago: A length-based approach. Mar. Policy, 130:104562. doi:10.1016/j.marpol.2021.104562.

Amorim, P., Tempera, F., Medeiros, R. (2012). Report on the collation of sedimentary information for the Azores region (Portugal). Relatório para o projeto MESH-Atlantic WP2. 7 pp.

André, M., Solé, M., Lenoir, M., Durfort, M., Quero, C., Mas, A., Lombarte, A., van der Schaar, M., López-Bejar, M., Morell, M., Zaugg, S. and Houégnigan, L. (2011). Low-frequency sounds induce acoustic trauma in cephalopods. Frontiers in Ecology and the Environment, 9: 489-493. https://doi.org/10.1890/100124

Angel, M. V. (1989). Vertical profiles of pelagic communities in the vicinity of the Azores Front and their implications to deep ocean biology. Progress in Oceanography, 22: 1-46.

Anon (1972). Bathyscaphe "Archimède". Campagne 1966 à Madère. Campagne 1969 aux Açores. Publications du Centre National pour l´Exploitation des Océans (CNEXO).

Arévalo, R., Pinedo, S., Ballesteros, E. (2007). Changes in the composition and structure of Mediterranean rocky-shore communities following a gradient of nutrient enrichment: Descriptive study and test of proposed methods to assess water quality regarding macroalgae. Mar. Pollut. Bull. 55, 104–113. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.023

Arruda, L. M. (1997). Checklist of the marine fishes of the Azores. Arquivo do Museu Bocage, Nova Serie III (2): 13-164.

ART (2010). Guia de Mergulho Açores – Grupo Central. Associação Regional de Turismo (ART), Angra do Heroísmo. 182 pp.

Ávila, S. P. (2005). Processos e Padrões de Dispersão e Colonização nos Rissoidae (Mollusca: Gastropoda) dos Açores. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 329 pp.

Ávila, S.P., Madeira, P., Rebelo, A.C., Melo, C., Hipólito, A., Pombo, J., Botelho, A.Z., Cordeiro, R. (2015). Phorcus sauciatus (Koch, 1845) (Gastropoda: Trochidae) in Santa Maria, Azores archipelago: The onset of a biological invasion. J. Molluscan Stud. 81, 516–521. https://doi.org/10.1093/mollus/eyv012

Azevedo, E. B. (1996). Modelação do Clima Insular à Escala Local. Modelo CIELO aplicado à ilha Terceira. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo, 247 pp.

8391 Azevedo, E. B. (2001). Condicionantes Dinâmicas do Clima do Arquipélago dos Açores. Elementos
8392 para o seu estudo. Açoriana, 9: 309-317.

8393 Azevedo, E. B. (2015). O Clima dos Açores (monografia). Projeto CLIMAAT - Clima e Meteorologia
8394 dos Arquipélagos Atlânticos, 15 pp.

8395 Azevedo, E. B., Pereira, L. S., Itier, B. (1999). Modelling the local climate in island environments:
8396 water balance applications. Agricultural Water Management, 40: 393-403.

8397 Azevedo, E. B., Reis, F. V., Fernandes, F. (2016). Relatório inicial de análise e interpretação de dados
8398 históricos (R0) da rede de monitorização da agitação marítima. Monitorização
8399 oceanográfica – Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores (PEAMA). Angra
8400 do Heroísmo, 45 pp.

8401 Azevedo, J. M. (1999). Centrolabrus caeruleus sp. nov., a long unrecognised species of marine fish
8402 (Teleostei: Labridae) from the Azores. Bocagiana, 196: 11 pp.

8403 Azevedo, J. M. M. (1998). Geologia e Hidrogeologia da ilha das Flores (Açores - Portugal). Dissertação
8404 para a obtenção do grau de Doutor em Geologia, Departamento de Ciências da Terra,
8405 Universidade de Coimbra, 2 Vol., Coimbra, 403 pp.

8406 Bădîrcea, R. M., Manta, A. G., Florea, N. M., Puiu, S., Manta, L. F., Doran, M. D. (2021). Connecting
8407 Blue Economy and Economic Growth to Climate Change: Evidence from European Union
8408 Countries. Energies, 14(15), 4600. https://doi.org/10.3390/en14154600

8409 Bamber, R. N., Robbins, R., (2009). The soft-sediment infauna off Sao Miguel, Azores, and a
8410 comparison with other Azorean invertebrate habitats. Açoreana 201–210.

8411 Baptista, M. A., Miranda, J. M. (2009). Revision of the Portuguese catalog of tsunamis. Nat. Hazards
8412 Earth Syst. Sci., 9: 25–42.

8413 Barcelos, E. J., Schulz, K. G., Voss, M., Narciso, Á., Müller, M. N., Reis, F. V., Cachão, M., Azevedo, E.
8414 B. (2017). Nutrient-specific responses of a phytoplankton community: A case study of the
8415 North Atlantic Gyre, Azores. J. Plankton Res. https://doi.org/10.1093/plankt/fbx025

8416 Barcelos, J., Schulz, K. G., Brownlee, C., Sett, S., Azevedo, E. B. (2014). Effects of Increasing Seawater
8417 Carbon Dioxide Concentrations on Chain Formation of the Diatom Asterionellopsis glacialis.
8418 PLoS ONE 9(3): e90749. doi:10.1371/journal.pone.0090749

8419 Barreiros, J. P. (2013). Biodiversidade marinha dos Açores. Pingo de lava.

8420 Barreiros, J. P., Gadig, O. B. (2011). Catálogo Ilustrado dos Tubarões e Raias dos Açores. IAC –
8421 Instituto Açoriano de Cultura. Angra do Heroísmo, 196 pp.

8422 Barreto, M. C., Seca, A., Costa, A., Neto, A., Simões, N. (2014). Potencial biotecnológico do mar dos
8423 Açores. Biotecnologia, 5:14–5.

8424 Barroco, A., Figueiredo, A., Costa, A., Honrado, J., Cruz, N., Alves, P. (2012). Guia Técnico Para o
8425 Litoral Da Região Autónoma Dos Açores. Matosinhos, Portugal.

8426 Barros, J. S. (2019). O Anel CAM e o futuro da conectividade internacional (Continente, Açores e
8427 Madeira). In: Workshop "'Mecanismo Interligar a Europa 2'" - CEF2. Autoridade Nacional de
8428 Comunicações (ANACOM). Lisboa, Portugal.

8429 Bashmachnikov, I. L., Lafon, V. M., Martins, A. M. (2004b). SST Stationary Anomalies in the Azores
8430 Region. In Remote Sensing of the Ocean and Sea Ice, edited by Charles R. Bostater, Jr. &
8431 Rosalia Santoleri, International Society for Optics and Photonics, 148-155 pp.

8432 Bashmachnikov, I., Lafon, V., Martins, A. (2004a). Sea surface temperature distribution in the Azores
8433 region. Part II: space-time variability and underlying mechanisms. Arquipélago, Life and
8434 Marine Sciences, 21A: 19-32.

8435 Bashmachnikov, I., Loureiro, C. M., Martins, A. (2013). Topographically Induced Circulation Patterns
8436 and Mixing over Condor Seamount. Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in
8437 Oceanography, 98 (A): 38-51.

8438 Bashmachnikov, I., Mohn, C., Pelegri, J. L., Martins. A., Jose, F., Machín F., White, M. (2009).
8439 Interaction of Mediterranean water eddies with Sedlo and Seine Seamounts, Subtropical
8440 Northeast Atlantic. Deep-Sea Research Part II, 56(25): 2,593–2,605.

8441 Bashmachnikov, I., Neves, F., Nascimento, Â., Medeiros, J., Ambar, I., Dias, J., Carton, X. (2015).
8442 Temperature–Salinity Distribution in the Northeastern Atlantic from Ship and Argo Vertical
8443 Casts." Ocean Science 11, no. 2 (March 2015): 215–36. https://doi.org/10.5194/os-11-215-
8444 2015.

8445 Bengtsson, L., Hodges, K.I., Esch, M., Keenlyside, N., Kornblueh, L., Luo, J.-J., Yamagata, T. (2007).
8446 How may tropical cyclones change in a warmer climate? Tellus A, 59: 539-561.

8447 Bento, R., Sá, N. (2007). Guia de Mergulho Açores. Ver Açor, Lda. Ponta Delgada. 188pp.

8448 Bentz, J., Rodrigues, A., Dearden, P., Calado, H., Lopes, F. (2015). Crowding in marine environments:
8449 Divers and whale watchers in the Azores. Ocean Coast Manag., 109:77–85.
8450 doi:10.1016/j.ocecoaman.2015.03.001.

8451 Bettencourt, J., Neto, J.C., Neto, J.L., Cardigos, F., Oliveira, N., Monteiro, P.A., Parreira, P. Carvalho,
8452 A., Neto J.L. (Coord.), Pinheiro, C. (Rev.). Turismo dos Açores & Direção Regional da Cultura
8453 (Eds.) (2017). Guia do Património Cultural Subaquático dos Açores. Angra do Heroísmo. 137
8454 pp.

8455 Bettencourt, M.L. (1979). O clima dos Açores como recurso natural na aplicação especialmente em
8456 agricultura e indústria do turismo. Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica, Lisboa,
8457 103 pp.

8458 Beyer, C., Schultz-Zehden, A., Vollmann, T., Cahill, B., Roß, A., Coornaert, C. (2017). Towards an
8459 implementation strategy for the sustainable blue growth agenda for the baltic sea region.
8460 Maritime Affairs, 1–95.

8461 Bird Life International (2008). Species factsheets: Calonectris diomedea, Puffinus puffinus, Bulweria
8462 bulwerii, Oceanodroma castro, Sterna hirundo and Sterna dougallii. BirdLife International,
8463 Cambridge (www.birdlife.org/action/science/sites/speciesfactsheet.html).

8464 Biscoito, M., Almeida A. J., Segonzac M. (2006). Preliminary biological characterization of the
8465 Saldanha hydrothermal field at the Mid-Atlantic Ridge (36º34'N, 32º26'W, 2200 m). Cah.
8466 Biol. Mar. 47: 421-427.

8467 Bjorndal, K.A., Bolten A.B. (2008). Annual variation in source contributions to a mixed stock:
8468 implications for quantifying connectivity. Molecular Ecology, 17:2185–2193.

8469 Bjorndal, K.A., Bolten A.B., Martins H.R. (2003). Estimates of survival probabilities for oceanic-stage
8470 loggerhead sea turtles (Caretta caretta) in the North Atlantic. Fishery Bulletin, 101:732-736.

8471 Bo, M., Bavestrello, G., Canese, S., Ginsti, M., Salvati, E., Angiolillo, M., Greco S. (2009).
8472 Characteristics of a black coral meadow in the twilight zone of the central Mediterranean
8473 Sea. Marine Ecology Progress Series, 397:53–61.

8474 Bolten, A.B. (2003). Active Swimmers - Passive Drifters: The Oceanic Juvenile Stage of Loggerheads
8475 in the Atlantic System. In: Bolten, A.B. and B.E. Witherington (Eds). Loggerhead Sea Turtles.
8476 Pp 63-78. Smithsonian Books, Washington D.C.

8477 Bolten, A.B., Bjorndal, K.A., Martins, H.R., Dellinger, T., Biscoito, M.J., Encalada,, S.E., Bowen B.W.
8478 (1998). Transatlantic developmental migrations of loggerhead sea turtles demonstrated by
8479 mtDNA sequence analysis. Ecological Applications, 8:1-7.

8480 Bolton, M. (2007). Playback experiments indicate absence of vocal recognition among temporally
8481 and geographically separated populations of Madeiran Storm-petrels Oceanodroma castro.
8482 Ibis, 149: 255-263.

8483 Bolton, M. (2019). Cory's Shearwater Calonectris Borealis [WWW Document]. BirdLife Int. URL
8484 http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/corys-shearwater-calonectris-borealis/text

8485 Bolton, M., Smith, A.L., Gomez-Diaz, E., Friesen, V.L., Medeiros, R., Bried, J., Roscales, J.L., Furness,
8486 R.W. (2008). Monteiro's storm-petrel Oceanodroma monteiroi: a new species from the
8487 Azores. Ibis: 150, 717–727.

8488 Booth, H., Arlidge, W.N.S., Squires, D., Milner-Gulland, E.J. (2021). Bycatch levies could reconcile
8489 trade-offs between blue growth and biodiversity conservation. Nature Ecology & Evolution,
8490 5(6), 715–725. https://doi.org/10.1038/s41559-021-01444-w

8491 Borges, P., Andrade, C., Freitas, M. C. (2002). Dune, Bluff and Beach Erosion Due to Exhaustive Sand
8492 Mining – the Case of Santa Barbara Beach, São Miguel (Azores, Portugal). Journal of Coastal
8493 Research, 36: 89–95.

8494 Borges, P.A.V., Azevedo, E.B., Borba, A., Dinis, F.O., Gabriel, R., Silva, E. (2009). Ilhas Oceânicas. Pp.
8495 461-508, In: Pereira *et al.* (Eds.), Portugal Millenium Ecosystem Assessment. Escolar Editora,
8496 Lisboa.

8497 Borges, P.A.V., Bried, Joël, Costa, A., Cunha, R., Gabriel, R., Gonçalves, V., Martins, A.F., Melo, I.,
8498 Parente, M., Raposeiro, P., Rodrigues, P., Santos, R.S., Silva, L., Vieira, P., Vieira, V.,
8499 Mendonça, E., Boieiro, M. (2010). Description of the Terrestrial and marine biodiversity of
8500 the Azores. In Borges *et al.*, A list of the terrestrial and marine biota from the Azores. Cascais
8501 (Lisboa), Principia, pp. 9-33.

8502 Borja, A., Garmendia, J.M., Menchaca, I., Uriarte, A., Sagarmínaga, Y. (2019). Yes, we can! Large-
8503 scale integrative assessment of European regional seas, using open access databases. Front.
8504 Mar. Sci. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00019

8505 Borja, A., White, M. P., Berdalet, E., Bock, N., Eatock, C., Kristensen, P., Leonard, A., Lloret, J., Pahl,
8506 S., Parga, M., Prieto, J. V., Wuijts, S., Fleming, L. E. (2020). Moving Toward an Agenda on
8507 Ocean Health and Human Health in Europe. Frontiers in Marine Science, 7, 37.
8508 https://doi.org/10.3389/FMARS.2020.00037/BIBTEX

8509 Botelho, A.Z., Costa, A.C., Calado, H., (2017). Site selection modelling for aquaculture in Azores –
8510 Locaqua, in: Aquaculture Europe 2017. European Aquaculture Society, Dubrovnik, Croatia.

8511 Boury-Esnault, N., Lopez, M.T. (1985). Les demosponges littorales de l'archipel des Açores. Annales
8512 de l'Institut Oceanographique, Nouvelle Série, 61 (2): 149-225.

8513 Bower, A.S., Le Cann, L., Rossby, T., Zenk, W., Gould, J., Speer, K., Richardson, P.L., Prater, M.D.,
8514 Zhang H-M. (2002). Directly measured mid-depth circulation in the north Atlantic Ocean,
8515 Nature, 419: 603–607.

Braga-Henriques, A., Carreiro-Silva, M., Porteiro, F. M., de Matos, V., Sampaio, Í., Ocaña, O., Ávila, S. (2011). The association between a deep-sea gastropod Pedicularia sicula (Caenogastropoda: Pediculariidae) and its coral host Errina dabneyi (Hydrozoa: Stylasteridae) in the Azores. ICES Journal of Marine Science, 68:399–407.

Braga-Henriques, A., Carreiro-Silva, M., Tempera, F., Porteiro, F.M., Jakobsen, K., Jakobsen, J., Albuquerque, M., Santos, R.S. (2012). Carrying behavior in the deep-sea crab Paromola cuvieri (Northeast Atlantic). Marine Biodiversity, 42 (1): 37-46.

Braga-Henriques, A., Porteiro, F.M., Ribeiro, P.A., de Matos, V., Sampaio, I., Ocaña, O., Santos, R.S. (2013). Diversity, distribution and spatial structure of the cold-water coral fauna of the Azores (NE Atlantic). Biogeosciences 10 (6): 4009–36. https://doi.org/10.5194/bg-10-4009-2013.

Braga-Henriques A. (2014). Cold-water coral communities in the Azores: diversity, habitat and conservation. Ph.D. thesis- Portugal: University of the Azores. http://hdl.handle.net/10400.3/3615

Braga-Henriques, A., Pereira, J.N., Tempera, F., Porteiro, F.M., Pham, C., Morato, T., Santos, R. S. (2011). Cold-water coral communities on Condor Seamount: initial interpretations, in CONDOR Observatory for long-term study and monitoring of Azorean seamount ecosystems. Final Project Report, Arquivos do DOP, Série Estudos 1/2012, Horta, Portugal, 105–114.

Brando, V.E., Braga, F., Zaggia, L., Giardino, C., Bresciani, M., Matta, E., Bellafiore, D., Ferrarin, C., Maicu, F., Benetazzo, A., Bonaldo, D., Falcieri, F.M., Coluccelli, A., Russo, A., Carniel, S. (2015). High-Resolution Satellite Turbidity and Sea Surface Temperature Observations of River Plume Interactions during a Significant Flood Event. Ocean Science, 11: 909–920.

Bried, J. (2008). Sterna fuscata Gaivina-de-dorso-preto. In Equipa Atlas (eds.), Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (1999-2005). Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do ambiente e do Mar. Assírio & Alvim. Lisboa, Pp 242-243.

Bried, J., Bourgeois, K. (2005). Which future for Bulwer's Petrel in the Azores? Airo 15, Special Issue: 51-55. Acta do primeiro Congresso Internacional "Aves do Atlântico", SPEA, São Vicente (Madeira, Portugal: 29/10 – 01/11/2004).

Briggs, J. (1966). Oceanic islands, endemism, and marine paleotemperatures. Systematic Zoology, 2: 153-163.

Briggs, J. (1974). Marine Zoogeography. McGraw-Hill. 475pp.

Brito e Melo, A., Sarmento, A., Falcão, A. (2018). Um olhar sobre a Central Piloto Europeia de Energia das Ondas na ilha do Pico. Abril de 2018. Lisboa: WavEC Offshore Renewables, 37 pp.

Burgos, M., Sendra, M., Ortega, T., Ponce, R., Gómez-Parra, A., Forja, J. (2015). Ocean-Atmosphere CO2 Fluxes in the North Atlantic Subtropical Gyre: Association with Biochemical and Physical Factors during Spring. Journal of Marine Science and Engineering 3, no. 3 (August 2015): 891–905. https://doi.org/10.3390/jmse3030891

Bury, S. J. (1989) The Geochemistry of North Atlantic Ferromanganese Encrustations. University of Cambridge, Cambridge.

8557 Cabral, N. (2009). Análise do perigo de tsunamis nos Açores. Dissertação de Mestrado em
8558 Vulcanologia e Riscos Geológicos, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 156 pp.

8559 Caetano, M., Vale, C., Anes, B., Raimundo, J., Drago, T., Schimdt, S., Nogueira, S., Oliveira, M., Prego,
8560 A., Prego, R. (2013). The Condor seamount at Mid-Atlantic Ridge as a supplementary source
8561 of trace and rare earth elements to the sediments. Deep Sea Research Part II: Topical Studies
8562 in Oceanography, 98, 24-37.

8563 Caldeira, R.M.A., Reis, J.C. (2017). The Azores Confluence Zone. Frontiers in Marine Science, 4:37.

8564 Campos, A., Lopes, P., Fonseca, P., Figueiredo, I., Henriques, V., Gouveia, N., *et al.* (2019).
8565 Portuguese fisheries in seamounts of Madeira-Tore (NE Atlantic). Mar Policy, 99:50–7.
8566 doi:10.1016/j.marpol.2018.10.005.

8567 Cândido, M., de Carvalho, T., da Silva, P., Dias, G., Vicente, D., Moura, A. (2019). PARTE II. Recolha e
8568 tratamento de novos dados sobre o fundo marinho em áreas pouco conhecidas da Região
8569 dos Açores para apoio ao processo de Ordenamento do Espaço Marítimo. MarSP
8570 Deliverable: D.3.5. Spatial distribution maps of species, habitats and impacts – Azores, under
8571 the WP3 of MarSP: Macaronesian Maritime Spatial Planning project (GA nº
8572 EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106).

8573 Cardigos F., Colaço A., Dando P.R., Ávila S.P., Sarradin P. -M., Tempera F., Conceição P., Pascoal A.,
8574 Santos R. S. (2005). Shallow water hydrothermal vent field and communities of the D. João
8575 de Castro Seamount (Azores). Chemical Geology, 224: 153-168.

8576 Cardigos, F., Ferraz, R.R., Chioccinho, S.V., Santos, V., Guerreiro, V., Tempera, F., Frade, P., Santos,
8577 R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária
8578 Banco D. João de Castro (PTMIG0021) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos Internos
8579 do DOP: Série Estudos n.º 21/2004: iv + 64 pp.

8580 Cardigos, F., Porteiro, F. (1998). Cefalópodes dos Açores. Relatório da 14ª e 15ª Semana das Pescas
8581 dos Açores. Pp. 159-164. Secretaria Regional da Agricultura, Pescas e Ambiente, Direcção
8582 Regional das Pescas, Horta.

8583 Cardigos, F., Tempera, F., Ávila, S., Gonçalves, J., Colaço, A., Santos, R.S. (2006). Non-indigenous
8584 marine species of the Azores. Helgol. Mar. Res. 60, 160–169.
8585 https://doi.org/10.1007/s10152-006-0034-7

8586 Carmo, V., Santos, M., Menezes, G.M., Loureiro, C., Lambardi, P., Martins A. (2013). Variability of
8587 zooplankton communities at Condor seamount Azores (NE Atlantic) and surrounding areas.
8588 Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography.

8589 Carreira, G.P., Porteiro, F.M. (2015). O mar dos Açores e a sua valorização estratégica: descrição do
8590 espaço marítimo e socioeconómico. Nação e Def. 2015:79–95.
8591 https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/23927. Accessed 4 Jun 2021.

8592 Carreiro-Silva, M., Andrews, A. H., Braga-Henriques, A., de Matos V., Porteiro, F. M., Santos, R. S.
8593 (2013). Variability in growth rates of long-lived black coral Leiopathes sp. from the Azores
8594 (Northeast Atlantic), Mar. Ecol.-Prog. Ser., 473, 189–199.

8595 Carreiro-Silva, M., Andrews, A., Braga-Henriques, A., de Matos, V., Porteiro, F., Santos, R. (2013).
8596 Variability in growth rates of long-lived black coral Leiopathes sp. from the Azores. Mar Ecol
8597 Prog Ser. 2013:473:189–99. doi:10.3354/meps10052.

Carreiro-Silva, M., Braga-Henriques, A., Sampaio, I., Matos, V., Porteiro, F., Ocaña, O. (2011) Isozoanthus primnoidus, a new zoanthid species (Anthozoa: Hexacorallia) associated with the gorgonian Callogorgia verticillata (Anthozoa: Octocorallia) in the Azores, ICES J. Mar. Sci., 68, 408–415.

Carreiro-Silva, M., Cerqueira, T., Godinho, A., Caetano, M., Santos, R.S., Bettencourt, R. (2014). Molecular mechanisms underlying the physiological response of the cold-water coral Desmophyllum dianthus to ocean acidification. Coral Reefs, 33, 465-476 10.1007/s00338-014-1129-2.

Carriço, R., Silva, M. A., Menezes, G. M., Fonseca, P. J. (2019), Characterization of the Acoustic Community of Vocal Fishes in the Azores. PeerJ, no. November. https://doi.org/10.7717/peerj.7772.

Carvalho, N., Edwards-Jones, G., Isidro, E. (2011). Defining scale in fisheries: Small versus large-scale fishing operations in the Azores. Fish Res., 109:360–9. doi:10.1016/j.fishres.2011.03.006.

Casalbore, D., Romagnoli, C., Pimentel, A., Quartau, R., Casas, D., Ercilla, G., Hipólito, A., Sposato, A., Chiocci, F.L. (2015). Volcanic, tectonic and mass-wasting processes offshore Terceira Island (Azores) revealed by high-resolution seafloor mapping, Bulletin of Volcanogy, 77(3), 24: 1-19.

Cascão, I, Domokos R., Lammers, M. O., Santos, R.S., Silva, M.A. (2019). Seamount effects on the diel vertical migration and spatial structure of micronekton. Progress in Oceanography 175: 1-13.

Castro M. L. F., Viegas C. M. (1983). Estudo dos povoamentos de algas fotófilas da ilha de S. Miguel (Açores). 1. Resultados preliminares sobre as fácies de Corallina elongata Ellis and Sollander. Arquipélago, Life and Earth Sciences, 4: 7-30.

CBD Secretariat (2009). Azores scientific criteria and guidance for identifying ecologically or biologically significant marine areas and designing representative networks of marine protected areas in open ocean waters and deep sea habitats. 12pp. Montréal, Canada

Chambault, P., Vandeperre, F., Machete, M., Lagoa, J.C., Pham, C.K., (2018). Distribution and composition of floating macro litter off the Azores archipelago and Madeira (NE Atlantic) using opportunistic surveys. Mar. Environ. Res. 141, 225–232. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2018.09.015

Charlou, J.L., Donval, J.P., Douville, E., Jean-Baptiste, P., Radford-Knoery, J., Fouquet, Y., Dapoigny, A., Stievenard, M. (2000). Compared geochemical signatures and the evolution of Menez Gwen (37º50'N) and Lucky Strike (37º17'N) hydrothermal fluids, south of the Azores triple junction on the Mid-Atlantic Ridge. Chemical Geology, 171: 49-75.

Chelton, D.B., Schlax, M.G., Samelson, R.M. (2011). Global Observations of Nonlinear Mesoscale Eddies. Progress in Oceanography, 91(2): 167-216.

Chevaldonne, H., Jollivet, D., Vangriesheim, A., Desbruyères, D. (1997). Hydrothermal-vent alvinellid polychaete dispersal in the eastern Pacific. Influence of vent site distribution, bottom currents, and biological patterns. Limnology and Oceanography, 42: 67-80.

Chiocci, F.L., Romagnoli, C., Casalbore, D., Sposato, A., Martorelli, E., Alonso, B., Casas, D., Conte, A.M., Di Bella, L., Ercilla, G., Estrada, F., Falese, F., Farran, M., Forleo, V., Frezza, V., Hipolito, A., Lebani, A., Maisto, F., Pacheco, J., Pimentel, A., Quartau, R., Roque, C., Sampaio, I.,

Santoro, P.C., Tempera, F. (2013). Bathy-morphological setting of Terceira Island (Azores) after the FAIVI cruise, Journal of Maps, 9(4): 590-595.

Cipollini, P., Cromwell, D., Jones, M.S., Quartly, G.D., Challenor, P.G. (1997) Concurrent Altimeter and Infrared Observations of Rossby Wave Propagation near 34° N in the Northeast Atlantic. Geophysical Research Letters. https://doi.org/10.1029/97GL00758.

Clark, M.R., Dunn, M.R. (2012). Spatial management of deep-sea seamount fisheries: Balancing sustainable exploitation and habitat conservation. Environ Conserv., 39:204–14. doi:10.1017/S0376892912000021.

Clarke, M.R. (2006). Oceanic cephalopod distribution and species diversity in the eastern north Atlantic. Arquipélago, Life and Marine Sciences, 23A: 27-46

Clarke, M.R., Martins, H., Pascoe, P.L. (1993). The diet of sperm whales (Physeter macrocephalus Linnaeus 1758) off the Azores. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B, 339: 67-82.

Cloern, J. (2001). Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. Mar. Ecol. Prog. Ser. 210, 223–253. https://doi.org/10.3354/meps210223

Colaço, A. (2001). Trophic Ecology of Deep- Sea hydrothermal vent fields from the Mid- Atlantic. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa.

Colaço, A., Blandin, J., Cannat, M., Carval, T., Chavagnac, V., Connelly, D., Fabian, M., Ghiron, S., Goslin, J., Miranda, J.M., Reverdin, G., Sarrazin, J., Waldmann, C., Sarradin, P.M. (2011). MoMAR-D: a technological challenge to monitor the dynamics of the Lucky Strike vent ecosystem. ICES Journal of Marine Science, 68(2): 416–424.

Colaço, A., Bustamante, P., Fouquet, Y., Sarradin, P.M., Serrão-Santos, R. (2006). Bioaccumulation of Hg, Cu, and Zn in the Azores triple junction hydrothermal vent fields food web. Chemosphere, 65: 2260–7.

Colaço, A., Giacomello, E., Porteiro, F., Menezes, G.M. (2013). Trophodynamic studies on the Condor seamount (Azores, Portugal, North Atlantic). Deep-Sea Research II. 98: 178-189.

Colaço, A., Silva, M.C., Giacomello, E. (2017). Ecossistemas do Mar Profundo. Documentação de apoio ao módulo de formação SOPHIA – Ecossistemas do Mar Profundo.

Comas-Rodríguez, I., Hernández-Guerra, A., Fraile-Nuez, E., Martínez-Marrero, A., Benítez-Barrios, V.M., Pérez-Hernández, M.D., Vélez-Belchí, P. (2011). The Azores Current System from a meridional section at 24.5°W. Journal of Geophysical Research, 116: C09021

Costa, A. (1994). Brachyura intertidais. Estudo das populações de três praias de calhau rolado da ilha de São Miguel, Açores. Trabalho de Síntese das provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade dos Açores. Ponta Delgada, 92 pp.

Costa, A.C., Hipólito, C., Pereira, C., Gonçalves, V., Gabriel, D., Micael, J., Aguiar, P. (2012). Caracterização das massas de água costeira das ilhas Graciosa, São Jorge, Pico, Faial, Flores e Corvo e caracterização das águas de transição da Região Hidrográfica dos Açores. Relatório Final (RPA6). Ponta Delgada, Açores.

Costa, A.C., Parente, M., Botelho, A.Z., Monteiro, J., Micael, J., Gabriel, D., Ávila, S.P., Jardim, N., Gillon, A., Figueras, D., Torres, R., Cordeiro, R., Madeira, P., Melo, C., Batista, L., Raposo, V., (2016a). Relatório PIMA 2.1 - Origem, vetores de introdução e condições ambientais que facilitam a introdução de espécies não indígenas nos Açores. Programa de implementação

da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha –programa invasoras marinhas dos Açores (PIMA). Relatório preparado por CIBIO, Universidade dos Açores e Fundação Gaspar Frutuoso, no âmbito do contrato n.º 12/DRAM/2015 da aquisição de serviços enquadrado no Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores (PEAMA; ACORES-06-2215-FEDER-000005).

Costa, A.C., Parente, M.I., Botelho, A.Z., Micael, J., Fuste, R., M., Torres R., Figueras, D., Gabriel, D., Ávila, S, Cordeiro, R., Monteiro, J., Fontes, J., Graça, G., Schmiing, M., Jardim, N., Gillon, A. (2017). Relatório Final do Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha – programa invasoras marinhas dos Açores (PIMA). Relatório preparado por CIBIO, Universidade dos Açores e Fundação Gaspar Frutuoso, no âmbito do contrato n.º 12/DRAM/2015 da aquisição de serviços enquadrado no Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores (PEAMA; ACORES-06-2215-FEDER-000005).

Costa, A.C., Parente, M.I., Micael, J., Gabriel, D., Botelho, A.Z., Monteiro, J., Ávila, S.P., Fontes, J., (2016b). Relatório PIMA 1.2 - Relatório Preliminar sobre o Estado Actual do Conhecimento. Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha – programa invasoras marinhas dos Açores (PIMA). Relatório preparado por CIBIO, Universidade dos Açores e Fundação Gaspar Frutuoso, no âmbito do contrato n.º 12/DRAM/2015 da aquisição de serviços enquadrado no Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos Açores (PEAMA; ACORES-06-2215-FEDER-000005).

Costa, S. G. (2008). Açores: Nove Ilhas, Uma História. Presidência do Governo Regional dos Açores, Direção Regional da Cultura, Centro de Conhecimento dos Açores, Ponta Delgada. 288 pp.

Couto, R. P., Neto, A. I., Rodrigues, A. S. (2010). Metal concentration and structural changes in Corallina elongata (Corallinales, Rhodophyta) from hydrothermal vents. Marine Pollution Bulletin, 60(4): 509–514.

Couto, R. P., Neto, A. I., Rodrigues, A. S. (2012). Modificações na concha de lapas em fontes hidrotermais de superfície. Revista de Gestão Costeira Integrada, 12 (2): 253-256.

Cristini, L., Lampitt, R. S., Cardin, V., Delory, E., Haugan, P., O'Neill, N., Petihakis, G., Ruhl, H. A. (2016). Cost and value of multidisciplinary fixed-point ocean observatories». Marine Policy, 71 (SET): 138–46. https://doi.org/10.1016/J.MARPOL.2016.05.029.

Cromwell, D., Challenor, P., New, A., Pingree, R. (1996). Persistent westward flow in the Azores Current as seen from altimetry and hydrography, Journal of Geophysical Research, 101: 11923-11933.

Cropper, T.E. (2015). Climate Change Across The Macaronesian Geographical Region, 1850 - 2100. PhD thesis, University of Sheffield.

Cruz, J.V., Andrade, C., Pacheco, D., Mendes, S., Cymbron, R., (2017a). Nitrates in Groundwater Discharges from the Azores Archipelago: Occurrence and Fluxes to Coastal Waters. Water 9, 125. https://doi.org/10.3390/w9020125

Cruz, J.V., Melo, C., Medeiros, D., Costa, S., Cymbron, R., Rocha, S., Medeiros, C., Valente, A., Mendes, S., Silva, D., Martins, F., (2017b). Water management and planning in a small island archipelago: the Azores case study (Portugal) in the context of the Water Framework Directive. Water Policy 19, 1097–1118. https://doi.org/10.2166/wp.2017.187

Cruz, J.V., Pacheco, D., Coutinho, R., Cymbron, R., Mendes, S., Antunes, P., Fontiela, J., Freire, P., (2010a). Chemical monitoring of river water bodies in an EU outermost region: examples

8725 from the Azores archipelago (Portugal). J. Environ. Monit. 12, 2216.
8726 https://doi.org/10.1039/c0em00221f

8727 Cruz, J.V., Pacheco, D., Cymbron, R., Mendes, S., (2010b). Monitoring of the groundwater chemical
8728 status in the Azores archipelago (Portugal) in the context of the EU water framework
8729 directive. Environ. Earth Sci. 61, 173–186. https://doi.org/10.1007/s12665-009-0334-8

8730 Cruz, J.V., Silva, M.O., Dias, M.I., Prudêncio, M.I., (2013). Groundwater composition and pollution
8731 due to agricultural practices at Sete Cidades volcano (Azores, Portugal). Appl. Geochemistry
8732 29, 162–173. https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.11.009

8733 Cuvelier, D., Sarrazin, J., Colaço, A., Copley, J., Desbruyères, D., Glover, A. G., Tyler, P., Santos, R. S.
8734 (2009). Distribution and Spatial Variation of Hydrothermal Faunal Assemblages at Lucky
8735 Strike (Mid-Atlantic Ridge) Revealed by High-Resolution Video Image Analysis. Deep-Sea
8736 Research Part I: Oceanographic Research Papers.
8737 https://doi.org/10.1016/j.dsr.2009.06.006.

8738 Cyr, H. (2018). The impacts of longlines on deep-sea sponges in the Azores.

8739 D'Udekem D'Acoz, C., Pinho, M.R., Melo, O., Gonçalves, J.M., Martins, H.R. (2001). New records and
8740 notes on little known shrimps (Crustacea, Decapoda) from Azorean waters. Arquipélago,
8741 Life and Marine Sciences, 18A: 61-64.

8742 Dando, P. R., Hughes, J. A., Leahy, Y., Niven, S. J., Taylor, L. J., Smiths, E. C. (1995b). Gas venting rates
8743 from submarine hydrothermal areas around the island of Milos, Hellenic Volcanic Arc.
8744 Continental Shelf Research, 15 (8): 913-929.

8745 Dando, P. R., Hughes, J. A., Thiermann, F. (1995a). Preliminary observations on biological
8746 communities at shallow hydrothermal vents in the Aegean Sea. In: Parson L. M., Walker C.
8747 L., Dixon D. R. (Eds.), Hydrothermal Vents and Processes, Geological Society Special
8748 Publication. London, pp. 303– 317.

8749 Darmon, G., INDICIT Consortium, Miaud, C. (2018). Monitoring Marine Litter Impacts on sea turtles.
8750 Protocol for the collection of data on ingestion and entanglement in the loggerhead turtle
8751 (Caretta caretta, Linnaeus 1758).

8752 Darmon, G., INDICIT Consortium, Miaud, C. (2019). Implementation of Indicators of Marine Litter
8753 Impacts on Sea Turtles and Biota. INDICIT Final Report.
8754 https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

8755 Das, D., Gonzalez-Irusta, J.M, Morato, T., Fauconnet, L., Catarino, D., Afonso, P., Viegas, C.,
8756 Rodrigues, L., Menezes, G., Rosa, A., Pinho, M.R.R., Marques da Silva, H., Giacomello, E.
8757 (2022). Distribution models of deep-sea elasmobranchs in the Azores, Mid-Atlantic Ridge,
8758 to inform spatial planning. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 182:
8759 103707. https://doi.org/10.1016/j.dsr.2022.103707.

8760 Davidson, T.M., Altieri, A.H., Ruiz, G.M., Torchin, M.E. (2018). Bioerosion in a changing world: a
8761 conceptual framework. Ecol. Lett. https://doi.org/10.1111/ele.12899

8762 Depledge, M. H., White, M. P., Maycock, B., Fleming, L. E. (2019). Time and tide. BMJ, l4671.
8763 https://doi.org/10.1136/bmj.l4671

8764 Depledge, M.H., Rainbow, P.S. (1990). Models of regulation and accumulation of trace-metals in
8765 marine invertebrates Comparative Biochemistry and Physiology C-Pharmacology Toxicology
8766 & Endocrinology 97:1-7

8767 Depledge, M.H., Weeks, J.M., Frias Martins, A., Tristao Da Cunha, R., Costa, A. (1992). The Azores
8768 Exploitation and pollution of the coastal ecosystem. Mar. Pollut. Bull.
8769 https://doi.org/10.1016/0025-326X(92)90341-3

8770 Derraik, J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: A review. Mar.
8771 Pollut. Bull. 44, 842–852. https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5

8772 Desbruyères, D. (1998). Temporal variations in vent communities on the East Pacific Rise and
8773 Galapagos Spreading Centre: a review of present knowledge. Cahiers de Biologie Marine,
8774 39: 241-244.

8775 Desmit, X., Thieu, V., Billen, G., Campuzano, F., Dulière, V., Garnier, J., Lassaletta, L., Ménesguen, A.,
8776 Neves, R., Pinto, L., Silvestre, M., Sobrinho, J.L., Lacroix, G. (2018). Reducing marine
8777 eutrophication may require a paradigmatic change. Sci. Total Environ. 635, 1444–1466.
8778 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.181

8779 Detrick, R.S., Needham, H.D., Renard, V. (1995). Gravity anomalies and crustal thickness variations
8780 along the Mid-Atlantic Ridge between 33º and 40ºN. Journal of Geophysical Research, 100:
8781 3767-3787.

8782 Deutsch, C. (2005). Fingerprints of climate change in North Pacific oxygen. Geophys. Res. Lett. 32,
8783 L16604. https://doi.org/10.1029/2005GL023190

8784 deYoung, B., Heath, M., Werner, F., Chai, F., Megrey, B., Monfray, P. (2004). Challenges of Modeling
8785 Ocean Basin Ecosystems. Science, 304(5676): 1463–1466.

8786 DGRM (2014). Plano Estratégico para a Aquicultura Portuguesa 2014-2020. 2014;85.

8787 Dickey-Collas, M., Pastoors, M.A., van Keeken, O.A. (2007). Precisely wrong or vaguely right:
8788 simulations of noisy discard data and trends in fishing effort being included in the stock
8789 assessment of North Sea plaice. ICES J Mar Sci., 64:1641–9. doi:10.1093/icesjms/fsm155.

8790 Diogo, H., Pereira, J.G. (2013). Recreational boat fishing pressure on fish communities of the shelf
8791 and shelf break of Faial and Pico Islands (Azores Archipelago): implications for coastal
8792 resource management. Acta Icth Piscat., 43(4): 267–276.

8793 Diogo, H., Pereira, J.G. (2014). Assessing the potential biological implications of recreational inshore
8794 fisheries on sub-tidal fish communities of Azores (north-east Atlantic Ocean) using catch and
8795 effort data. J Fish Biol., 84:952–70. doi:10.1111/jfb.12336.

8796 Diogo, H., Pereira, J.G., Higgins, R.M., Canha, A., Reis, D. (2015) History, effort distribution and
8797 landings in an artisanal bottom longline fishery: An empirical study from the North Atlantic
8798 Ocean. Mar Policy., 51:75–85. doi:10.1016/j.marpol.2014.07.022.

8799 Dionísio, M., Costa, A., Rodrigues, A. (2013). Heavy metal concentrations in edible barnacles exposed
8800 to natural contamination. Chemosphere 91, 563–570.
8801 https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.01.006

8802 Dionísio, M., Rodrigues, A., Costa, A. (2007). Reproductive Biology of Reproductive biology of
8803 Megabalanus azoricus (Pilsbry), the Azorean barnacle. Invertebr. Reprod. Dev. 50, 155–162.

8804 DRA (2012). Guia Técnico para o Litoral da Região Autónoma dos Açores. Direção Regional do
8805 Ambiente/ Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Ponta Delgada, 93 pp.

8806 DRA (2017). Relatório do Estado de Ambiente dos Açores 2014-2016. Horta, Açores.

DRD (2019). Demografia Federada 2019. [ONLINE] Disponível em: http://www.azores.gov.pt/PortalAzoresgov/external/portal/drd_demografia_federada/2019/index.html [acedido a 2 de agosto de 2020]

Droghei, R., Buongiorno, B. N., Santoleri, R. (2018). A New Global Sea Surface Salinity and Density Dataset from Multivariate Observations (1993-2016). Frontiers in Marine Science. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00084.

Drouët, H. (1858). Mollusques marins des ilês Açores. Memmoirs de la Societé Académique de l´Aube, 22: 1-53.

D'Udekem d'Acoz, C., Wirtz, P. (2002). Observations on some interesting coastal Crustacea Decapoda from the Azores. Arquipélago, Life and Marine Sciences, 19A: 67-84.

Dyhrman, S.T., Palenik, B. (1999). Phosphate stress in cultures and field populations of the dinoflagellate Prorocentrum minimum detected by a single-cell alkaline phosphate assay. Appl. Environ. Microbiol.

EC (2013). Europe's Seaports 2030: Challenges Ahead. European Commission Memo. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/MEMO_13_448 [acedido a 16 de junho de 2020].

EC (2014). The economic impact of climate change and adaptation measures in the Outermost Regions. Supplementary Report: Outermost Regions summary information for inclusion in CLIMATE-ADAPT. European Commission (EC), Brussels.

EC (2020a). The Macaronesian Region. [ONLINE] Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/biogeog_regions/macaronesian/index_en.htm [acedido a 27 de julho de 2020].

EC (2020b). Methodological Assistance for the Outermost Regions to Support their Efforts to Develop Blue Economy Strategies. European Commission. Publications Office of the European Union. Luxembourg.

EC (2021a). The EU Blue Economy Report 2021. European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg; 2021. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0b0c5bfd-c737-11eb-a925-01aa75ed71a1.

EC (2021b). Vulnerability and impact assessment of the EU's outermost regions A thematic report to support an ex-ante impact assessment of the EU adaptation strategy.

EC (2022). The EU Blue Economy Report 2022. European Commission (EC). Publications Office of the European Union, Luxembourg.

EEA (2016). European Assessment of eutrophication abatement measures across land-based sources, inland, coastal and marine waters. Magdeburg, Germany.

EEA (2021). EEA Signals 2021. Europe's nature. European Environment Agency (EEA), Copenhagen, Denmark.

Elken, J. (2014). Currents. In Encyclopedia of Marine Geosciences, edited by J. Harff, M. Meschede, S. Petersen & J. Thiede, 1–6. Dordrecht: Springer Netherlands.

Emerson, S., Watanabe, Y.W., Ono, T., Mecking, S. (2004). Temporal Trends in Apparent Oxygen Utilization in the Upper Pycnocline of the North Pacific: 1980–2000. J. Oceanogr. 60, 139–147. https://doi.org/10.1023/B:JOCE.0000038323.62130.a0

Encalada, S.E., Bjorndal, K.A., Bolten, A.B., Zurita, J.C., Schroeder, B., Possardt, E., Sears, C.J., Bowen, B.W. (1998). Population structure of loggerhead turtle (Caretta caretta) nesting colonies in the Atlantic and Mediterranean as inferred from mitochondrial DNA control region sequences. Marine Biology, 130: 567-575.

EP (2020). The Blue Economy. Overview and EU Policy Framework. European Parliamentary Research Service, European Parliament (EP). Brussels.

Equipa Atlas (2008). Atlas das Aves Nidificantes em Portugal (1999-2005). Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade, Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves, Parque Natural da Madeira e Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. Assírio & Alvim, Lisboa.

Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., Embling, C. B. (2019). The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. Frontiers in Marine Science 6, no. October. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00606.

Esselborn, S., Miller, L., Cheney, B. (1999). Interannual Changes in North Atlantic Sea Level and Surface Circulation as Measured by Satellite Altimetry. Poster at Topex/Poseidon Science Working Team Meeting, October 1999.

Fasham, M.J.R., Platt, T., Irwin, B., Jones, K. (1985). Factors affecting the spatial pattern of the deep chlorophyll maximum in the region of the Azores front. Prog. Oceanogr. https://doi.org/10.1016/0079-6611(85)90009-6

Fauconnet, L., Pham, C.K., Canha, A., Afonso, P., Diogo, H., Machete, M., Silva, H.M., Vandeperre, F., Morato, T. (2019). An overview of fisheries discards in the Azores, Fisheries Research, 209: 230-241. doi:10.1016/j.fishres.2018.10.001.

Feely, R.A., Sabine, C.L., Lee, K., Berelson, W., Kleypas, J., Fabry, V.J., Millero, F.J. (2004). Impact of anthropogenic CO2 on the CaCO3 system in the oceans. Science 305: 362–366.

Fernández-Palacios, J.M., de Nascimento, L., Otto, R., Delgado, J.D., García-del-Rey, E., Arévalo, J.R., Whittaker, R.J. (2011), A reconstruction of Palaeo-Macaronesia, with particular reference to the long-term biogeography of the Atlantic island laurel forests. Journal of Biogeography, 38: 226-246.

Ferraz, R., Frade, P., Vizinho, S., Cardigos, F., Tempera, F., Santos, V., Guerreiro, V., Santos, R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária Costa Nordeste das Flores (PTFLO0003) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP: Série Estudos n.º 10/2004: iv + 84 pp.

Ferraz, R., Santos, V., Vizinho, S., Cardigos, F., Frade, F., Guerreiro, V., Tempera, F., Santos, R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária Ponta dos Rosais (PTJOR0013) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP: Série Estudos n.º 16/2004: iv + 53 pp.

Ferraz, R., Santos, V., Vizinho, S., Frade, P., Cardigos, F., Guerreiro, V., Tempera, T., Santos, R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária Caldeira e Capelinhos (PTFAI0004) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP: Série Estudos n.º 17/2004: iv + 76 pp.

Ferraz, R., Santos, V., Vizinho, S., Guerreiro, V., Cardigos, C., Frade, P., Tempera, F., Santos, R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Sócio-económica do Sítio de Importância Comunitária Costa Nordeste e Ponta do Topo (PTJOR0014) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP: Série Estudos n.º 20/2004: iv + 57 pp.

8891 Ferreira, D. (1980). Contribution à l'Étude des Vents et de l'Humidité dans les Iles Centrales de
8892 l'Archipel des Açores. Thèse pour le Doctorat de Troisième Cycle, 2 vol. Centro de Estudos
8893 Geográficos, Lisboa, 329 pp.

8894 Ferreira, J.G., Andersen, J.H., Borja, Á., Bricker, S.B., Camp, J., Cardoso da Silva, M., Garcés, E.,
8895 Heiskanen, A.S., Humborg, C., Ignatiades, L., Lancelot, C., Menesguen, A., Tett, P., Hoepffner,
8896 N., Claussen, U., (2010). Marine Strategy Framework Directive - Task Group 5 Report
8897 Eutrophication, JRC Scientific and Technical Reports. https://doi.org/10.2788/86830

8898 Ferreira, M.J. (1999). O Litoral Português: Contributos para uma "Geografia das Regiões Litorais". III
8899 Congresso da Geografia Portuguesa, Porto, setembro de 1997. Lisboa: Edições Colibri e
8900 Associação Portuguesa de Geógrafos, 57-66 pp.

8901 Ferreira, P.L. (2002). Geochemical studies in the Lucky Strike Segment Training-Through-Research
8902 Program – TTR-10 / TTR-12. Technical Report DGM-IGM INGMARDEP 3/FCT/2003, 17 pp.

8903 Ferreira, P.L. (2007). Melt supply and magmatic evolution at a large central MOR volcano located in
8904 the Lucky Strike segment, 37º N on the Mid-Atlantic Ridge, Azores region. PhD Thesis, 387
8905 pp.

8906 Ferreira, P.L., Magalhães, V., Salgueiro, E., Quartau, R. (2001b). Descrição das Amostras da
8907 Montanha Submarina Lucky Strike, colhidas no cruzeiro TTR-10 em julho/ agosto de 2000.
8908 Technical Report DGMIGM, INGMARDEP 20/2001, 123pp.

8909 Ferreira, P.L., Murton, B.J., Pinto, A., Magalhães, V., Rasal, N., Salgueiro, E., Quartau, R., Lopes, C.
8910 (2001a). On bord description of samples from Lucky Strike Segment - TTR-10 Cruise carried
8911 out during July and August 2000 on the Professor Logachev Research Vessel. Technical
8912 Report DGM-IGM, INGMARDEP 19/2001, 163 pp.

8913 FM, CCIPD (2017). Estudo comparativo das políticas da Estratégia de Investigação e Inovação para a
8914 Especialização Inteligente (RIS3), a nível de Portugal e Espanha com ênfase nos documentos
8915 estratégicos dos Açores, Madeira e Canárias. Fundo de Maneio (FM) e Câmara do Comércio
8916 e Indústria de Ponta Delgada (CCIPD). Ponta Delgada, Açores.

8917 Fontes, J.M.R. (2008). Larval dispersal and recruitment patterns in Azorean coastal fishes-
8918 Implications for Marine Reserves. Universidade dos Açores, Horta.

8919 Fornari, D., Humphries, S.E., Scientific Party (1996). LUSTRE'96 cruise report. Multidisciplinary
8920 investigations of hydrothermal vents on Lucky Strike seamount and the tectonic and
8921 volcanic structure of the Mid-Atlantic Ridge Rift Valley between 37º10'-25'N: near bottom
8922 studies using the DSL-120 kHz sonar, ARGO II and ROV Jason. Woods Hole Oceanographic
8923 Institution Technical Report, 41 pp.

8924 Fouquet, Y., Charlou, J.-L., Donval, J.-P., Radford-Knoery, J., Costa, I., Lourenço, N., Tivey, M.K.
8925 (1994). A detailed study of the Lucky Strike hydrothermal site and discovery of a new
8926 hydrothermal site: Menez-Gwen; preliminary results of the DIVA1 Cruise (5-29 May, 1994).
8927 InterRidge News, 3: 14-19.

8928 Fouquet, Y., Elissen, J.-P., Ondreas, H., Barriga, F., Batiza, R., Danyushevsky, L.V. (1998). Extensive
8929 volcaniclastic deposits at the Mid-Atlantic Ridge axis; results of deep-water basaltic
8930 explosive volcanic activity? Terra Nova, 10: 280-286.

8931 Fouquet, Y., Ondreas, H., Charlou, J.L., Donval, J.P., Radford-Knoery, J., Costa, I., Lourenco, N., Tivey,
8932 M.K. (1995). Atlantic lava lakes and hot vents. Nature, 377: 201.

8933 Frade, P., Ferraz, R.R., Santos, V., Vizinho, S., Cardigos, F., Guerreiro, V., Tempera, F., Santos, R.S.
8934 (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária
8935 Caloura, Ponta da Galera (PTMIGO0020) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP:
8936 Série Estudos n.º 11/2004: iv + 81 pp.

8937 França, Z. (1993). Contribuição para o estudo dos xenólitos sieníticos do Arquipélago dos Açores.
8938 Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Departamento de Geociências,
8939 Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 216 pp.

8940 França, Z., Cruz, J.V., Nunes, J.C., Forjaz, V.H. (2003). Geologia dos Açores: uma perspetiva atual.
8941 Açoriana, 10(1): 11-140.

8942 Fratantoni, D.M. (2001). North Atlantic Surface Circulation during the 1990's Observed with
8943 Satellite-Tracked Drifters. Journal of Geophysical Research: Oceans.
8944 https://doi.org/10.1029/2000jc000730.

8945 Freitas, R., Romeiras, M., Silva, L., Cordeiro, R., Madeira, P., González, J.A., Wirtz, P., Falcón, J.M.,
8946 Brito, A., Floeter, S.R., Afonso, P., Porteiro, F., Viera-Rodríguez, M.A., Neto, A.I., Haroun, R.,
8947 Farminhão, J.N.M., Rebelo, A.C., Baptista, L., Melo, C.S., Martínez, A., Núñez, J., Berning, B.,
8948 Johnson, M.E., Ávila, S.P. (2019). Restructuring of the 'Macaronesia' biogeographic unit: A
8949 marine multi-taxon biogeographical approach. Sci Rep 9, 15792.

8950 Fricke, H., Giere, O., Stetter, K., Alfredsson, G. A., Kristjansson, J. K., Stoffers, P., Svavarsson, J. (1989).
8951 Hydrothermal vent communities at the shallow subpolar Mid-Atlantic ridge. Marine Biology,
8952 102: 425-429.

8953 Friedlander, A.M., Afonso, P., Morato, T., Carreiro-Silva, M., Fontes, J., Abecasis, D., Ballesteros, E.,
8954 Botelho, A.Z., Diaz, D., Das, D., Dominguez-Carrió, C., Caselle, J., Estep, A., Goodell, W., Milla,
8955 D., Ocaña, O., Pham, C., Pipa, T., Rose, P., Salinas de León, P., Schmiing, M., Silva, C., Taranto,
8956 G., Tempera, F., Thompson, C., Verdura, J., Sala, E., Gonçalves, E.J. (2019). Blue Azores – O
8957 segredo mais bem guardado do Atlântico. Relatório científico para o Governo Regional dos
8958 Açores – Resumo.

8959 Frutuoso, G. (1978). Livro Sexto das Saudades da Terra [dedicado ao grupo central e ocidental], 2ª
8960 edição, Instituto Cultural de Ponta Delgada, Ponta Delgada, Açores. [manuscrito original do
8961 séc. XVI]

8962 Frutuoso, G. (1981). Livro Quarto das Saudades da Terra [dedicado a São Miguel], 2ª edição, Instituto
8963 Cultural de Ponta Delgada, Ponta Delgada, Açores. [manuscrito original do séc. XVI]

8964 Frutuoso, G. (1983). Livro Terceiro das Saudades da Terra [dedicado a Santa Maria], 2ª edição,
8965 Instituto Cultural de Ponta Delgada, Ponta Delgada, Açores. [manuscrito original do séc. XVI]

8966 Fundação Rebikoff-Niggeler (2019). Relatório final de monitorização de lixo marinho de fundo no
8967 mar dos Açores. Relatório preparado por Fundação Rebikoff-Niggeler para a Direção
8968 Regional dos Assunto do Mar, no âmbito do Contrato n.º 13/DRAM/2016 – de prestação de
8969 serviços para implementação de um projeto de "Monitorização de lixo marinho de fundo".
8970 ACORES-06-2215-FEDER-000005 - Programa Estratégico para o Ambiente Marinho dos
8971 Açores (PEAMA).

8972 Furness, R. W., Tasker, M. L. (2000). Seabird-fishery interactions: quantifying the sensitivity of
8973 seabirds to reductions in sandeel abundance, and identification of key areas for sensitive
8974 seabirds in the North Sea. Marine Ecology Progress Series, 202: 253-264.

8975 Gaard, E., Gislason, A., Falkenhaug, T., Søiland, H., Musaeva, E., Vereshchaka, A., Vinogradov, G.
8976 (2008). Horizontal and vertical copepod distribution and abundance on the Mid-Atlantic
8977 Ridge in June 2004. Deep-Sea Research II, 55: 59-71.

8978 Gabriel, D., Micael, J., Parente, M.I., Costa, A.C., (2014). Adaptation of macroalgal indexes to
8979 evaluate the ecological quality of coastal waters in oceanic islands with subtropical
8980 influence: the Azores (Portugal). Rev. Gestão Costeira Integr. 5167
8981 https://doi.org/10.5894/rgci465

8982 Gabriel, R. (2000). Ecophysiology of Azorean forest bryophytes. Tese de Doutoramento. Imperial
8983 College of Science, Technology and Medicine, London University, London, 308 pp.

8984 Gabriel, R., Bates, J.W. (2005). Bryophyte community composition and habitat specificity in the
8985 natural forests of Terceira, Azores. Plant Ecology, 177: 125-144.

8986 Gallagher, L., Porteiro, F., Santos, R.S. (2013). Guia do Observador de Vida Marinha Oceânica dos
8987 Açores. IMAR – Instituto do Mar, Fishpics & OMA – Observatório do Mar dos Açores, Eds.
8988 123 pp.

8989 Gallardo, V. A., Castillo, J. G., Retamal, M. A., Yañez, A., Moyano, H. I., Hermosilla, J. G. (1977).
8990 Quantitative Studies on the Soft-Bottom Macrobenthic Animal Communities of Shallow
8991 Antarctic Bays. In: Llano G. A. (Ed.), Adaptations within Antarctic Ecosystems. Third SCAR
8992 Symposium on Antarctic Biology, pp. 361– 387.

8993 Gallo, F., Schulz, K., Azevedo, E., Madruga, J., Barcelos e Ramos, J. (2018). Responses of the diatom
8994 Asterionellopsis glacialis to increasing sea water CO2 concentrations and turbulence. Mar.
8995 Ecol. Prog. Ser. 589, 33–44. https://doi.org/10.3354/meps12450

8996 GAMPA (2015). Componente marinha dos Parques Naturais de Ilha: uma radiografia da rede de
8997 Áreas Marinhas Protegidas costeiras dos Açores. Relatório técnico do programa BALA. 114
8998 pp.

8999 GAMPA (2016). Proposta de Plano de Ação: Programa de implementação da Diretiva-Quadro
9000 Estratégia Marinha – Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA).
9001 Relatório Técnico, 45 pp.

9002 García, L.G., Pierce, G.J., Autret, E., Torres-Palenzuela, J.M. (2018). Multi-scale habitat preference
9003 analyses for azorean blue whales. PLoS One. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201786

9004 Gaspar, J.L., Almeida, M.H., Queiroz, G., França, Z., Rodrigues, B. (1990). Aplicação de Diagramas de
9005 Discriminação Tectonomagmática a Rochas do Arquipélago dos Açores. Documentos
9006 CV/INIC 08/90. Ponta Delgada, 7 pp.

9007 Gaston, A. J. (2004). Seabirds: A Natural History. Yale University Press. 222 pp.

9008 Gehlen, M., Séférian, R., Jones, D. O., Roy, T., Roth, R., Barry, J. P., Joos, F. (2014). Projected pH
9009 reductions by 2100 might put deep North Atlantic biodiversity at risk. Biogeosciences, 11,
9010 6955-6967.

9011 German, C.R., Parson, L.M., HEAT Scientific team (1996). Hydrothermal Exploration at the Azores
9012 Triple-Junction: tectonic control of venting at slow-spreading ridges? Earth and Planetary
9013 Science Letters ,138: 93-104.

9014 Germond-Duret, C. (2022). Framing the Blue Economy: Placelessness, Development and
9015 Sustainability. Development and Change, 53(2), 308–334.
9016 https://doi.org/10.1111/dech.12703

9017 Germond-Duret, C., Heidkamp, C. P., Morrissey, J. (2022). (In)justice and the blue economy. The
9018 Geographical Journal. https://doi.org/10.1111/geoj.12483

9019 Giacomello, E., Menezes, G. M. (2009). CONDOR project: a sharable scientific bservatory for studying
9020 and monitoring seamount ecosystems. HERMIONE NewsLetter.

9021 Gillett, R. (2011). Bycatch in small-scale tune fisheries: a global study, Technical paper No. 560.
9022 Rome: Food and Agriculture Organisation, 116p.

9023 Glibert, P.M., Burkholder, J.A.M., Kana, T.M. (2012). Recent insights about relationships between
9024 nutrient availability, forms, and stoichiometry, and the distribution, ecophysiology, and food
9025 web effects of pelagic and benthic Prorocentrum species. Harmful Algae.
9026 https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.10.023

9027 Glynn, P.W., Manzello, D.P. (2015). Bioerosion and coral reef growth: A dynamic balance, in: Coral
9028 Reefs in the Anthropocene. https://doi.org/10.1007/978-94-017-7249-5_4

9029 Gochfeld M., Burger J. (1996). Family Sternidae (terns). In Handbook of the Birds of the World, Vol.
9030 3 (del Hoyo, *et al.*, eds). Lynx Edicions, Barcelona. Pp 624-667.

9031 Goikoetxea, N., Aanesen, M., Abaunza, P., Abreu, H., Bashmashnikov, I., Borges, M.F., Cabanas, J.M.,
9032 Frid, C.L.J., Garza, D., Hily, C., Le Quesne, W.J.F., Lens, S., Martins, A.M., Mendes, H.V.,
9033 Mendoça, A., Paramor, O., Pereiro, J., Pérez, M., Porteiro, C., Pinho, M.R., Samedy, V.,
9034 Serrano, A., van Hal, R., Velasco, F. (2010). A technical review document on the ecological,
9035 social and economic features of the South Western Waters region. Making the European
9036 Fisheries Ecosystem Plan Operational (MEFEPO): Work Package 1 Report. Instituto Español
9037 de Oceanografia, Spain. 300 pp.

9038 Golubic, S., Perkins, R. D., Lukas, K. J. (1975). Boring microorganisms and microborings in carbonate
9039 substrates, in: The study of trace fossils, edited by Frey, R. W., Springer Verlag, Berlin
9040 Heidelberg, 229–259.

9041 Gomes, F.V., Caldas, F.B., Santos, P.T., Figueiredo, R. (2013). O Manual de intervenções no Litoral da
9042 Região Autónoma dos Açores, VII Congresso sobre Planeamento e Gestão das Zonas
9043 Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa. Porto, Portugal.

9044 Gomes-Pereira, J.N., Marques, R., Cruz, M.J., Martins, A. (2013). The little-known Fraser's dolpin
9045 Lagenodelphis hosei in the North Atlantic: new records and a review of distribution. Marine
9046 Biodiversity. 12 pp.

9047 Gonçalves, J.M. (1993). Octopus vulgaris (Cuvier, 1797): Sinopse da biologia e exploração.
9048 Dissertação de Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade dos
9049 Açores – DOP. 447 pp.

9050 Gonçalves, J.M., Abella, L., Simões, J. (2018). Relatório técnico das metodologias a utilizar nas futuras
9051 campanhas de monitorização dos fundos marinhos arenosos subtidais dos Açores. Relatório
9052 preparado pela Fundação Gaspar Frutuoso e Universidade dos Açores para a Direção
9053 Regional dos Assuntos do Mar no âmbito do contrato 25/DRAM/2018 de prestação de
9054 serviços enquadrado no projeto PLASMAR (co-financed by ERDF as part of POMAC 2014-
9055 2020).

9056 Gonçalves, J.M., Barreiros, J.P., Azevedo, J.N., Norberto, R. (1996). Cetaceans stranded in the Azores
9057 during 1992-1996. Arquipelago, Life and Earth Sciences, 14A: 57-65.

9058 Gonçalves, J.M., Silva, M., Simões, J. (2019a). Relatório técnico final das campanhas de

monitorização dos fundos marinhos arenosos subtidais dos Açores. Relatório preparado pela Fundação Gaspar Frutuoso e Universidade dos Açores para a Direção Regional dos Assuntos do Mar.

Gonçalves, J.M., Simões, J., Medeiros, R. (2019b). Relatório técnico intermédio preliminar da campanha de monitorização dos fundos marinhos arenosos subtidais dos Açores. Relatório preparado pela Fundação Gaspar Frutuoso e Universidade dos Açores para a Direção Regional dos Assuntos do Mar.

GRA (2011). Corvo - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/corvo/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Santa Maria - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/smaria/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Faial - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/faial/oquevisitar/areasprotegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Flores - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/flores/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Graciosa - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/graciosa/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Pico - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/pico/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Santa Maria - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/smaria/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). São Jorge - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/sjorge/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). São Miguel - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/smiguel/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2011). Terceira - Áreas Protegidas. [ONLINE] Disponível em: http://parquesnaturais.azores.gov.pt/pt/terceira/o-que-visitar/areas-protegidas [acedido a 21 de abril de 2020]

GRA (2012). Uma proposta para uma melhor proteção da área marinha em torno dos Açores, no âmbito da reforma da Política Comum das Pescas. Governo Regional dos Açores. Horta, Portugal. 14 pp.

GRA (2013). Pressupostos e elementos de contextualização para o Plano de Ação 2014 – 2020 no quadro da Comunicação da Comissão Europeia "As regiões ultraperiféricas da União

Europeia: Parceria para um crescimento inteligente, sustentável e inclusivo." Governo Regional dos Açores (GRA), Ponta Delgada.

Gracia, E., Charlou, J.-L., Radford-Knoery, J., Parson, L.M. (2000). Non-transform offsets along the Mid-Atlantic Ridge south of the Azores (38ºN - 34ºN); ultramafic exposures and hosting of hydrothermal vents. Earth and Planetary Science Letters, 177: 89-103.

Granadeiro, J.P., Dias, M.P., Rebelo, R., Santos, C.D., Catry, P. (2006). Numbers and population trends of Cory's shearwater Calonectris diomedea at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. Waterbirds, 29: 56-60.

Grip, K. (2017). International marine environmental governance: A review. Ambio., 46:413–27. doi:10.1007/s13280-016-0847-9.

Gubbay, S., Sanders, N., Haynes, T., Janssen, J.A.M., Rodwell, J.R., Nieto, A., García, C.M. *et al.* (2016). European Red List of Habitats. Part 1. Marine habitats. https://doi.org/10.2779/032638

Guimarães, J.V.S.M. (2008). Comparação de padrões anuais e sazonais da temperatura de superfície (SST) e cor do oceano (OC) no Atlântico NE Subtropical, com a utilização de dados (2002-2006) satélite AVHRR e MODIS. Relatório de estágio licenciatura em Biologia Marinha do Departament. Horta, Açores.

Hallam, A. (1992). Phanerozoic Sea-level Changes. New York: Columbia University Press.

Hall-Spencer, J., Valerie, A., Fosså, J. H. (2002). Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 269 (1490): 507–11. https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1910.

Haroun, R., Herrera, R. (2001). Diversidad taxonómica marina (Cap. 13). PP. 127-131, In: Naturaleza de las Islas Canarias – Ecología y Conservación (J.M. Fernández-Palacios & J.L.M. Esquivel, Eds.). Publicaciones Turquesa, Santa Cruz Tenerife, Canarias. 474 pp.

Harris, P.T., Macmillan-Lawler, M., Rupp, J., Baker, E.K. (2014). Geomorphology of the oceans. Mar.Geol., 352: 4–24.

Harrould-Kolieb E., Huelsenbeck M., Selz V. (2010). Ocean acidification: the untold stories. OCEANA organization. 22 pp.

Hartert, E., Ogilvie-Grant, W. R. (1905). On the birds of the Azores. Novitates Zoologicae, 12: 80-128.

Hashimoto, J., Miura, T., Fujikura, K., Ossaka, J. (1993). Discovery of vestimentiferan tube-worms in the euphotic zone. Zoologica Scripta, 10: 1063–1067.

Hastie, G., Merchant, N. D., Götz, T., Russel, D. J. F., Thompson, P. Janik, M. V. (2019) Effects of Impulsive Noise on Marine Mammals: 8957 Investigating Range-Dependent Risk. Ecological Applications 29, no. 5. https://doi.org/10.1002/eap.1906.

Hawkins, S.J., Corte-Real, H.B.S.M., Pannacciulli, F.G., Weber, L.C., Bishop, J.D.D., (2000). Thoughts on the ecology and evolution of the intertidal biota of the Azores and other Atlantic islands. Hydrobiologia. https://doi.org/10.1023/A:1004118220083

Hays, H., Neves, V., Lima, P. (2002). Banded Roseate Terns from different continents trapped in the Azores. Journal of Field Ornithology 73: pp. 180–184

Head, R.N., Medina, G., Huskin, I., Anadon, R., Harris, R.P. (2002). Phytoplankton and mesozooplankton distribution and composition during transects of the Azores Subtropical Front. Deep-Sea Research II, 49:4023–4034.

9142 Hein, J.R., Conrad, T.A., Staudigel, H. (2010). Seamount mineral deposits a source of rare metals for
9143 hightechnology industries. Oceanography, 23 (1): 184-189.

9144 Hein, J.R., Mizell, K., Koschinsky, A., Conrad, T.A. (2013). Deep-ocean mineral deposits as a source of
9145 critical metals for high- and green-technology applications: Comparison with land-based
9146 resources. Ore Geol. Rev., 51: 1–14.

9147 Herrera, G.E., Hoagland, P. (2006). Commercial whaling, tourism, and boycotts: An economic
9148 perspective. Marine Policy, 30 (3): 261-269.

9149 Hessler, R. R., Lonsdale, P. F. (1991). Biogeography of Mariana Trough hydrothermal vent
9150 communities. Deep-Sea Research, 38: 185-199.

9151 Hodgson, E. E., Essington, T. E., Samhouri, J. F., Allison, E. H., Bennett, N. J., Bostrom, A., Cullen, A.
9152 C., Kasperski, S., Levin, P. S., Poe, M. R. (2019). Integrated Risk Assessment for the Blue
9153 Economy. Frontiers in Marine Science, 6(SEP). https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00609

9154 Horner-Devine, A.R., Hetland, R.D., MacDonald, D.G. (2015). Mixing and Transport in Coastal River
9155 Plumes. Annual Review of Fluid Mechanics, 47: 569-594.

9156 Humphris, S.E., Fornari, D.J., Scheirer, D.S., German, C.R., Parson, L.M. (2002). Geotectonic setting
9157 of hydrothermal activity on the summit of Lucky Strike Seamount (37º17'N, Mid-Atlantic
9158 Ridge). Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 3 (8): 1525-2027.

9159 Huskin, I., Viesca, L., Anadón, R. (2004). Particle flux in the subtropical Atlantic near the Azores:
9160 influence of mesozooplankton. Journal of Plankton Research, 26 (4): 403-415.

9161 ICES (2019). Azores ecoregion – Ecosystem overview. In Report of the ICES Advisory Committee,
9162 2019. ICES Advice 2019, Section 3.1. https://doi.org/10.17895/ices.advice.5753.

9163 ICN (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Peixes Dulciaquíicolas e Migradores,
9164 Anfíbios, Répteis, Aves e Mamíferos. Instituto de Conservação da Natureza (Cabral M.J. *et*
9165 *al.*, Eds.). Lisboa, 659 pp.

9166 IFAW (2009). Whale Watching WorldWide: Tourism, Numbers, Expenditures and Economic Benefits.
9167 A special report from IFAW (International Fund for Animal Welfare). London, 295 pp.
9168 [www.ifaw.org/sites/default/files/ whale_watching_worldwide.pdf]

9169 IH (2000). Roteiro da costa de Portugal: Arquipélago dos Açores – 2ª Edição. Instituto Hidrográfico,
9170 Lisboa, 233 pp.

9171 IH (2010). Roteiro da Costa de Portugal – Arquipélago dos Açores. 3ª edição, Instituto Hidrográfico.
9172 Lisboa.

9173 IMAR (2018). Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha - Biodiversidade
9174 dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA) – Relatórios 3.1 MAPAMP e Relatório
9175 3.2 MAPAMP. 81pp.

9176 INE (2021). Estatísticas da Pesca 2020. Instituto Nacional de Estatística (INE), Lisboa, Portugal.

9177 Irigoien, X., Hulsman, J., Harris, R.P. (2004). Global biodiversity patterns of marine phytoplankton
9178 and zooplankton. Nature. https://doi.org/10.1038/nature02593

9179 Issifu, I., Dahmouni, I., Deffor, E. W., Sumaila, U. R. (2023). Diversity, equity, and inclusion in the Blue
9180 Economy: Why they matter and how do we achieve them? Frontiers in Political Science, 4.
9181 https://doi.org/10.3389/fpos.2022.1067481

IVAR (2020). Geologia dos Açores – Enquadramento geoestrutural. Instituto de Investigação em Vulcanologia e Avaliação de Riscos. Disponível em: http://www.ivar.azores.gov.pt/geologia-acores/enquadramento-geoestrutural/Paginas/defvault.aspx [acedido a 3 de julho de 2020].

J.A., V.F. (2004). Save the North Sea e Fulmar Study Manual 1- Collection and Dissection Procedures. Wageningen Alterra.

Jackson, E., Hiscock, K., Evans, J., Seeley, B., Lear, D. (2008). Investigating the existing coverage and subsequent gaps in protection and providing guidance on representativity and replication for a coherent network of Marine Protected Areas in England's territorial waters. http://naturalengland.etraderstores.com/NaturalEnglandShop/NECR018

Jakimska, A., Konieczka, P., Skóra, K., Namieśnik, J. (2011). Bioaccumulation of Metals in Tissues of Marine Animals, Part II: Metal Concentrations in Animal Tissues 20, 1127–1146.

Jeftic, L., Sheavly, S., Adler, E., Meith, N. (2009). Marine Litter: A Global Challenge Marine Litter: A Global Challenge, UNEP 2009.

Jerlov, N.G. (1968). Optical oceanography. Elsevier Pub. Co.

Jerlov, N.G. (1976). Marine optics. Elsevier Scientific Pub. Co.

Jesus, S. M., Soares, C., Zabel, F., Campus De Gambelas, Centro Empresarial Gambelas (2012). Marine Strategy Framework Directive Descritor 11 - Ruído Ambiente Submarino.

Johannes, R. (1980). The Ecological Significance of the Submarine Discharge of Groundwater. Mar. Ecol. Prog. Ser. https://doi.org/10.3354/meps003365

Johnson, G. C., Schmidtko, S., Lyman, J.M. (2012). Relative Contributions of Temperature and Salinity to Seasonal Mixed Layer Density Changes and Horizontal Density Gradients. Journal of Geophysical Research: Oceans. https://doi.org/10.1029/2011JC007651.

Johnson, J., Stevens, I. (2000). A fine resolution model of the eastern North Atlantic between the Azores, the Canary Islands and the Gibraltar Strait. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, 47: 875–899.

Johnson, K. S., Childress, J.J., Beehler, C. L. (1988). Short-term temperature variability in the Rose Garden hydrothermal vent field: an unstable deep-sea environment. Deep-Sea Research A, 35: 1711-1721.

Jolliffe, J., Jolly, C., Stevens, B. (2021). Blueprint for improved measurement of the international ocean economy: An exploration of satellite accounting for ocean economic activity. OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2021/04. https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1787/aff5375b-en

Jouffray, J.-B., Blasiak, R., Norström, A. v., Österblom, H., Nyström, M. (2020). The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean. One Earth, 2(1), 43–54. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.016

Joyce, T.M. (1981). The influence of the mid-Atlantic ridge upon the circulation and the properties of the Mediterranean water southwest of the Azores. Journal of Marine Research, 39: 31-52.

JRC (2013). Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas - a guidance document within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive. https://doi.org/10.2788/99475

9224 Juliano, M.F., Alves, M.L.G.R. (2007). The Subtropical front/current systems of Azores and St. Helena.
9225 Journal Physical Oceanography, 37: 2573–2598.

9226 Kamenev, G. M., Fadeev, V. I., Selin, N. I., Tarasov, V. G., Malakhov, V.V. (1993). Composition and
9227 distribution of macro- and meiobenthos around sublittoral hydrothermal vents in the Bay
9228 of Plenty, New Zealand. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 27: 407-
9229 418.

9230 Karez, R., Engelbert, S., Kraufvelin, P., Pedersen, M.F., Sommer, U. (2004). Biomass response and
9231 changes in composition of ephemeral macroalgal assemblages along an experimental
9232 gradient of nutrient enrichment. Aquat. Bot. 78, 103–117.
9233 https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2003.09.008

9234 Kearney, R., Buxton, C.D., Farebrother, G. (2012). Australia's no-take marine protected areas:
9235 Appropriate conservation or inappropriate management of fishing? Mar Policy, 36:1064–
9236 71. doi:10.1016/j.marpol.2012.02.024.

9237 Kerja, K., Kinerja, T., Pada, K., Rusilowati, U., Ernawati, F. (2014). Progress Report in Monitoring of
9238 Underwater Noise 3rd Report of the Technical Group on Underwater Noise. 83–89.

9239 Kida, S., Price, J.F., Yang, J. (2008). The upper-oceanic response to overflows: a mechanism for the
9240 Azores Current. Journal of Physical Oceanography, 38: 880-895.

9241 Kim, G., Kim, J.S., Hwang, D.W. (2011). Submarine groundwater discharge from oceanic islands
9242 standing in oligotrophic oceans: Implications for global biological production and organic
9243 carbon fluxes. Limnol. Oceanogr. https://doi.org/10.4319/lo.2011.56.2.0673

9244 Kirk, J.T.O. (2010). Light e Photosynthesis in Aquatic Ecosystems, 3rd ed. Cambridge University Press,
9245 Cambridge. https://doi.org/10.1017/CBO9781139168212

9246 Klein, B., Siedler, G. (1989). On the origin of the Azores Current. Journal of Geophysical Research,
9247 94: 6159-6168.

9248 Kolodziejczyk, N., Hernandez, O., Boutin, J., Reverdin, G. (2015). SMOS Salinity in the Subtropical
9249 North Atlantic Salinity Maximum: 2. Two-Dimensional Horizontal Thermohaline Variability.
9250 Journal of Geophysical Research: Oceans 120, no. 2 (February 2015): 972–87.
9251 https://doi.org/10.1002/2014JC010103.

9252 Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., Kržan, A. (2016). Protocol for
9253 Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. J. Vis. Exp. 1–9.
9254 https://doi.org/10.3791/55161

9255 Krause-Jensen, D., Carstensen, J., Dahl, K. (2007). Total and opportunistic algal cover in relation to
9256 environmental variables. Mar. Pollut. Bull. 55, 114–125.
9257 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.019

9258 Krauss, W. (Ed.) (1996). The warm water sphere of the North Atlantic Ocean. Gebruder Borntraeger.
9259 Berlin, 446 pp.

9260 Laffoley, D., Baxter, J. M. (2018). Ocean connections An introduction to rising risks from a warming,
9261 changing ocean (p. 37). International Union for Conservation of Nature (IUCN). Gland,
9262 Switzerland.

9263 Lafon, V.M., Martins, A.M., Bashmachnikov, I.L., José, F, Melo-Rodrigues, M., Figueiredo, M.P.,
9264 Mendonça, A.H., Macedo, L.M. (2004). SST variability in the Azores region using AVHRR

imagery: regional to local scale study, in Proceedings SPIE 5569, Remote Sensing of the Ocean and Sea Ice, 130, C. R. Bostater & R. Santoleri (eds), 130–139.

Lahaye, N., Gula, J., Thurnherr, A.M., Reverdin, G., Bouruet-Aubertot, P., Roullet, G. (2019). Deep Currents in the Rift Valley of the North Mid-Atlantic Ridge. Front Mar Sci.; 6:597. doi:10.3389/fmars.2019.00597

Langmuir, C.H., Humphries, S., Fornari, D., Van Dover, C., Von Damm, K., Tivey, M.K., Colodner, D., Charlou, J.-L., Desonie, D., Wilson, C., Fouquet, Y., Klinkhammer, G. & Bougault, H. (1997). Hydrothermal vents near a mantle hot spot: the Lucky Strike vent field at 37ºN on the Mid-Atlantic Ridge. Earth and Planetary Science Letters, 148: 69-91.

Langmuir, C.H., Reynolds, J., Bougault, H., Plank, T., Dosso, L., Desonie, D., Gier, E., Niu, Y. (1996). A petrological traverse along the Mid-Atlantic Ridge across the Azores hotspot. Journal Conference Abstracts, 1: 834-835.

Lappalainen, J., Virtanen, E.A., Kallio, K., Junttila, S., Viitasalo, M., (2019). Substrate limitation of a habitat-forming genus Fucus under different water clarity scenarios in the northern Baltic Sea. Estuar. Coast. Shelf Sci. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.11.010

Laubier L. (1972). Mission 1969 du bathyscaphe "Archymède" aux Açores, observations faites au cours des plongées 1 et 2. Résults des campagnes à la mer CNEXO, 3: 65-71.

Le Moal, M., Gascuel-Odoux, C., Ménesguen, A., Souchon, Y., Étrillard, C., Levain, A., Moatar, F., Pannard, A., Souchu, P., Lefebvre, A., Pinay, G. (2019). Eutrophication: A new wine in an old bottle? Sci. Total Environ. 651, 1–11. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.139

Lee, K.-H., Noh, J., Khim, J. S. (2020). The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities. Environment International, 137, 105528. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105528

Lehmköster, J. (2021). World Ocean Review. 7. The Ocean, Guarantor of Life – Sustainable Use, Effective Protection. In maribus gGmbH. Hamburg, Germany (p. 335).

León-Cisneros, K., Tittley, I., Terra, M.R., Nogueira, E.M., Neto, A.I. (2012). The marine algal (seaweed) flora of the Azores: 4, further additions. Arquipelago, Life and Marine Sciences, 29: 25-32.

Levin, L., Baker, M., Thompson, A. (2019). Deep-ocean climate change impacts on habitat, fish and fisheries. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 638. Rome, FAO. 186 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Levin, L.A., Le Bris, N. (2015). The deep ocean under climate change. Science, 350, 766–768.

Lévy, M., Lehahn, Y., André, J.M., Mémery, L., Loisel, H., Heifetz, E. (2005). Production regimes in the northeast Atlantic: A study based on Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS) chlorophyll and ocean general circulation model mixed layer depth. J. Geophys. Res. C Ocean. https://doi.org/10.1029/2004JC002771

Li, Y., Lü, S., Jiang, T., Xiao, Y., You, S. (2011). Environmental factors and seasonal dynamics of Prorocentrum populations in Nanji Islands National Nature Reserve, East China Sea. Harmful Algae 10, 426–432. https://doi.org/10.1016/j.hal.2010.08.002

Libes, S. (1992). An introduction to Marine Biogeochemistry. Jonh-Wiley & Sons, USA, 734pp

Liss, P.S. (1975). The chemistry of the sea surface sea water, in: Skirrow, G.S. (Ed.), Chemical Oceanography. Academic, London, United Kingdom, p. 193.

9307 Liss, P.S. (1986). The Chemistry of Near-Surface Seawater, in: Burton, J.D., Brewer, P.G., Chesselet,
9308 R. (Eds.), Dynamic Processes in the Chemistry of the Upper Ocean. Springer US, Boston, MA,
9309 pp. 41–51. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-5215-0_5

9310 Liss, P.S., Duce, R.A. (Eds.) (1997). The Sea Surface and Global Change. Cambridge University Press.
9311 https://doi.org/10.1017/CBO9780511525025

9312 Lopes dos Santos, A., Pollina, T., Gourvil, P., Corre, E., Marie, D., Garrido, J.L., Rodríguez, F., Noël,
9313 M.-H., Vaulot, D., Eikrem, W. (2017). Chloropicophyceae, a new class of picophytoplanktonic
9314 prasinophytes. Sci. Rep. 7, 14019. https://doi.org/10.1038/s41598-017-12412-5

9315 Lopes, C. L., Bastos, L., Caetano, M., Martins, I., Santos, M. M., Iglesias, I. (2019). Development of
9316 Physical Modelling Tools in Support of Risk Scenarios: A New Framework Focused on Deep-
9317 Sea Mining. Science of the Total Environment.
9318 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.351

9319 Lopes, M. F. R., Marques, J. C., Bellan-Santini, D. (1993). The benthic amphipod fauna of the Azores
9320 (Portugal); an up-to-date annotated list of species, and some biogeographic considerations.
9321 Crustaceana, 65: 204-217.

9322 Lotaçor (2020). Relatório e Contas 2019. Lotaçor - Serviço de Lotas dos Açores, S.A., Ponta Delgada,
9323 Açores.

9324 Lotze, H. K. (2021). Marine biodiversity conservation. Current Biology, 31(19), R1190–R1195.
9325 https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.06.084

9326 Lourenço, N. (2007). Tectono-magmatic processes at the Azores triple junction. Tese de
9327 Doutoramento no ramo de Ciências do Mar, especialidade de Geologia Marinha. Fac.
9328 Ciências do Mar e Ambiente, Universidade do Algarve, 239 p.

9329 Lourenço, N., Miranda, J.M., Luís, J., Silva, I., Goslin, J., Ligi, M. (2003). High Resolution Bathymetric
9330 and Sonar Images of a Ridge Southeast of Terceira Island (Azores Plateau). Geophysical
9331 Research Abstracts, 5: 12602.

9332 Lourenço, N., Miranda, J.M., Luís, J.F., Ribeiro, A., Mendes-Victor, L.A.J., Madeira, J., Needham, H.D.
9333 (1998). Morphotectonic analysis of the Azores Volcanic Plateau from a new bathymetric
9334 compilation of the area. Marine Geophysical Researches, 20(3):141-156.

9335 LuminAves (2019). Guia de Boas Práticas para a Mitigação da Poluição Luminosa nos Açores
9336 (Relatório de Projeto). 25 p. + attachments

9337 LuminAves (2020). Estrategia para la Reducción de la Contaminación Luminica en la Macaronésia.
9338 Under the framework of LuminAves project (GA n.º INTERREG MAC/4.6d/157). 43p.

9339 Macedo, F.L.W.F.M. (2011). Rocky shore macroalgae communities of the Azores (Portugal) and the
9340 British Isles: a comparison for the development of ecological quality assessment tools.
9341 Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland, United Kingdom.

9342 Machete, M., Morato, T., Menezes, G. (2011). Experimental fisheries for black scabbardfish
9343 (Aphanopus carbo) in the Azores, Northeast Atlantic. ICES J Mar Sci., 68:302–8.
9344 doi:10.1093/icesjms/fsq087.

9345 Machín, F., Pelegrí, J.L., Emelianov, M., Isern-Fontanet, J., White, M., Bashmachnikov, I., Mohn, C.
9346 (2009). Mass and Nutrient Fluxes around Sedlo Seamount. Deep-Sea Research Part II:
9347 Topical Studies in Oceanography, 56(25): 2606-2617.

9348 Madeira, J. (1998). Estudos de neotectónica nas ilhas do Faial, Pico e S. Jorge: uma contribuição para
9349 o conhecimento geodinâmico da junção tripla dos Açores. Tese de Doutoramento no ramo
9350 de Geologia, especialidade em Geodinâmica Interna. Faculdade de Ciências da Universidade
9351 de Lisboa, 428 pp.

9352 Madruga, J.S. (1986). Andossolos dos Açores – Contributo para o seu Estudo. Provas de síntese para
9353 Provas de aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Universidade dos Açores,
9354 Departamento de Ciências Agrárias, Angra do Heroísmo.

9355 Madureira, P., Moreira, M., Mata, J., Allegre, J.C. (2005). Primitive helium and neon isotopes in
9356 Terceira island (Azores archipelago). Earth Planet. Sci. Lett., 233: 429-440.

9357 Magalhães, M. (2007). Foraging ecology of Cory's shearwaters in the Azores Islands. Ph.D. Thesis.
9358 The University of Leeds, Institute of Integrative and Comparative Biology.

9359 Maillard, C., Käse, R. (1989). The near-surface flow in the Subtropical Gyre south of Azores. Journal
9360 of Geophysical Research, 94 (C11): 16133-16140.

9361 MAMAOT (2012a). Estratégia Marinha para a subdivisão da Plataforma Continental

9362 MAMAOT (2012b). Estratégia Marinha para a subdivisão do Continente. Diretiva Quadro Estratégia
9363 Marinha. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território,
9364 Portugal, 214 pp.

9365 Mann, K. H., Lazier, J. R. N. (2013) Dynamics of Marine Ecosystems: Biological-Physical Interactions
9366 in the Oceans. John Wiley & Sons.

9367 Mann, K.H., Lazier, J.R.N. (1996). Dynamics of marine ecosystems: Biological-Physical Interactions in
9368 the Oceans. Blackwell Science, Cambridge, MA.

9369 Martin, B., Christiansen B. (2009). Distribution of zooplankton biomass at three seamounts in the
9370 NE Atlantic. Deep-Sea Research II, 56: 2671-2682.

9371 Martins, A. M., Bashmachnikov, I. L., Lafon, V. M., Mendonca, A. H., Jose, F., Figueiredo, M. P.,
9372 Macedo, L.M. (2004). Discovering the Azores front/current system with SeaWIFS imagery.
9373 Proceedings of SPIE, 5569:156-167.

9374 Martins, A., Bashmachnikov, I., Mendonça, A. (2008). Multi-sensor (SeaWiFS/MODIS/AVHRR)
9375 Surface Signature of the Azores Current. Geophysical Research Abstracts, 10, EGU2008-A-
9376 11379.

9377 Martins, A.M., Amorim, A.S.B., Figueiredo, M.P., Souza, R.J., Mendonça, A.P., Bashmachnikov, I.L.,
9378 Carvalho, D.S. (2007). Sea surface temperature (AVHRR, MODIS) and ocean colour (MODIS)
9379 seasonal and interannual variability in the Macaronesian islands of Azores, Madeira, and
9380 Canaries. Proc. SPIE 6743, Remote Sensing of the Ocean, Sea Ice, and Large Water Regions
9381 2007, 67430A (5 October 2007).

9382 Martins, A.M., Magalhães, B.I., Pieper, C., Loureiro, C., Piedade, G., Silva, H.M., Gonçalves, J.M.,
9383 Abella, L., Solleliet-Ferreira, S. (2018). Estudo dos arrojamentos de macroalgas marinhas no
9384 Porto da Madalena – Pico (Caracterização e previsão da probabilidade de ocorrência).
9385 Relatório Final. Horta, Açores.

9386 Martins, G. M., Jenkins, S. R., Neto, A. I., Hawkins, S. J. e Thompson, R. C. (2016), Long-Term
9387 Modifications of Coastal Defences Enhance Marine Biodiversity. Environmental
9388 Conservation. https://doi.org/10.1017/S0376892915000284.

Martins, G., Ribeiro, D.C., Pacheco, D., Cruz, J. V., Cunha, R., Gonçalves, V., Nogueira, R., Brito, A.G. (2008). Prospective scenarios for water quality and ecological status in Lake Sete Cidades (Portugal): The integration of mathematical modelling in decision processes. Appl. Geochemistry 23, 2171–2181. https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.03.001

Martins, G.M., Hipólito, C., Parreira, F., C.L. Prestes, A., Dionísio, M.A., José, J.M., Neto, A.I. (2016). Differences in the structure and functioning of two communities: Frondose and turf-forming macroalgal dominated habitats. Mar. Environ. Res. 116, 71–77. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.03.004

Martins, I., Godinho, A., Goulart, J., Carreiro-Silva, M. (2018). Assessment of Cu sub-lethal toxicity (LC 50) in the cold-water gorgonian Dentomuricea meteor under a deep-sea mining activity scenario. Environ. Pollut. 240, 903–907. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.040

Martins, I., Goulart, J., Martins, E., Morales-Román, R., Marín, S., Riou, V., Colaço, A., Bettencourt, R. (2017). Physiological impacts of acute Cu exposure on deep-sea vent mussel Bathymodiolus azoricus under a deep-sea mining activity scenario. Aquat. Toxicol. 193, 40–49. https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2017.10.004

Martins, I.C.A. (2010). Ecotoxicological Response of Bathymodiolus azoricus from Lucky Strike hydrothermal vent: microenvironment biotic and abiotic influence. Tese de Doutoramento em Ciências do Mar: Ecologia Marinha. Universidade dos Açores, Departamento de Oceanografia e Pescas. Horta, 179 pp.

Martins, J.A. (1986). Potencialidades da ZEE Açoriana. Relatório da VI Semana das Pescas dos Açores –1985. Pp. 125-132. Secretaria Regional de Agricultura e Pescas, Direção Regional das Pescas dos Açores, Horta, Açores.

Matiddi, M., DeLucia, G.A., Silvestri, C., Darmon, G., Tomás, J., Pham, C.K., Camedda, A., Vandeperre, F., Claro, F., Kaska, Y., Kaberi, H., Revuelta, O., Piermarini, R., Daffina, R., Pisapia, M., Genta, D., Sözbilen, D., Bradai, M.N., Rodríguez, Y., Gambaiani, D., Tsangaris, C., Chaieb, O., Moussier, J., Loza, A.L., Miaud, C. (2019). Data Collection on Marine Litter Ingestion in Sea Turtles and Thresholds for Good Environmental Status. J. Vis. Exp. 1–9. https://doi.org/10.3791/59466

Matos, A.F.C. (2015). Caracterização da agitação marítima na central de energia das ondas do Pico, Açores. Dissertação de Mestrado em Energias Renováveis e Gestão de Energia. Universidade do Algarve. 115 pp

Matos, V., Gomes-Pereira, J. N., Tempera, F., Ribeiro, P. A., Braga-Henriques, A. e Porteiro, F. (2014). First Record of Antipathella Subpinnata (Anthozoa, Antipatharia) in the Azores (NE Atlantic), with Description of the First Monotypic Garden for This Species. Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.07.003.

McGlathery, K.J., Sundbäck, K., Anderson, I.C. (2007). Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons: The role of plants in the coastal filter. Mar. Ecol. Prog. Ser. https://doi.org/10.3354/meps07132

Meireles, R.P., Quartau, R., Ramalho, R.S., Rebelo, A.C., Madeira, J., Zanon, V., Ávila, S.P. (2013). Depositional Processes on Oceanic Island Shelves - Evidence from Storm-Generated Neogene Deposits from the Mid-North Atlantic. Sedimentology, 60(7): 1769–1785.

9430 Meirinho, A., Magalhães, M. C., Pitta Groz, M. (2004). Proposta de Plano de Gestão da Zona de
9431 Proteção Especial Ilhéu da Vila e costa adjacente. Arquivos do DOP. Série Estudos, nº
9432 9/2004, 52 p.

9433 Meirinho, A., Magalhães, M. C., Pitta Groz, M. (2004). Proposta de Plano de Gestão para a Zona de
9434 Proteção Especial Costa e Caldeirão. Arquivos do DOP. Série Estudos, nº 3/2004, 52 p.

9435 Meirinho, A., Magalhães, M. C., Pitta Groz, M. (2004). Proposta de Plano de Gestão para a Zona de
9436 Proteção Especial Ilhéu das Cabras. Arquivos do DOP. Série Estudos, nº 8/2004, 37 p.

9437 Meirinho, A., Magalhães, M. C., Pitta Groz, M. (2004). Proposta de Plano de Gestão para a Zona de
9438 Proteção Especial Ilhéu de Baixo. Arquivos do DOP. Série Estudos, nº 7/2004, 43 p.

9439 Meirinho, A., Magalhães, M. C., Pitta Groz, M. (2004). Proposta de Plano de Gestão para a Zona de
9440 Proteção Especial Lajes do Pico. Arquivos do DOP. Série Estudos, nº 4/2004, 42 p.

9441 Meirinho, A., Magalhães, M. C., Pitta Groz, M. (2004). Proposta de Plano de Gestão para a Zona de
9442 Proteção Especial Ponta da Ilha. Arquivos do DOP. Série Estudos, nº 5/2004, 41 p.

9443 Meirinho, A., Pitta Groz, M., Silva, A. G. (2002). Proposta de Plano de Gestão da Zona de Proteção
9444 Especial Ilhéu do Topo e Costa Adjacente. Departamento de Oceanografia e Pescas da
9445 Universidade dos Açores, Horta.

9446 Meirinho, A., Pitta Groz, M., Silva, A. G. (2002). Proposta de Plano de Gestão para a Zona de Proteção
9447 Especial "Costa das Flores". Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos
9448 Açores, Horta.

9449 Meirinho, A., Pitta Groz, M., Silva, A. G. (2003). Proposta de Plano de Gestão da Zona de Proteção
9450 Especial Ilhéu da Praia. Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos
9451 Açores, Horta.

9452 Meirinho, A., Pitta Groz, M., Silva, A. G., Bolton, M. (2002). Proposta de Plano de Gestão para a Zona
9453 de Proteção Especial "Contendas". Departamento de Oceanografia e Pescas da
9454 Universidade dos Açores, Horta.

9455 Meirinho, A., Pitta Groz, M., Silva, A. G., Bolton, M. (2002). Proposta de Plano de Gestão para a Zona
9456 de Proteção Especial Capelinhos. Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade
9457 dos Açores, Horta.

9458 Melo, A., Cruz, J. V., Coutinho, R. (2014). Composição da água em rios em ilhas vulcânicas:
9459 Caracterização e principais processos hidrogeoquímicos na ilha de São Miguel (Açores,
9460 Portugal). Comun. Geol. 101, 693–696.

9461 Melo, O., Menezes, G.M. (2002). Projeto de acompanhamento de experiencia de pesca dirigida ao
9462 peixe-relógio (*Hoplostethus atlanticus*)-FISHOR. Arq do DOP, Série Estud. 2002;4:2002.

9463 Mendes, A.R.M. (2008). Influência das fontes hidrotermais marinhas de baixa profundidade na
9464 composição das comunidades de meiofauna. Relatório de Estágio da Licenciatura em
9465 Biologia Marinha. Departamento de Biologia. Universidade dos Açores, Ponta Delgada. 38
9466 pp.

9467 Mendonça, A., Arístegui, J., Vilas, J.C., Montero, M.F., Ojeda, A., Espino, M., Martins, A. (2012). Is
9468 There a Seamount Effect on Microbial Community Structure and Biomass? The Case Study
9469 of Seine and Sedlo Seamounts (Northeast Atlantic). PLoS ONE, 7(1): e29526.

Menezes, G., Diogo, H., Giacomello, E. (2013). Reconstruction of demersal fisheries history on the Condor seamount, Azores archipelago (Northeast Atlantic), Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 98 (A): 190-203.

Menezes, G.M., Sigler, M.F., Silva, H.M., Pinho, M.R. (2006). Structure and zonation of demersal and deep-water fish assemblages off the Azores Archipelago (Mid-Atlantic). Marine Ecological Progress Series, 324: 241–260.

Micael J., Azevedo J., Costa A. (2006). Biological characterization of a subtidal tunnel in São Miguel Island (Azores). Marine. Freshwater, and Wetlands Biodiversity Conservation, 4: 307-316.

Micael, J., Costa, A.C. (2010). Echinodermata, in: A List of the Terrestrial and Marine Biota from the Azores. Principia, Cascais, Portugal, pp. 321–323.

Micael, J., Gillon, A., Jardim, N., Rodrigues, P., Costa, A.C. (2018). Sexual reproduction in the invasive bryozoan Amathia verticillata (Ctenostomatida: Vesiculariidae). J. Coast. Conserv. 22, 305–314. https://doi.org/10.1007/s11852-017-0577-6

Micael, J., Parente, M.I., Costa, A.C. (2014b). Tracking macroalgae introductions in North Atlantic oceanic islands. Helgol. Mar. Res. 68, 209–219. https://doi.org/10.1007/s10152-014-0382-7

Michalsen, K., Dalpadado, P., Eriksen, E., Gjøsæter, H., Ingvaldsen, R.B., Johannesen, E., *et al.* (2013). Marine living resources of the Barents Sea – Ecosystem understanding and monitoring in a climate change perspective. Mar Biol Res., 9:932–47. doi:10.1080/17451000.2013.775459.

Miller, K.A., Thompson, K.F., Johnston, P., Santillo, D. (2018). An Overview of Seabed Mining Including the Current State of Development, Environmental Impacts, and Knowledge Gaps. Front. Mar. Sci., 4.

Minderlein, R., Wirtz, P. (2014). A sea urchin (Diadema africanum Rodriguez *et al.*, 2013) and a pipe fish (Syngnathus phlegon Risso, 1827): two new records for the Azores. Arquipélago. Life Mar. Sci. 31.

Miranda, J. M., Luis, J. F., Lourenço, N., Santos, F. M. (2005). Identification of the magnetization low of the Lucky strike hydrothermal vent using surface magnetic data. Journal of Geophysical Research: Solid Earth 110 (4): 1–9. https://doi.org/10.1029/2004JB003085.

Miranda, P.F.N. (2017). Identificação de zonas de agregados costeiros grosseiros na Região - Produto A: Mapear condicionantes legais e troços. Horta, Açores.

Miranda, P.F.N. (2018). Identificação de zonas de agregados costeiros na Pegião - Produto A: Propor troços recomendados, definir áreas prioritárias para estudos geológicos e propor alteração à legislação. Horta, Açores.

MISTIC SEAS II Consortium (2018). Macaronesian Roof Report (TRWP2) - Applying a sub-regional coherent and coordinated approach to the monitoring and assessment of marine biodiversity in Macaronesia for the second cycle of the MSFD. WP2 - Towards a coherent update of initial assessment, GES and targets, Task 2.1. Update of the Initial Assessment and Task 2.2. Finding common GES definition and Environmental Targets for the Macaronesia GA No 11.0661/2017/750679/SUB/ENV.C2., Brussels, 132pp.

MISTIC SEAS II Consortium (2019a). Technical Report 2 Sub-program A (A-MB-TR2) - Applying a sub-regional coherent and coordinated approach to the monitoring and assessment of marine biodiversity in Macaronesia for the second cycle of the MSFD. WP1 - Monitoring Programs

and Data gathering, Task 1.2. Pilot Monitoring Projects Marine Mammals & Marine Turtles, GA No 11.0661/2017/750679/SUB/ENV.C2., Brussels, 141 pp

MISTIC SEAS II Consortium (2019b). Technical Report 2 Subprogram B (B-MM-TR2) - Applying a sub-regional coherent and coordinated approach to the monitoring and assessment of marine biodiversity in Macaronesia for the second cycle of the MSFD. WP1 - Monitoring Programs and Data gathering, Task 1.2. Pilot Monitoring Projects Marine Mammals & Marine Turtles, GA No 11.0661/2017/750679/SUB/ENV.C2., Brussels, 40pp

MISTIC SEAS II Consortium (2019c). Technical Report WP3 (TRWP3) - Applying a sub-regional coherent and coordinated approach to the monitoring and assessment of marine biodiversity in Macaronesia for the second cycle of the MSFD. WP3 - Risk assessment and preparing next steps of the 2nd Cycle, Task 3.1. Risk Assessment, Task 3.2. Monitoring Program Review and Task 3.3. Programs of Measures., GA No 11.0661/2017/750679/SUB/ENV.C2., Brussels, 198pp.

Mohn, C., White, M., Bashmachnikov, I., Jose, F., Pelegrí, J.L. (2009). Dynamics at an Elongated, Intermediate Depth Seamount in the North Atlantic (Sedlo Seamount, 40°20′N, 26°40′W). Deep-Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 56(25): 2582-2592.

Monteiro L.R., Granadeiro J.P., Furness R.W. (1998). Relationship between mercury levels and diet in Azores seabirds. Marine Ecology Progress Series, 166: 259-265.

Monteiro, L. R., Ramos, J. A., Furness, R. W., del Nevo, A. J. (1996b). Movements, morphology, breeding, molt, diet and feeding of seabirds in the Azores. Col. Waterbirds, 19: 82-97.

Monteiro, L.R., Furness, R.W. (1998). Speciation through temporal segregation of Madeiran Storm Petrel (Oceanodroma castro) populations in the Azores? Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 353: 945-953.

Monteiro, L.R., Granadeiro, J.P., Furness, R.W., Oliveira, P. (1999b). Contemporary patterns of mercury contamination in the Portuguese Atlantic inferred from mercury concentrations in seabird tissues. Marine Environmental Research, 47: 137-156.

Monteiro, L.R., Ramos, J. A., Furness, R.W. (1996a). Past and present status and conservation of the seabirds breeding in the Azores archipelago. Biological Conservation, 78: 319-328.

Monteiro, L.R., Ramos, J.A., Furness, R.W., Del Nevo, A.J. (1996). Movements, morphology, breeding, molt, diet and feeding of seabirdsin the Azores. Waterbirds, 19: 82–97.

Monteiro, L.R., Ramos, J.A., Pereira, J.C., Monteiro, P.R., Feio, R.S., Thompson, D.R., Bearhop, S., Furness, R.W., Laranjo, M., Hilton, G., Neves, V.C., Groz, M.P., Thompson, K.R. (1999a). Status and distribution of Fea´s Petrel, Bulwer´s Petrel, Manx Shearwater, Little Shearwater and Band-Rumped Storm-Petrel in the Azores Archipelago. Waterbirds, 22 (3): 358-366.

Montes, E., Muller-Karger, F.E., Cianca, A., Lomas, M.W., Lorenzoni, L., Habtes, S. (2016). Decadal variability in the oxygen inventory of North Atlantic subtropical underwater captured by sustained, long-term oceanographic time series observations. Global Biogeochem. Cycles 30, 460–478. https://doi.org/10.1002/2015GB005183

Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L.F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, G. C., Lee, P. L M. (2010). Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. Journal of Biogeography, 37 (9): 1752–1766.

9553 Morais, T.G., Teixeira, R.F.M., Rodrigues, N.R., Domingos, T. (2018). Carbon footprint of milk from
9554 pasture-based dairy farms in Azores, Portugal. Sustain. 10, 3658.
9555 https://doi.org/10.3390/su10103658

9556 Morato, T, Lemey, E., Menezes, G., Pham, C. K., Brito, J., Soszynski, A,. Pitcher, T.J., Heymans, J.J.
9557 (2016). Food-Web and Ecosystem Structure of the Open-Ocean and Deep-Sea Environments
9558 of the Azores, NE Atlantic. Front. Mar. Sci.: 3:245. doi: 10.3389/fmars.2016.00245.

9559 Morato, T., Cheung, W.W.L., Pitcher, T.J. (2006). Vulnerability of seamount fish to fishing: fuzzy
9560 analysis of life-history attributes. J Fish Biol., 68:209–21. doi:10.1111/j.0022-
9561 1112.2006.00894.x.

9562 Morato, T., González-Irusta, J., Dominguez-Carrió, C., Wei, C., Davies, A., Sweetman, A.K., *et al.*
9563 (2020). Climate-induced changes in the suitable habitat of cold-water corals and
9564 commercially important deep-sea fishes in the North Atlantic. Glob Chang Biol., 26:2181–
9565 202. doi:10.1111/gcb.14996.

9566 Morato, T., Hoyle, S.D., Allain, V., Nicol, S.J. (2010). Seamounts are hotspots of pelagic biodiversity
9567 in the open ocean. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107 (21), 9707-9711.

9568 Morato, T., Kvile, K., Taranto, G. H., Tempera, F., Narayanaswamy, B. E., Hebbeln, D., Menezes, G.
9569 M., Wienberg, C., Santos, R. S., Pitcher, T. J. (2013) Seamount Physiography and Biology in
9570 the North-East Atlantic and Mediterranean Sea. Biogeosciences.
9571 https://doi.org/10.5194/bg-10-3039-2013.

9572 Morato, T., Lemey, E., Menezes, G., Pham, C. K., Brito, J., Soszynski, A., Pitcher, T. J., Heymans, J. J.
9573 (2016). Food-Web and Ecosystem Structure of the Open-Ocean and Deep-Sea Environments
9574 of the Azores, NE Atlantic. Frontiers in Marine Science, 3 no. DEC (2016): 1–13.
9575 https://doi.org/10.3389/fmars.2016.00245.

9576 Morato, T., Machete, M., Kitchingman, A., Tempera, F., Lai, S, Menezes, G., Pitcher, T.J., Santos, S.R.
9577 (2008). Abundance and distribution of seamounts in the Azores, Marine Ecology Progress
9578 Series 357: 23-32.

9579 Morato, T., Machete, M., Kitchingman, A., Tempera, F., Lai, S., Menezes, G., Santos, R.S., Pitcher, T.J.
9580 (2008). Abundance and distribution of seamounts in the Azores. Marine Ecology Progress
9581 Series, 357: 17-21.

9582 Morato, T., Pham, C.K., Pinto, C., Golding, N, Ardron, J.A., Muñoz, P.D., Neat, F. (2018). A multi
9583 criteria assessment method for identifying vulnerable marine ecosystems in the North-East
9584 Atlantic». Frontiers in Marine Science, 5 (DEC): 1–13.
9585 https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00460.

9586 Morato, T., Pitcher, T. J., Clark, M. R., Menezes, G., Tempera, F., Porteiro, F., Giacomello, E. e Santos,
9587 R. S. (2010). Can we protect seamounts for research? A call for conservation. Oceanography
9588 23 (1): 190–99. https://doi.org/10.5670/oceanog.2010.71.

9589 Morato, T., Rodrigues, L., DRAM (2019). PARTE I. Recolha, compilação e organização de dados do
9590 ambiente marinho para caracterização da área abrangida no Ordenamento do Espaço
9591 Marítimo nos Açores. MarSP Deliverable: D.3.5. Spatial distribution maps of species,
9592 habitats and impacts – Azores, under the WP3 of MarSP: Macaronesian Maritime Spatial
9593 Planning project (GA nº EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106).

9594 Morato, T., Varkey, D. A., Damaso, C., Machete, M., Santos, M., Prieto, R., Santos, R. S., Pitcher, T. J.
9595 (2008). Evidence of a Seamount Effect on Aggregating Visitors." Marine Ecology Progress
9596 Series 357: 23–32. https://doi.org/10.3354/meps07269.

9597 Moreira, S., Vinhas, A., Rodrigues, A., Quartau, R., Santos, R. (2020). Contributo para a cartografia
9598 sedimentar da plataforma da Ilha de Santa Maria (Arquipélago dos Açores). 6.as Jornadas
9599 de Engenharia Hidrográfica/ 1.as Jornadas Luso-Espanholas de Hidrografia.

9600 Moreno, D. (1998). Descripción de la comunidad de Ervilia castanea (Montagu, 1803) (Bivalvia,,
9601 Tellinoidea) en fondos de arena gruesa del Cabo de Gata (Almería, SE de la Península
9602 Ibérica). Iberus 16, 21–38.

9603 Morri C., Bianchi, C. N., Cocito, S., Peirano, A., De Biasi, A. M., Aliani, S., Pansini, M., Boyer, M.,
9604 Ferdeghini, F., Pestarino, M., Dando, P. (1999). Biodiversity of marine sessile epifauna at an
9605 Aegean island subject to hydrothermal activity: Milos, eastern Mediterranean Sea. Marine
9606 Biology, 135: 729– 739.

9607 Morton B., Britton J. C. (2000). Origins of the Azorean intertidal biota: the significance of introduced
9608 species, survivors of chance events. Arquipélago, 2A: 29–51.

9609 Morton, B. (1990). The biology and functional morphology of Ervilia castanea (Bivalvia:Tellinacea)
9610 from the Azores. Açoreana 75–96.

9611 Morton, B., Britton, J.C., Martins, A.M.F. (1998). Ecologia Costeira dos Açores. Sociedade Afonso
9612 Chaves, Ponta Delgada, 249 pp.

9613 Morton, B., Frias Martins, A.M. (2019). The Azores, in: World Seas: An Environmental Evaluation.
9614 Elsevier, pp. 501–530.

9615 Moura C.J., Cunha M.R., Porteiro F.M., Yesson C., Rogers A.D. (2012). Evolution of Nemertesia
9616 hydroids (Cnidaria: Hydrozoa, Plumulariidae) from the shallow and deep waters of the NE
9617 Atlantic and western Mediterranean. Zoologica Scripta, 41 (1): 79-96.

9618 Muiños, L. Gaspar, J.H. Monteiro, R. Salgueiro, J.F. Ramos, V.H.Magalhães, T. Rodrigues (2002) -
9619 "Ferromanganese Deposits from the Nameless Seamount- Preliminary Results". IOC
9620 Workshop Report No.183, 27-30, UNESCO.

9621 Muiños, S. (2005). Contribuição da análise multivariada para o estudo de crostas submarinas de
9622 ferro e manganês do Atlântico Nordeste. Dissertação de Mestrado. Instituto Superior
9623 Técnico; Universidade Técnica de Lisboa.

9624 Murakami, H., Hsu, P., Arakawa, O., Li, T. (2014). Influence of Model Biases on Projected Future
9625 Changes in Tropical Cyclone Frequency of Occurrence. Journal of Climate, 27(5): 2159-2181.

9626 Muzavor, S.N. (1981). Contribuição para o estudo do zooplâncton nas águas dos Açores.
9627 Arquipélago, Série Ciências. Naturais, 2: 153-163.

9628 Narciso, Á., Gallo, F., Valente, A., Cachão, M., Cros, L., Azevedo, E.B., Ramos, J.B. (2016). Seasonal
9629 and interannual variations in coccolithophore abundance off Terceira Island, Azores (Central
9630 North Atlantic). Cont. Shelf Res. 117, 43–56. https://doi.org/10.1016/j.csr.2016.01.019

9631 Nash, R.D.M., Santos, R.S., Geffen, A.J., Hughes, G., Ellis, T.R. (1994). Diel variability in catch rate of
9632 juvenile flatfish on two small nursery grounds (Port Erin Bay, Isle of Man and Porto Pim Bay,
9633 Faial, Azores). J. Fish Biol. 44, 35–45. https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1994.tb01583.x

9634 Needham, H., Francheteau, J. (1974). Some characteristics of the rift valley in the Atlantic Ocean
9635 near 36° 48' north. Earth and Planetary Science Letters, 22: 29-43.

9636 Neto, A.I. (1992). Contribution to the taxonomy and ecology of the Azorean benthic marine algae.
9637 Biol. J. Linn. Soc. 46, 163–176. https://doi.org/10.1111/j.1095-5337 8312.1992.tb00858.x

9638 Neto, A.I. (1997). Studies on algal communities of São Miguel, Azores. Tese de Doutoramento.
9639 Universidade dos Açores. Ponta Delgada, 309 pp.

9640 Neto, A.I. (2000a). Ecology and dynamics of two intertidal algal communities on the littoral of the
9641 island of São Miguel (Azores). Hydrobiologia 432, 135–147.
9642 https://doi.org/10.1023/A:1004042808901 5330

9643 Neto, A.I. (2000b). Observations on the biology and ecology of selected macroalgae from the littoral
9644 of Sao Miguel (Azores). Bot. Mar. 43, 483–498. https://doi.org/10.1515/BOT.2000.049

9645 Neto, A.I. (2001). Macroalgal species diversity and biomass of subtidal communities of Sao Miguel
9646 (Azores). Helgol. Mar. Res. 55, 101–111. https://doi.org/10.1007/s101520100074

9647 Neto, A.I., Brotas, V., Azevedo, J.M.N., Patarra, R.F., Álvaro, N.M. V, Gameiro, C., Prestes, A.C.L.,
9648 Nogueira, E.M. (2009). Qualidade de águas costeiras do Grupo Oriental do arquipélago dos
9649 Açores e proposta de monitorização. Ponta Delgada, Açores.

9650 Neto, A.I., Tittley I., Raposeiro P. (2005). Flora Marinha do Litoral dos Açores. Secretaria Regional do
9651 Ambiente e do Mar. Horta, 159 pp.

9652 Neves, J., Giacomello, E., Menezes, G.M., Fontes, J., Tanner, S.E. (2021). Temperature-Driven
9653 Growth Variation in a Deep-Sea Fish: The Case of Pagellus bogaraveo (Brünnich, 1768) in
9654 the Azores Archipelago. Front Mar Sci., 8:1217. doi:10.3389/fmars.2021.703820.

9655 Neves, V. C., Murdoch, N., Furness, R.W. (2006). Population status and diet of the Yellow-legged Gull
9656 in the Azores. Arquipélago, Life and Marine Sciences, 23A: 59-73.

9657 Neves, V.C., Bried, J., González-Solís, J., Roscales, J. L., Clarke, M. R. (2012). Feeding ecology and
9658 movements of the Barolo shearwater Puffinus baroli baroli in the Azores, NE Atlantic.
9659 Marine Ecology Progress Series, 452: 269–285.

9660 Ng, K., Borges, P., Phillips, M.R., Medeiros, A., Calado, H. (2019). An Integrated Coastal Vulnerability
9661 Approach to Small Islands: The Azores Case. Science of The Total Environment, 690: 1218–
9662 27. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.013

9663 Ng, K., Phillips, M.R., H. Calado, P. B., Veloso-Gomes F. (2013). Seeking Harmony in Coastal
9664 Development for Small Islands: Exploring Multifunctional Artificial Reefs for São Miguel
9665 Island, the Azores. Applied Geography 44 (October 2013): 99–111.
9666 https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.013.

9667 Nixon, S.W. (1995). Coastal marine eutrophication: A definition, social causes, and future concerns.
9668 Ophelia 41, 199–219. https://doi.org/10.1080/00785236.1995.10422044

9669 Norse, E.A., Brooke, S., Cheung, W.W.L., Clark, M.R., Ekeland, I., Froese, R., *et al.* (2012).
9670 Sustainability of deep-sea fisheries. Mar Policy, 36:307–20.
9671 doi:10.1016/j.marpol.2011.06.008.

9672 Novaglio, C., Bax, N., Boschetti, F., Emad, G. R., Frusher, S., Fullbrook, L., Hemer, M., Jennings, S.,
9673 van Putten, I., Robinson, L. M., Spain, E., Vince, J., Voyer, M., Wood, G., Fulton, E. A. (2021).
9674 Deep aspirations: towards a sustainable offshore Blue Economy. Reviews in Fish Biology and
9675 Fisheries. https://doi.org/10.1007/s11160-020-09628-6

9676 Nunes, J.C. (1998). Paisagens Vulcânicas dos Açores. Ed. Amigos dos Açores, Ponta Delgada, 54 pp.

Nunes, J.C. (1999). A atividade vulcânica na ilha do Pico do Plistocénico Superior ao Holocénico: mecanismo eruptivo e hazard vulcânico. Tese de doutoramento, ramo de Geologia, especialidade de Vulcanologia. Departamento de Geociências, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 357 pp.

OCEANA (2011). OSPAR Workshop on the Improvement of the Definitions of Habitats on the OSPAR List. OCEANA organization. 81 pp. [http://oceana.org/sites/default/files/reports/OCEANA_OSPARworkshopdefinitionshabitats_October2011_Bergen_FINAL.pdf]

OECD (2005) A framework for biotechnology statistics. Paris: Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD) Publishing, Paris. 52 pp.

OECD (2020). Sustainable ocean for all. Harnessing the benefits of sustainable ocean economies for developing countries. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) Publishing, Paris. 170 pp.

Olenin, S., Alemany, F., Cardoso, A.C., Gollash, S., Goulletquer, P., Lehtiniemi, M., Mccollin, T., Minchin, D., Miossec, L., Occhipinti Ambrogi, A., Ojaveer, H., Rose Jensen, K., Stankiewicz, M., Wallentinus, I., Aleksandrov, B. (2010). MSFD Task Group 2 Report Non-indigenous species, JRC Scientific and Technical Reports. https://doi.org/10.2788/87092

Oliveira, C.I.B. (2005). A Atividade de Observação Turística de Cetáceos no Arquipélago dos Açores. Contribuição para o seu Desenvolvimento Sustentável. Dissertação Mestrado - Gestão e Conservação da Natureza. Departamento de Ciências Agrárias, Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo, 90 pp.

Oliveira, E.N., Knoppers, B.A., Lorenzzetti, J.A., Medeiros, P.R.P, Carneiro, M.E., de Souza, W.F.L. (2012). A Satellite View of Riverine Turbidity Plumes on the NE-E Brazilian Coastal Zone. Brazilian Journal of Oceanography, 60(3): 283-298.

Ollitrault, M. (1995). La circulation générale de l'Atlantique Nord subtropical vers 700 m de profondeur, révélée par des flotteurs dérivants de subsurface. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences Paris, 321(IIa): 153–160.

Onken, R. (1993). The Azores Countercurrent. Journal of Physical Oceanography, 23: 1638-1646.

Orcutt, B.N., Bradley, J.A., Brazelton, W.J., Estes, E.R., Goordial, J.M., Huber, J.A., Jones, R.M., Mahmoudi, N., Marlow, J.J., Murdock, S., Pachiadaki, M. (2020). Impacts of deep-sea mining on microbial ecosystem services. Limnol. Oceanogr., lno. 11403.

OSPAR (2000). Quality Status Report. Region V – Wider Atlantic.OSPAR Comission. Biodiversity series, London, 122pp.

OSPAR (2009). Assessment of construction or placement of artificial reefs. OSPAR Publication No. 438/2009. OSPAR Commission, London.

OSPAR (2009). Status and trend of marine chemical pollution Hazardous Substances Series. Arctic 162.

OSPAR (2010). Background document for oceanic ridges with hydrothermal vents/fields. Biodiversity Series, 490: 1-17.

OSPAR (2010). Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area.

OSPAR (2010). Quality Status Report. OSPAR Comission. London, 176pp.

OSPAR (2012). MSFD Advice Manual and Background Document on Biodiversity A living document. Version 3.2, 5 March 2012. Approaches to determining good environmental status, setting of environmental targets and selecting indicators for Marine Strategy Framework Directive descriptors 1, 2, 4 and 6.

OSPAR (2017). CEMP Guidelines for Monitoring and Assessment of Loud, Low and Mid-Frequency Impulsive Sound Sources in the OSPAR Maritime Region.

OSPAR (2019a). Beach Litter – Abundance, Composition and Trends. Intermediate assessment. . [ONLINE] Disponível em: https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities/marine-litter/beach-litter/ [acedido a 4 de janeiro de 2020]

OSPAR (2019b). Composition and Spatial Distribution of Litter on the Seafloor. [ONLINE] Disponível em: https://oap.ospar.org/en/ospar-assessments/intermediate-assessment-2017/pressures-human-activities/marine-litter/composition-and-spatial-distribution-litter-seafloor/ [acedido a 4 de janeiro de 2020]

Ostrooumov, M. (2017). Raman and Infrared Reflection Spectroscopic Study of Mineralogical Composition of Iron-Manganese Nodules (Pacific and Indian Oceans). Int. J. Exp. Spectrosc. Tech., 2: 1–12.

PA (2020). Portos dos Açores: Relatório e Contas 2019. Portos dos Açores (PA), Horta.

Pacheco, J.M., Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J.V., Pimentel, A., Silva, R., Gaspar, J.L., Goulart, C. (2013). Notas sobre a Geologia do arquipélago dos Açores. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg, (Eds). Geologia de Portugal, Escolar Editora, Lisboa, 595-690 pp.

Pacheco, J.M., T. Ferreira, T., Queiroz, G., Wallenstein, N., Coutinho, R., Cruz, J.V., Pimentel, A., Silva, R., Gaspar, J.L., Goulart, C. (2011). Notas sobre a geologia do arquipélago dos Açores (in press).

Pacheco, M.B. (2013). Medidas da Terra e do Mar. Lisboa: Instituto Hidrográfico.

Palma, C., Lillebø, A.I., Borges, C., Souto, M., Pereira, E., Duarte, A.C., Abreu, M.P. (2012). Water column characterisation on the Azores platform and at the sea mounts south of the archipelago. Mar. Pollut. Bull. 64, 1884–1894. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.06.015

Palma, C.M.M.F. (2014). Metais em águas e sedimentos da Plataforma dos Açores. Banking. Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

Parente, M. (2010). Lista das macroalgas marinhas (Rhodophyta, Chlorophyta, Phaeophyceae). In: Borges P. *et al.* (Eds.). A list of the terrestrial and marine biota from the Azores. pp. 275-286, Principia, Cascais, 432 pp.

Parra, H.E., Pham, C.K., Menezes, G.M., Rosa, A., Tempera, F., Morato, T. (2017). Predictive modeling of deep-sea fish distribution in the Azores. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 145: 49-60. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.01.004.

Patey, M.D., Rijkenberg, M.J.A., Statham, P.J., Stinchcombe, M.C., Achterberg, E.P., Mowlem, M. (2008). Determination of nitrate and phosphate in seawater at nanomolar concentrations. TrAC Trends Anal. Chem. 27, 169–182. https://doi.org/10.1016/j.trac.2007.12.006

9759 Paulino, B.Q. (2013). Alterações da Comunidade de Peixes da Zona Arenosa da Baía de Porto Pim
9760 (Faial, Açores). Universidade dos Açores, Horta.

9761 Peliz, A., Dubert, J., Marchesiello, P., Teles-Machado, A. (2007). Surface circulation in the Gulf of
9762 Cadiz: Model and mean flow structure. Journal of Geophysical Research, 112: C11015.

9763 Perán, A.D., Pham, C.K., Amorim, P., Cardigos, F., Tempera, F., Morato, T. (2016). Seafloor
9764 Characteristics in the Azores Region (North Atlantic), Frontiers in Marine Science, 3: 214.

9765 Pereira, C. (2010). Aves dos Açores. SPEA – Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves. Lisboa,
9766 128 pp.

9767 Pereira, J.G. (1995). A pesca do atum nos Açores e o atum patudo (Thunnus obesus, Lowe 1839) do
9768 Atlântico. Tese de Doutoramento. Universidade dos Açores -DOP, Horta, 330 pp.

9769 Pereira, R.S.M. (2013). Caracterização das Megaesponjas do Batial Superior dos Açores. Tese de
9770 Mestrado em Estudos Integrados dos Oceanos, Universidade dos Açores. Departamento de
9771 Oceanografia e Pescas, Horta, 124 pp.

9772 Pérès, J.-M. (1992). Le bathyscaphe français Archimède aux Açores: Études bionomiques et
9773 ecologiques du benthos profond. In: Saldanha L. (Eds.), Centenaire de la Dernière Campagne
9774 Océanographique du Prince Albert de Monaco aux Açores à bord de L' Hirondelle. Açoreana,
9775 Suplemento -1992: 237-264.

9776 Pérès, J.-M., Maul, G.E., Arnaud, P., Carpine, C., Laubier, L., Saldanha, L., Zibrowius, H., Jarry, J.,
9777 Franqueville, C., Sibuet, M. (1972). Bathyscaphe "Archimède". Campagne 1966 à Madère.
9778 Campagne 1969 aux Açores. Publ. CNEXO, 124 pp., 1 plate.

9779 Pérez, F. F. (2003). Large and Mesoscale Variability of the Water Masses and the Deep Chlorophyll
9780 Maximum in the Azores Front. Journal of Geophysical Research 108, no. C7 2003: 3215.
9781 https://doi.org/10.1029/2000JC000360.

9782 Pérez, F. F., Aristegui, J., Vazquez-Rodriguez, M., Rios, A. F. (2010). Anthropogenic CO2 in the Azores
9783 region. Scientia Marina, 74: 11–19.

9784 Pérez, F. F., Fontela, M., García-Ibáñez, M. I., Mercier, H., Velo, A., Lherminier, P., Padin, X. A. (2018).
9785 Meridional overturning circulation conveys fast acidification to the deep Atlantic Ocean.
9786 Nature, 554 (7693), 515.

9787 Perrot, X., Carton, X. (2007). Baroclinic Point Vortex Interaction in a Time-Varying Flow. In
9788 Proceedings of the 18th CFM (Grenoble), 373–82.

9789 Person, R., Beranzoli, L., Berndt, C., Dañobeitia, J.J., Diepenbroecke, M., Favali, P., Gillooly, M.,
9790 Lykousis, V., Miranda, J.M., Mienert, J., Priede, I.E., Santos, R.S., Thomsen, L., Van Weering,
9791 T., Waldman, C. (2008). 'ESONET: An European Sea Observatory Initiative'. Oceans 2008 –
9792 Mts/IEEE Kobe Techno-Ocean, 1-3, 1215-1220.

9793 Petersen, J.K., Henriksen, P., Carstensen, J., Krause-Jensen, D., Dahl, K., Josefson, A.B., Hansen, J.L.S.,
9794 Middelboe, A.L., Andersen, J.L. (2005). Scientific and technical background for
9795 intercalibration of Danish coastal waters.

9796 Pham, C.K., Canha, A., Diogo, H., Pereira, J.G., Prieto, R., Morato, T. (2013). Total marine fishery catch
9797 for the Azores (1950–2010). ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 70(3), 564-
9798 577.

9799 Pham, C.K., Dâmaso, C., Frias, J., Rodriguez, Y., Carriço, R., Ríos, N., Cruz, M.J. (2016). Establishing a
9800 baseline on marine litter in the Azores (AZORLIT): Final technical report. 1, 119.

9801 Pham, C.K., Gomes-Pereira, J.N., Isidro, E.J., Santos, R.S., Morato, T. (2013). Abundance of litter on
9802 Condor seamount (Azores, Portugal, Northeast Atlantic). Deep. Res. Part II Top. Stud.
9803 Oceanogr. 98, 204–208. https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2013.01.011

9804 Pham, C.K., Rodríguez, Y., Dauphin, A., Carriço, R., Frias, J.P.G.L., Vandeperre, F., Otero, V., Santos,
9805 M.R., Martins, H.R., Bolten, A.B., Bjorndal, K.A. (2017). Plastic ingestion in oceanic-stage
9806 loggerhead sea turtles (Caretta caretta) off the North Atlantic subtropical gyre. Mar. Pollut.
9807 Bull. 121, 222–229. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.06.008

9808 Piazena, H., Perez-Rodrigues, E., Häder, D.P., Lopez-Figueroa, F. (2002). Penetration of solar
9809 radiation into the water column of the central subtropical Atlantic Ocean - Optical
9810 properties and possible biological consequences. Deep. Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 49,
9811 3513–3528. https://doi.org/10.1016/S0967-0645(02)00093-0

9812 Pieper, C., Ventura, M.A., Martins, A., Cunha, R.T. (2015). Beach debris in the Azores (NE Atlantic):
9813 Faial Island as a first case study. Mar. Pollut. Bull. 101, 575–582.
9814 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.10.056

9815 Pingree, R.D. (1997). The eastern subtropical gyre (North Atlantic): Flow rings recirculations
9816 structure and subduction. Journal of the Marine Biological Association of the United
9817 Kingdom, 77: 573-624.

9818 Pingree, R.D., Sinha, B. (1998). Dynamic Topography (ERS-1/2 and sea truth) of subtropical ring
9819 (STORM 0 in the STORM Corridor (32-34º N), Eastern Basin, North Atlantic Ocean. Journal
9820 of the Marine Biological Association of the UK, 78: 351-376.

9821 Pinho, M.R., Menezes, G. (2003). Azorean deepwater fishery: ecosystem, species, fisheries and
9822 management approach aspects. In: Shotton R, editor. Deep Sea 2003: Conference on the
9823 Governance and Management of Deep-sea Fisheries. Part II: Conference Poster Papers and
9824 Workshop Papers. Queenstown, New Zealand, 1–5 December 2003: FAO Fisheries
9825 Proceedings.

9826 Pinho, M.R., Menezes, G. (2009). Pescaria de Demersais dos Açores. Bol do Núcleo Cult da Horta.
9827 2009;18:85–102.

9828 Piper, D. J.W., Normark, W. R. (2009). Processes That Initiate Turbidity Currents and Their Influence
9829 on Turbidites: A Marine Geology Perspective. Journal of Sedimentary Research.
9830 https://doi.org/10.2110/jsr.2009.046.

9831 Porteiro, F. (2013). Nos Açores o mar aprofunda-se. A dimensão marinha e marítima da região. Port
9832 Glob. 2013; Outubro:17–8.

9833 Porteiro, F. M., Hartel, K., Craddock, J. E., Santos, R. S (1999). Mesopelagic fish from the Azores
9834 (Eastern North Atlantic) deposited in the Museum of Comparative Zoology. Breviora
9835 (Museum of Comparative Zoology/ Harvard), 507: 1-42.

9836 Porteiro, F., Menezes, G., Afonso, P., Monteiro, J.G., Santos, R.S. (2010). Peixes Marinhos
9837 (Chondrichthyes e Actinopterygii). Pp. 326-345, In: Borges P. *et al.* (Eds.). A List of the
9838 Terrestrial and Marine Biota from the Azores. Principia. Cascais, 432 pp.

9839 Porteiro, F.M. (1994). The present status of the squid fishery (Loligo forbesi) in the Azores
9840 archipelago. Fisheries Research, 21: 243-253.

9841 Porteiro, J. (2000). Lagoas dos Açores. Elementos de Suporte ao Planeamento Integrado. Tese de
9842 Doutoramento, Departamento de Biologia, Universidade dos Açores, Ponta Delgada, 344
9843 pp.

9844 Prieto, R., Silva, M. (2010). Mamíferos Marinhos (Mammalia). Pp. 326-345, In: Borges P. *et al.* (Eds.).
9845 A List of the Terrestrial and Marine Biota from the Azores. Principia. Cascais, 432 pp.

9846 Punt, A.E., Smith, D.C., Tuck, G.N., Methot, R.D. (2006) Including discard data in fisheries stock
9847 assessments: Two case studies from south-eastern Australia. Fish Res.; 79:239–50.

9848 PWC (2020). Ilhas Arco Íris – LEME – Barómetro PwC da Economia do Mar – Zoom Açores Portugal.
9849 34 pp

9850 Quartau, R., Curado, F., Cunha, T., Pinheiro, L., Monteiro, J.H. (2002). Relatório de Campanha FAPI1-
9851 2001. Projeto GEMAS – Localização e Distribuição de Areias em redor da Ilha do Faial. 37
9852 pp.

9853 Quartau, R., Curado, F., Duarte, H., Pinto, C. (2006). Localização e distribuição de areias em redor da
9854 Ilha de S. Miguel. Relatório do Projeto GEMAS – Avaliação, Gestão e Monitorização de Areias
9855 Submersas do Faial, Pico e São Miguel. 34 pp.

9856 Quartau, R., Hipólito, A., Romagnoli, C., Casalbore, D., Madeira, J., Tempera, F., Roque, C., Chiocci,
9857 F.L. (2014), The morphology of insular shelves as a key for understanding the geological
9858 evolution of volcanic islands: Insights from Terceira Island (Azores). Geochem. Geophys.
9859 Geosyst., 15: 1801–1826.

9860 Quartau, R., Madeira, J., Mitchell, N.C., Tempera, F., Silva, P.F., Brandão, F. (2015). The insular
9861 shelves of the Faial-Pico Ridge (Azores archipelago): A morphological record of its evolution,
9862 Geochem. Geophys. Geosyst., 16: 1401–1420.

9863 Quartau, R., Tempera, F., Mitchell, N.C., Pinheiro, L.M., Duarte, H., Brito, P.O., Bates, R., Monteiro,
9864 J.H. (2012). Morphology of the Faial Island shelf (Azores): the in-terplay between volcanic,
9865 erosional, depositional, tectonic and mass-wasting processes. Geochem. Geophys.
9866 Geosyst.13, Q04012.

9867 Quartau, R.B.O. (2007). A plataforma submarina do Faial: Evolução morfológica e sedimentar. Tese
9868 de Doutoramento. Universidade de Aveiro. 301 pp.

9869 Radenac, G., Miramand, P., Tardy, J. (1997). Search for impact of a dredged material disposal site on
9870 growth and metal contamination of Mytilus edulis (L.) in charente-maritime (France). Mar
9871 Pollut Bull.;34:721–9. doi:10.1016/S0025-326X(97)00011-8.

9872 Raimonet, M., Thieu, V., Silvestre, M., Oudin, L., Rabouille, C., Vautard, R., Garnier, J., (2018).
9873 Landward Perspective of Coastal Eutrophication Potential Under Future Climate Change:
9874 The Seine River Case (France). Front. Mar. Sci. 5. https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00136

9875 Raimundo, J., Vale, C., Caetano, M., Anes, B., Carreiro-Silva, M., Martins, I., Matos, V., Porteiro, F.M.
9876 (2013). Element concentrations in cold-water gorgonians and black coral from Azores
9877 region. Deep Sea Res. Part II Top. Stud. Oceanogr. 98, 129–136.
9878 https://doi.org/10.1016/J.DSR2.2013.01.012

9879 Raimundo, J., Vale, C., Caetano, M., Giacomello, E., Anesa, B., Menezes, G. (2013). Natural trace
9880 element enrichment in fishes from a volcanic and tectonically active region (Azores
9881 archipelago). Deep Sea Res Part 2 Trop Stud Oceanogr 98,137-147.

Raimundo, J., Vale, C., Martins, I., Fontes, J., Graça, G., Caetano, M. (2015). Elemental composition of two ecologically contrasting seamount fishes, the bluemouth (Helicolenus dactylopterus) and blackspot seabream (Pagellus bogaraveo). Marine pollution bulletin, 100(1), 112-121.

Ramírez I., P. Geraldes, A. Meirinho, P. Amorim, V. Paiva (2008). Áreas Marinhas Importantes para as Aves em Portugal. Projeto LIFE04 NAT/PT/000213 - Sociedade Portuguesa Para o Estudo das Aves. Lisboa

Ramírez, I., Geraldes, P., Meirinho, A., Amorim, P., Paiva, V. (2009). Áreas Importantes para as Aves Marinhas em Portugal. SPEA (Sociedade Portuguesa para o Estudo das Aves). Lisboa, 260 pp.

Ramos, J.A., Moniz, Z., Sola, E., Monteiro, L.R. (2003). Reproductive measures and chick provisioning of Cory's shearwater Calonectris diomedea borealis in the Azores. Bird Study, 50:47–54

Redpath, S.M., Gutiérrez, R.J., Wood, K.A., Sidaway, R., Young, J.C. (2015) An introduction to conservation conflicts. In: Redpath, S.M., Gutiérrez, R.J., Wood, K.A., Young, J.C., editors. Conflicts in Conservation: Navigating Towards Solutions. Cambridge Universoty Press, Cambridge, United Kingdom; 2015. p. 3–18.

Reeser, D.I., Jammoul, A., Clifford, D., Brigante, M., D'Anna, B., George, C., Donaldson, D.J. (2009). Photoenhanced reaction of ozone with chlorophyll at the seawater surface. J. Phys. Chem. C. https://doi.org/10.1021/jp805167d

Regueiras, A., Pereira, S., Costa, M.S., Vasconcelos, V. (2018). Differential toxicity of cyanobacteria isolated from marine sponges towards echinoderms and crustaceans. Toxins (Basel). 10, 297. https://doi.org/10.3390/toxins10070297

Reverdin, G., Niiler, P.P., Valdimarsson, H. (2003). North Atlantic Ocean surface currents, Journal Geophysical Research, 108: 3002–3023.

Reykhard, L.Y., Shulga, N.A. (2019). Fe-Mn nodule morphotypes from the NE Clarion-Clipperton Fracture Zone, Pacific Ocean: Comparison of mineralogy, geochemistry and genesis. Ore Geol. Rev., 110, 102933.

Ribeiro, D., Jesus-Silva, N., Ribeiro, J. (2021). How European Union funds impacts the regions - the multiplier effect of Azores2020 programme between 2014-2020. Am J Humanit Soc Sci Res., 5:580–7.

Ribeiro, D.C., Martins, G., Nogueira, R., Cruz, J. V., Brito, A.G. (2008). Phosphorus fractionation in volcanic lake sediments (Azores - Portugal). Chemosphere 70, 1256–1263. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2007.07.064

Ricchi, A., Quartau, R., Ramalho, R.S., Romagnoli, C., Casalbore, D., Zhao, Z. (2020). Imprints of volcanic, erosional, depositional, tectonic and mass-wasting processes in the morphology of Santa Maria insular shelf. Mar. Geol., 424, 106163.

Ríos, A. F., Pérez, F. F., Alvarez, M., Mintrop, L., González-Dávila, M., Santana-Casiano, J. M., Lefevre, N., Watson, A. J. (2005). Seasonal sea-surface carbon dioxide in the Azores area. Marine Chemistry, 96: 35-51.

Ríos, N., Frias, J.P.G.L., Rodríguez, Y., Carriço, R., Garcia, S.M., Juliano, M., Pham, C.K. (2018). Spatio-temporal variability of beached macro-litter on remote islands of the North Atlantic. Mar. Pollut. Bull. 133, 304–311. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.038

Rodrigues, L. (2019). Oceans Governance in Archipelagic Regions For a knowledge-based strategy. In: Rodrigues L, Guerreiro AG, editors. Ocean Governance in Arquipelagic Regions. Internatinal Conference 7-10 October, 2019, Faial, Azores, Portugal. Arquipelago - Life and Marine Sciences, Supplement 11; 2020. p. 85.

Rodrigues, L., Gutiérrez-Zárate C., Dominguez-Carrió, C., Taranto, G.H., Fauconnet, L., Ramos, M., Blasco-Ferre, J., Pham, C.K., Colaço, A., Gonzalez-Irusta J.M., Giacomello, E., Carreiro-Silva, M., Morato, T. (2020). An update to "Compiling marine data to characterize the maritime space of the Azores - Inventory of spatial data sets". In support of the Systematic conservation planning scenarios for achieving multiple management objectives in the deep-sea of the Azores. Contribution to MarSP Deliverable: D.3.5. Spatial distribution maps of species, habitats and impacts – Azores, under the WP3 of MarSP: Macaronesian Maritime Spatial Planning project (GA nº EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106).

Rodríguez, Y., Pham, C.K. (2017). Marine litter on the seafloor of the Faial-Pico Passage, Azores Archipelago. Mar. Pollut. Bull. 116, 448–453. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.018

Rodríguez-Mateos, J.C., Martínez, I., Palacios, J.L., Suárez-de Vivero, J.L. (2019). Macaronesian Geopolitical Atlas. Deliverable - D.6.9., under the WP6 of MarSP: Macaronesian Maritime Spatial Planning project (GA nº EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106).

Rogers, A.D. (2019). Threats to Seamount Ecosystems and Their Management. In: Sheppard CC, editor. World Seas: An Environmental Evaluation, 2nd ed. Academic Press, London, United Kingdom; 2019. p. 427–51. doi:10.1016/B978-0-12-805052-1.00018-8.

Romagosa, M., Cascão, I., Merchant, N. D., Lammers, M. O., Giacomello, E., Marques, T. A., Silva, M. A. (2017). Underwater Ambient Noise in a Baleen Whale Migratory Habitat off the Azores. Frontiers in Marine Science 4, no. APR: 1–14. https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00109.

Rona, P.A. (2008). The changing vision of marine minerals. Ore Geology Reviews, 33 (3-4): 618-666.

Rubal, M., Larsen, K., (2013). A new species of Ingolfiellidae (Peracarida, Amphipoda, Crustacea) from the Azores, Portugal. Helgol. Mar. Res. 67, 149–154. https://doi.org/10.1007/s10152-012-0311-6

Ruhl, H. A., André, M., Beranzoli, L., Çağatay, M. N., Colaço, A., Cannat, M., Dañobeitia, J. J., *et al.* (2011). Societal need for improved understanding of climate change, anthropogenic impacts, and geo-hazard warning drive development of ocean observatories in European Seas. Progress in Oceanography 91 (1): 1–33.

Rusu, L., Pilar, P., Soares, C. (2012). Modelling the Wave Conditions in the Archipelago of Azores. In Maritime Engineering and Technology, Guedes Soares *et al.* (eds), Taylor & Francis Group, London, UK, 533-538 pp.

Rusu, L., Soares, C.G. (2012). Wave Energy Assessments in the Azores Islands. Renewable Energy, 45: 183–96.

SA (2020). Proposta de Estratégia de Economia Azul Regional - Açores. SMART BLUE - Rede de clusters marítimos regionais para a competitividade das PME's da economia azul. SMART BLUE - Rede de clusters marítimos regionais para a competitividade das PME's da economia azul. Simbiente Açores (SA), Ponta Delgada.

Sakiyama, T., Ueno, H., Homma, H., Numata, O., Kuwabara, T. (2006). Purification and characterization of a hemolysin-like protein, Sll1951, a nontoxic member of the RTX protein

family from the cyanobacterium Synechocystis sp. strain PCC 6803. J. Bacteriol. 188, 3535–3542. https://doi.org/10.1128/JB.188.10.3535-3542.2006

Sala, I., Harrison, C.S., Caldeira, R.M.A. (2016). The role of the Azores Archipelago in capturing and retaining incoming particles. Journal of Marine Systems 154, 146–156.

Saldanha, L. (2003). Fauna Submarina Atlântica (4ª ed.). Publicações Europa-América. Lisboa, 364 pp.

Sampaio, I., Braga-Henriques, A., Pham, C., Ocaña, O., de Matos, V., Morato, T., Porteiro, F.M. (2012). Coldwater corals landed by bottom longline fishery in the Azores. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92 (7): 1547-1555.

Santos, C.M. (2020). Potential for FOW Azores – High level review of Pico, Faial and S. Jorge integrated offshore wind potential. Principle Power.

Santos, M. (2011). Caracterização de comunidades planctónicas no Banco Submarino Condor (sudoeste da ilha do Faial, Açores): associação dos principais padrões de distribuição com factores ambientais subjacentes. Tese de Mestrado em Estudos Integrados dos Oceanos, Universidade dos Açores. Departamento de Oceanografia e Pescas, Horta, 72 pp.

Santos, M., Costa, P.R., Porteiro, F.M., Moita, M.T. (2014). First report of a massive bloom of Alexandrium minutum (Dinophyceae) in middle North Atlantic: A coastal lagoon in S. Jorge Island, Azores. Toxicon 90, 265–268. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2014.08.065

Santos, M., Moita, M. T., Bashmachnikov, I., Menezes, G. M., Carmo, V., Loureiro, C. M., *et al.* (2013). Phytoplankton variability and oceanographic conditions at Condor seamount, Azores (NE Atlantic). Deep Sea Res. Part II 98(Pt A), 52–62. doi: 10.1016/j.dsr2.2013.05.037

Santos, M., Reis Costa, P., Carmo, V., Gonçalves, J., Porteiro, F., Sequeira, R., Moita, M.T. (2013b). Primeiro bloom de Alexandrium minutum detectado no Arquipélago dos Açores (Ilha de S. Jorge, NE do Atlântico). https://doi.org/10.13140/2.1.4641.6961

Santos, M.A., A.B. Bolten, H. R. Martins, B. Riewald, K.A. Bjorndal (2007). Air-Breathing Visitors to Seamounts: Sea Turtles (Chapter 12): Pp. 239-244, In: T. J. Pitcher *et al.* (Eds.). Seamounts: Ecology, Fisheries and Conservation. Blackwell Publishing, Oxford, UK. xxiv + 527pp.

Santos, M.C.R., Pacheco, D.M.M., Santana, F., Muelle, H. (2005). Cyanobacteria blooms in Sete-Cidades lake (S. Miguel Island–Azores). Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 117, 393–406.

Santos, R. S., Colaço A., Christiansen S., Eds. (2003). Planning the Management of Deep-sea Hydrothermal Vent Fields MPAs in the Azores Triple Junction (Workshop proceedings). Arquipélago, Life and Marine Sciences, Supplement, 4: xii + 70pp.

Santos, R. S., Porteiro, F. M., Barreiros, J. P. (1997). Marine fishes of the Azores: Annotated check-list and bibliography. Arquipélago, Life and Marine Sciences. Supplement, 1: xxviii + 241pp.

Santos, R. S., Tempera, F., Colaço, A., Cardigos, F., Morato, T. (2010). Mountains in the Sea: Dom João de Castro Seamount, Azores. Oceanography, 23 (1): 146-147.

Santos, R. V. S., Novoa-Pabon, A. M., Silva, H. M., Pinho, M. R. (2019). Can We Consider the Stocks of Alfonsinos Beryx Splendens and Beryx Decadactylus from the Azores a Discrete Fishery Management Unit? Journal of Fish Biology. https://doi.org/10.1111/jfb.13937.

Santos, R., Medeiros-Leal, W., Novoa-Pabon, A., Silva, H., Pinho, M. (2021). Demersal fish assemblages on seamounts exploited by fishing in the Azores (NE Atlantic). J Appl Ichthyol.; 37:198–215. doi:10.1111/jai.14165.

10008 Santos, R., Nash, R., Hawkins, S. (1994). Fish assemblages on intertidal shores of the island of Faial,
10009 Azores. ARQUIPÉLAGO. Ciências Biológicas e Mar. = Life Mar. Sci. 12A, 87–100.

10010 Santos, R.D. (2018). Análise da Evolução Recente do Setor das Pescas nos Açores. Dissertação de
10011 Mestrado em Gestão de Empresas (MBA), Universidade dos Açores.

10012 Santos, R.S., Escartin, J., Colaço, A., Adamczewska, A., Eds (2002). Towards planning of seafloor
10013 observatory programs for the MAR region (Proceedings of the II MoMAR Workshop).
10014 Arquipélago, Life and Marine Sciences. Supplement, 3: xii + 64pp.

10015 Santos, R.S., Hawkins, S., Monteiro, L.R., Alves, M., Isidro, E.J. (1995). Marine research, resources
10016 and conservation in the Azores. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems,
10017 5 (4): 311-354. https://doi.org/10.1002/aqc.3270050406.

10018 Santos, R.V.S., Silva, W.M.M.L., Novoa-Pabon, A.M., Silva, H.M., Pinho, M.R. (2019). Long-term
10019 changes in the diversity, abundance and size composition of deep sea demersal teleosts
10020 from the Azores assessed through surveys and commercial landings. Aquat Living
10021 Resour.;32:25. doi:10.1051/alr/2019022.

10022 Santos, V., Ferraz, R.R., Vizinho, S., Frade, P., Guerreiro, V., Cardigos, F., Tempera, F., Santos, R.S.
10023 (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária
10024 Ponta do Castelo (PTSMA0022) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP: Série
10025 Estudos n.º 12/2004: iv + 83 pp.

10026 Scanlan, C.M., Foden, J., Wells, E., Best, M.A. (2007). The monitoring of opportunistic macroalgal
10027 blooms for the water framework directive. Mar. Pollut. Bull. 55, 162–171.
10028 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.09.017

10029 Schiebel, R., Brupbacher, U., Schmidtko, S., Nausch, G., Waniek, J.J., Thierstein, H.R. (2011). Spring
10030 coccolithophore production and dispersion in the temperate eastern North Atlantic Ocean.
10031 J. Geophys. Res. Ocean. 116, C08030. https://doi.org/10.1029/2010JC006841

10032 Schilling, J.-G. (1975). Azores mantle blob: rare-earth evidence. Earth Plan. Sci. Lett., 25: 103-115.

10033 Schlager, W. (2003). Benthic carbonate factories of the Phanerozoic, Int. J. Earth. Sci., 92, 445–464.

10034 Schmiing, M., Milla i Figueras, D., Botelho, A.Z., Graça, G., Das, D., Solleliet-Ferreira, S., Fontes, J. *et*
10035 *al.* (2015). Relatório 3.1 e 3.2 Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (MAPAMP).
10036 Relatório preparado por Instituto do Mar (IMAR) - Universidade dos Açores, enquadrado no
10037 'Programa de implementação da Diretiva-Quadro "Estratégia Marinha" - Biodiversidade dos
10038 ambientes litorais dos Açores (Programa BALA), no âmbito do contrato n.º 2/DRAM/2015
10039 de aquisição de serviços enquadrado no Programa Estratégico para o Ambiente Marinho
10040 dos Açores (PEAMA; ACORES-06-2215-FEDER-000005).

10041 SeaExpert (2018). Inventariação da Artificialização das Zonas Costeiras. Projeto da Inventariação das
10042 Zonas Costeiras para a Região Autónoma dos Açores. Relatório Final. 70 pp

10043 Searle, R. (1980). Tectonic pattern of the Azores spreading centre and triple junction. Earth and
10044 Planetary Science Letters, 51: 415-434.

10045 Self, S., Gunn, B.M. (1976). Petrology, volume and age relations of alkaline and saturated peralkaline
10046 volcanics from Terceira, Azores. Contributions to Mineralogy and Petrology, 54: 293-313.

10047 Shumway, S.E. (1990). A Review of the Effects of Algal Blooms on Shellfish and Aquaculture. J. World
10048 Aquac. Soc. 21, 65–104. https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.1990.tb00529.x

10049 Shumway, S.E. (1995). Phycotoxin-Related Shellfish Poisoning: Bivalve Molluscs Are Not The Only
10050 Vectors. Rev. Fish. Sci. 3, 1–31. https://doi.org/10.1080/10641269509388565

10051 Silva, C. S. G. M. (2000). Estudo da comunidade epizooplanctónica da costa sul da ilha do Faial,
10052 Arquipélago dos Açores. Relatório de Estágio de Licenciatura em Biologia. Universidade de
10053 Lisboa, Portugal, 18 pp.

10054 Silva, M., Rey, V., Barreiro, A., Kaufmann, M., Neto, A.I., Hassouani, M., Sabour, B., Botana, A.,
10055 Botana, L.M., Vasconcelos, V. (2018). Paralytic shellfish toxins occurrence in non-traditional
10056 invertebrate vectors from north Atlantic waters (Azores, Madeira, and Morocco). Toxins
10057 (Basel). 10. https://doi.org/10.3390/toxins10090362

10058 Silva, M.A., Brito, C., Santos, S.V., Barreiros, J.P. (2009). Historic and recent occurrences of pinnipeds
10059 in the archipelago of the Azores. Mammalia, 72: 60-62.

10060 Silva, M.A., Prieto, R., Magalhães, S., Cabecinhas, R., Cruz, A., Gonçalves, J.M., Santos, R.S. (2003).
10061 Occurrence and distribution of cetaceans in the waters around the Azores (Portugal),
10062 Summer and Autumn 1999-2000. Aquatic Mammals, 29 (1): 77-83.

10063 Silva, M.A., Steiner, L., Irma, C., Cruz, M.J., Rui, P., Col, T., Hamilton, P.K., Baumgartner, M. (2012).
10064 Winter Sighting of a Known Western North Atlantic Right Whale in the Azores. Journal of
10065 Cetacean Research and Management 12(1): 65–69.

10066 Silva, S.M.M.F.A. (2017). Dinâmica de Vórtices Na Corrente Dos Açores Sobre a Crista Média
10067 Atlântica. Tese de mestrado, Universidade de Lisboa, Lisboa, 50 pp.

10068 Silveira, G., Stutzmann, E., Davaille, A., Montagner, J.-P., Mendes-Victor, L., Sebai, A. (2006). Azores
10069 hotspot signature in the upper mantle. J. Volcanol. Geotherm. Res., 156: 23-34.

10070 Simas, E. (1997). Observação e identificação de cetáceos nas ilhas do Faial e Pico (Arquipélago dos
10071 Açores). Relatório de Estágio do Curso de Licenciatura em Biologia Marinha e Pescas.
10072 Universidade do Algarve. Faro, 85 pp.

10073 Simbiente Açores (2015a). Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (2016-2021).
10074 Relatório técnico parte 2 - Caracterização da situação de referência e diagnóstico. Projeto
10075 executado para a Secretaria Regional da Agricultura e Ambiente/Direção Regional do
10076 Ambiente dos Açor. Ponta Delgada, São Miguel, Açores.

10077 Simbiente Açores (2015b). Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (2016-2021).
10078 Relatório Síntese. Projeto executado para a Secretaria Regional da Agricultura e
10079 Ambiente/Direção Regional do Ambiente dos Açores. Ponta Delgada, São Miguel, Açores.

10080 Simbiente Açores (2019). Proposta de Estratégia de Economia Azul Regional – Açores. Projeto
10081 executado para a Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, no âmbito do projeto
10082 SMARTBLUE - Rede de clusters marítimos atlanticos para la competitividad pyme de la
10083 Economia Azul (MAC/2.3d/007). Lagoa, São Miguel, Açores.

10084 Simbiente Açores (2020). Proposta de Relatório de Caracterização para o Plano de Situação do
10085 Ordenamento do Espaço Marítimo Nacional – Subdivisão dos Açores. Projeto executado
10086 para a Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia. Lagoa, São Miguel, Açores.

10087 SMART BLUE (2019). Proposta de Estratégia de Economia Azul Regional – Açores. Rede de clusters
10088 marítimos regionais para a competitividade das PMEs da economia azul (MAC/2.3d/007).

10089 Smith, A. L., Monteiro, L., Hasegawa, O., Friesen, V.L. (2007). Global phylogeography of the Band-
10090 rumped Storm-petrel (Oceanodroma castro; Procellariiformes: Hydrobatidae). Molecular
10091 Phylogenetics and Evolution, 43: 755-773.

10092 Smith, S. V., Swaney, D.P., Talaue-mcmanus, L., Bartley, J.D., Sandhei, P.T., Mclaughlin, C.J., Dupra,
10093 V.C., Crossland, C.J., Buddemeier, R.W., Maxwell, B.A., Wulff, F. (2003). Humans, Hydrology,
10094 and the Distribution of Inorganic Nutrient Loading to the Ocean. Bioscience 53, 235.
10095 https://doi.org/10.1641/0006-5451 3568(2003)053[0235:hhatdo]2.0.co;2

10096 Sobral, M., Cabeçadas, G., Ferreira, A.M., Sampaio, M.A., Lima, F., Raminhos, A. (1985). Programa
10097 de Apoio às Pescas nos Açores: Cruzeiro 020100979. Instituto Nacional de Investigação das
10098 Pescas. Lisboa, 91 pp.

10099 Sobrinho-Gonçalves, L., Cardigos, F. (2006). Fish larvae around a seamount with shallow
10100 hydrothermal vents from the Azores. Thalassas – Internationl Journal of Marine Sciences,
10101 22 (1): 19-28.

10102 Sobrinho-Gonçalves, L., Isidro, E. (2001). Fish larvae and zooplankton biomass around Faial Island
10103 (Azores Archipelago). A preliminary study of species occurence and relative abundance.
10104 Arquipélago, Life and and Marine Sciences, 18A: 35-52.

10105 Solé, M., Lenoir, M., Fortuño, J.M., Van Der Schaar, M., André, M. (2018). A Critical Period of
10106 Susceptibility to Sound in the Sensory Cells of Cephalopod Hatchlings. Biology Open 7, no.
10107 10 (2018): 1–13. https://doi.org/10.1242/bio.033860.

10108 Solleliet-ferreira, S. (2016). Assessing representa tiveness and mapping of coastal habitats in MPA s
10109 of the Azores using the European Nature Information System (EUNIS).

10110 Spiteri, C. (2015). Guidance Document on How to Reflect Changes in Hydrographical Conditions in
10111 Relevant Assessments. Delft, The Netherlands.

10112 SRA (2014). Estratégia Marinha para a subdivisão da Madeira. Diretiva Quadro Estratégia Marinha.
10113 Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais, abril de 2014.

10114 SRAA (2015). Plano de Gestão da Região Hidrográfica dos Açores (RH9) 2016-2021, Secretaria
10115 Regional da Agricultura e Ambiente, Horta – Direção Regional do Ambiente, Região
10116 Autónoma dos Açores. Dezembro 2015. Aprovado pelo Decreto Legislativo Regional n.º 1-
10117 A/2017/A, de 6 de fevereiro.

10118 SREA (2019a). Mercadoria Carregada, descarregada por Região, Ilha e Ano. [ONLINE] Disponível em:
10119 https://srea.azores.gov.pt [acedido a 12 de fevereiro de 2020].

10120 SREA (2019b). Os Açores em números – 2019. Serviço Regional de Estatística dos Açores. [ONLINE]
10121 Disponível em:
10122 https://srea.azores.gov.pt/Conteudos/Relatorios/lista_relatorios.aspx?idc=392&idsc=6452
10123 &lang_id=1 [acedido a 26 de agosto de 2020].

10124 SREA (2020a). Conta Satélite do Mar 2016-2017 - Açores. Serviço Regional de Estatística dos Açores
10125 (SREA). Angra do Heroísmo, Açores.

10126 SREA (2020b). Estatísticas das embarcações de recreio. Indicadores relativos a embarcações e
10127 tripulantes. [ONLINE] Disponível em:
10128 https://srea.azores.gov.pt/ReportServer/Pages/ReportViewer.aspx?%2fRelatoriosVarios%2
10129 f15.TransporteEmbarcacoesRecreio&rs:Command=Render [acedido a 2 de abril de 2020]

SREA (2021). Séries Longas - Agricultura, Pecuária e Pesca. Serviço Regional de Estatística dos Açores. [ONLINE] Disponível em: https://srea.azores.gov.pt/Conteudos/Relatorios/lista_relatorios.aspx?idc=6194&idsc=6707&lang_id=1 [acedido a 11 de outubro de 2021].

SRMCT (2014). Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores: relatório inicial. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia. Outubro de 2014.

SRMCT (2018). Plano de Reestruturação do Setor Extrativo das Pescas dos Açores. Relatório apresentado no Conselho Regional das Pescas com a programação de 2018. Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia (SRMCT), Governo dos Açores. Horta, Açores.

SRMCT (2019). Relatório de progresso e implementação nacional (PT) da Diretiva Aves, Artigo 12, 2013-2018. [ONLINE] Disponível em: http://cdr.eionet.europa.eu/pt/eu/art12/envxbnbwa [acedido a 17 de outubro de 2021].

SRMCT (2020). Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores: relatório do 2º ciclo. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia. Março de 2020.

Steiner, L., Silva, M.A., Zereba, J., Leal, M.J. (2007). Bryde's whales, Balaenoptera edeni, observed in the Azores: a new species record for the region. JMBA2 -Biodiversity Records. 6 pp.

Strass, V., Wood, J.D. (1988). Horizontal and seasonal variation of density of chlorophyll profiles between the Azores and Greenland, in B. J. Rothchild (ed.), Towards a Theory on Biological-Physical Interactions in the World Ocean. Kluwer: Dordrecht, pp. 113-136.

Strehlow, H. V., Schultz, N., Zimmermann, C., Hammer, C. (2012). Cod catches taken by the German recreational fishery in the western Baltic Sea, 2005–2010: implications for stock assessment and management. ICES J Mar Sci., 69:1769–80. doi:10.1093/icesjms/fss152.

Sujith, P.P., Ramanan, D., Gonsalves, M.J.B.D., LokaBharathi, P.A. (2017). Microbial activity promotes the enrichment of cobalt over nickel on hydrogenetic ferromanganese crusts. Mar. Georesources Geotechnol., 35: 1158–1167.

Talukder, B., Ganguli, N., Matthew, R., VanLoon, G. W., Hipel, K. W., Orbinski, J. (2022). Climate change-accelerated ocean biodiversity loss & associated planetary health impacts. The Journal of Climate Change and Health, 6, 100114. https://doi.org/10.1016/j.joclim.2022.100114

Tarasov, V. G., Sorokin, Y. I., Propp, M. V., Shulkin, V. M., Namsaraev, B. B., Bonchosmolovskaya, E. A., Starynin, D. A., Kamenev, G. M., Fadeev, V. I., Malakhov, V. V., Kosmynin, V. N., Gebruk, A. V. (1993). Structural and functional peculiarities of marine ecosystems in shallow water zones of gasohydrothermal activity in western Pacific Ocean. Seria biologiceskaa, 6: 914-926.

Tarasov, V. G., Zhirmunsky, A.V. (1989). Investigation of the ecosystem of Kraternaya Bight (Kurile Islands). The Soviet Journal of Marine Biology, 15: 139–148.

Teiraa, E, Mouriñoa, B., Marañóna, E., Péreza, V., Pazóa, M., Serreta, P., Armasc, D., Escánezc, J., Woodwardb, E. and Fernándeza, E. (2005). Variability of chlorophyll and primary production in the Eastern North Atlantic Subtropical Gyre: potential factors affecting phytoplankton activity. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers. 52(4): 569–588

10171 Tempera, F., Afonso, P., Morato, Prieto, R. R., Silva, M., Cruz, A., Gonçalves, J., Serrão Santos, R.
10172 (2001). Comunidades Biológicas dos Sítios de Interesse Comunitário do Canal Faial-Pico.
10173 Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores, Horta.

10174 Tempera, F., Afonso, P., Morato, T., Serrão Santos, R. (2001). Comunidades Biológicas do Sítio de
10175 Interesse Comunitário Ilhéus das Formigas e Recife Dollabarat. Departamento de
10176 Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores, Horta.

10177 Tempera, F., Afonso, P., Morato, T., Serrão Santos, R. (2002). Comunidades Biológicas da Envolvente
10178 Marinha do Corvo. Departamento de Oceanografia e Pescas da Universidade dos Açores,
10179 Horta.

10180 Tempera, F., Atchoi E., Amorim P., Gomes-Pereira J., Gonçalves J. (2013). Atlantic Area Marine
10181 Habitats. Adding new Macaronesian habitat types from the Azores to the EUNIS Habitat
10182 Classification. Technical Report No. 4/2013 - MeshAtlantic, IMAR/DOP-UAç, Horta, 126pp.

10183 Tempera, F., Carreiro-Silva, M., Jakobsen, K., Porteiro, F.M., Braga-Henriques, A., Jakobsen, J. (2015).
10184 Eguchipsammia (Dendrophylliidae) topping on the cone. Mar. Biodiv. 45, 3–4.

10185 Tempera, F., Giacomello, E., Mitchell, N., Campos, A.S., Henriques, A.B., Bashmachnikov, I., Martins,
10186 A., Mendonça, A., Morato, T., Colaço, A., Porteiro, F.M., Catarino, D., Gonçalves, J., Pinho,
10187 M.R., Isidro, E.J., Santos, R.S., Menezes, G. (2012a). Mapping the Condor seamount seafloor
10188 environment and associated biological assemblages (Azores, NE Atlantic), in: Baker, E.,
10189 Harris, P. (Eds.), Seafloor geomorphology as benthic habitat: Geohab Atlas of Seafloor
10190 Geomorphic Features and Benthic Habitats. Elsevier, New York, 807-818 pp.

10191 Tempera, F., Hipólito, A., Madeira, J., Vieira, S., Campos, A.S., Mitchell, N.C. (2013). Condor
10192 seamount (Azores, NE Atlantic): A morpho-tectonic interpretation. Deep Sea Research Part
10193 II: Topical Studies in Oceanography, 98(A): 7-23.

10194 Tempera, F., Pereira, J.N., Henriques, A.B., Porteiro, F., Morato, T., Matos, V., Souto, M.,
10195 Guillaumont, B., Santos, R.S. (2012). Cataloguing deep-sea biological facies of the Azores.
10196 Revista Invest. Mar., 19, 36-38.

10197 Tempera, F., Santos, R. S. (2004). Caracterização Ecológica e Sócio-económica do Sítio de
10198 Importância Comunitária Caloura, Ponta da Galera (PTMIGO0020) e Medidas de Gestão
10199 Propostas. Arquivos do DOP: Série Estudos n.º 11/2004: iv + 81 pp.

10200 The Royal Society (2005). Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide. London:
10201 The Royal Society, 57 pp.

10202 Tittley, I., Neto, A. (2000). A provisional classification of algal-characterised rocky shore biotopes in
10203 the Azores. Hydrobiologia, 440(1): 19-25.

10204 Tobeña, M., Prieto, R., Machete, M., Silva, M.A. (2016). Modeling the Potential Distribution and
10205 Richness of Cetaceans in the Azores from Fisheries Observer Program Data. Frontiers in
10206 Marine Science, 3, 202.

10207 Tornero, V., Hanke, G. (2016). Chemical contaminants entering the marine environment from sea-
10208 based sources: A review with a focus on European seas. Mar. Pollut. Bull. 112, 17–38.
10209 https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.06.091

10210 Torres, P. Tristão da Cunha, R., Micaelo, C., Rodrigues, A. S. (2016b). Bioaccumulation of metals and
10211 PCBs in Raja clavata, Science of The Total Environment, Volume 573, 1021-1030.

10212 Torres, P., Rodrigues, A., Prestes, A.C.L., Neto, A.I., Álvaro, N., Martins G. (2020). The Azorean edible
10213 abalone Haliotis tuberculata, an alternative heavy metal-free marine resource?
10214 Chemosphere, 242: 125-177.

10215 Torres, P., Rodrigues, A., Soares, L., Garcia, P. (2016a). Metal Concentrations in Two Commercial
10216 Tuna Species from an Active Volcanic Region in the Mid-Atlantic Ocean. Arch. Environ.
10217 Contam. Toxicol., 70:341–347.

10218 Torres, P., Tristão da Cunha, R., Maia, R., Rodrigues, A.S. (2014). Trophic ecology and bioindicator
10219 potential of the North Atlantic tope shark. Science of the Total Environment. 481, 574-581.

10220 Tragin, M., Vaulot, D. (2018). Green microalgae in marine coastal waters: The Ocean Sampling Day
10221 (OSD) dataset. Sci. Rep. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32338-w

10222 Tribollet, A., Grange, J.S., Parra, H., Rodolfo-Metalpa, R., Carreiro-Silva, M. (2018). Limited Carbonate
10223 Dissolution by Boring Microflora at Two Volcanically Acidified Temperate Sites: Ischia (Italy,
10224 Mediterranean Sea) and Faial (Azores, NE Atlantic Ocean). Global Biogeochem. Cycles 32,
10225 78–91. https://doi.org/10.1002/2016GB005575

10226 Tsuchiya, M., Talley, L.D., McCartney, M.S. (1992). An eastern Atlantic section from Iceland
10227 southward across the equator. Deep Sea Res. Part A. Oceanogr. Res. Pap. 39, 1885–1917.
10228 https://doi.org/10.1016/0198-0149(92)90004-D

10229 Tunnicliffe, V. (1991). The biology of hydrothermal vents: ecology and evolution. Oceanography and
10230 Marine Biology Annual Review, 29: 3119–3207.

10231 Turschwell, M., Hayes, M., Lacharité, M., Abundo, M., Adams, J., Blanchard, J., Brain, E., Buelow, C.,
10232 Bulman, C., Condie, S., Connolly, R., Dutton, I., Fulton, E., Gallagher, S., Maynard, D.,
10233 Pethybridge, H., Plagányi, E., Porobic, J., Taelman, S., … Brown, C. (2022). A review of support
10234 tools to assess multi-sector interactions in the emerging offshore Blue Economy.
10235 Environmental Science & Policy, 133, 203–214.
10236 https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.016

10237 Tychensky, A., Carton, X. (1998). Hydrological and Dynamical Characterization of Meddies in the
10238 Azores Region: A Paradigm for Baroclinic Vortex Dynamics. Journal of Geophysical Research:
10239 Oceans, 103(C11): 25061–79.

10240 UNEP (2005). Marine Litter, an analytical overview. United Nations Environment Programme.
10241 Nairobi, Kenya. 58 pp. https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8348

10242 Valente, A. dos S.F.G. (2013). Climatic patterns and physical controls of chlorophyll-a in the
10243 Northeast Atlantic. Universidade dos Açores, Angra do Heroísmo.

10244 Van Dover, C.L. (2014b). Impacts of anthropogenic disturbances at deep-sea hydrothermal vent
10245 ecosystems: A review. Mar Environ Res., 102:59–72. doi:10.1016/j.marenvres.2014.03.008.

10246 Van Dover, C.L., Arnaud-Haond, S., Gianni, M., Helmreich, S., Huber, J.A., Jaeckel, A.L., *et al.* (2018).
10247 Scientific rationale and international obligations for protection of active hydrothermal vent
10248 ecosystems from deep-sea mining. Mar Policy.; 90:20–8.
10249 doi:10.1016/j.marpol.2018.01.020.

10250 Van Dover, C.L., Aronson, J., Pendleton, L., Smith, S., Arnaud-Haond, S., Moreno-Mateos, D., *et al.*
10251 (2014a). Ecological restoration in the deep sea: Desiderata. Mar Policy., 44:98–106.
10252 doi:10.1016/j.marpol.2013.07.006.

van Haren, H. (2019). Off-Bottom Turbulence Expansions of Unbounded Flow over a Deep-Ocean Ridge. Tellus, Series A: Dynamic Meteorology and Oceanograph. https://doi.org/10.1080/16000870.2019.1653137.

van Haren, H., Hanz, U., de Stigter, H., Mienis, F., Duineveld, G. (2017). Internal wave turbulence at a biologically rich Mid-Atlantic seamount. PLoS One 12, e0189720. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189720

Vasquez, M., Chacón, D.M., Tempera, F., O'Keeffe, E., Galparsoro, I., Alonso, J.L.S., Gonçalves, J.M.S., Bentes, L., Amorim, P., Henriques, V., McGrath, F., Monteiro, P., Mendes, B., Freitas, R., Martins, R., Populus, J. (2015). Broad-Scale Mapping of Seafloor Habitats in the North-East Atlantic Using Existing Environmental Data. Journal of Sea Research, 100, 120-132.

Velasco, F., Aanesen, M., Abreu, H., Armstrong, C., Bashmashnikov, I., Borges, M. F., Cabanas, J. M., Garza, D., Hegland, T., Lens, S., Martins, A. M., Mendes, H. V., Mendonça, A., Pereiro, J., Pérez, M., Porteiro, C., Raakaer, J., Rui Pinho, M., Samedy, V., Serrano, A. (2009). MEFEPO. Atlas das Águas Ocidentais Sul. Universidade de Liverpool, 64 pp.

VerAçor (2007). Azores Diving Guide. VerAçores, Ed. Ponta Delgada, 192 pp.

Vergílio, M., Moniz, F., Hipólito, C., Medeiros, A., Calado, H. (2019). Marine renewable energy. Briefing annex - Marine renewable energy in the Azores, under the Deliverable D.3.4. of MarSP: Macaronesian Maritime Spatial Planning project (GA n.º EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106).

Vergílio, M., Pegorelli, C., Hipólito, C., Shinoda, D., Medeiros, A., Silva, A., Calado, H. (2019). Environmental conservation and Marine Protected Areas. Briefing annex - Environmental conservation and Marine Protected Areas in the Azores, under the Deliverables D.2.5. and D.3.1. of MarSP: Macaronesian Maritime Spatial Planning project (GA nº EASME/EMFF/2016/1.2.1.6/03/SI2.763106).

Vergílio, M., Shinoda, D., Hipólito, C., Medeiros, A., Kramel, D., Pegorelli, C. *et al.* (2019). Ports and marinas. The Azores. Sector Briefing. Project Macaronesian Maritime Spatial Planning (MarSP). 2019:56.

Vezzulli, L., Povero, P., Fabiano, M. (2002). The distribution and biochemical composition of biogenic particles across the subtropical front in June 1993 (Azores-Madeira region, Northeast Atlantic). Sci. Mar. https://doi.org/10.3989/scimar.2002.66n3205

Vizinho, S., Ferraz, R.R., Frade, P., Guerreiro, V., Santos, V., Cardigos, F., Tempera, F., Santos, R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária Ponta da Ilha (PTPIC0010) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos Internos do DOP: Série Estudos n.º 15/2004: iv + 78 pp.

Vizinho, S., Santos, V., Ferraz, R.R., Cardigos, F., Guerreiro, V., Frade, P., Tempera, F., Santos, R.S. (2004). Caracterização Ecológica e Socioeconómica do Sítio de Importância Comunitária Lajes do Pico (PTPIC0011) e Medidas de Gestão Propostas. Arquivos do DOP: Série Estudos n.º 18/2004: iv + 78 pp.

Vogt, P.R., Jung, W.Y. (2004). The Terceira Rift as hyperslow, hotspot dominated oblique spreading axis: a comparison with other slow spreading plate boundaries. Earth and Planetary Science Letters, 218:77-90.

Voyer, M., Quirk, G., McIlgorm, A., Azmi, K. (2018). Shades of blue: what do competing interpretations of the Blue Economy mean for oceans governance? Journal of

10296 Environmental Policy & Planning, 20(5), 595–616.
10297 https://doi.org/10.1080/1523908X.2018.1473153

10298 Vrontisi, Z., Charalampidis, I., Lehr, U., Meyer, M., Paroussos, L., Lutz, C., Lam-González, Y. E.,
10299 Arabadzhyan, A., González, M. M., León, C. J. (2022). Macroeconomic impacts of climate
10300 change on the Blue Economy sectors of southern European islands. Climatic Change, 170(3–
10301 4), 27. https://doi.org/10.1007/s10584-022-03310-5

10302 Wallenstein, F.F.M.M., Neto, A.I. (2006). Intertidal rocky shore biotopes of the Azores: A quantitative
10303 approach. Helgol. Mar. Res. https://doi.org/10.1007/s10152-006-0035-6

10304 Wallenstein, F.M., Couto, R.P., Amaral, A.S., Wilkinson, M., Neto, A.I., Rodrigues, A.S. (2009).
10305 Baseline metal concentrations in marine algae from São Miguel (Azores) under different
10306 ecological conditions - Urban proximity and shallow water hydrothermal activity. Mar.
10307 Pollut. Bull. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2008.11.021

10308 Wallenstein, F.M., Couto, R.P., Torrão, D.F., Neto, A.I., Rodrigues, A.S., Wilkinson, M. (2013a).
10309 Intertidal rocky shore seaweed communities subject to the influence of shallow water
10310 hydrothermal activity in São Miguel (Azores, Portugal). Helgol. Mar. Res.
10311 https://doi.org/10.1007/s10152-012-0341-0

10312 Wallenstein, F.M., Neto, A.I., Patarra, R.F., Prestes, A.C.L., Álvaro, N. V., Rodrigues, A.S., Wilkinson,
10313 M. (2013b). Indices to monitor coastal ecological quality of rocky shores based on seaweed
10314 communities: simplification for wide geographical use. Rev. Gestão Costeira Integr.
10315 https://doi.org/10.5894/rgci365

10316 Washburn, T.W., Turner, P.J., Durden, J.M., Jones, D.O.B., Weaver, P., Van Dover, C.L. (2019).
10317 Ecological risk assessment for deep-sea mining. Ocean Coast Manag., 176:24–39.
10318 doi:10.1016/j.ocecoaman.2019.04.014.

10319 Wells, E., Wilkinson, M., Wood, P., Scanlan, C. (2007). The use of macroalgal species richness and
10320 composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the
10321 European Water Framework Directive. Mar. Pollut. Bull. 55, 151–161.
10322 https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.031

10323 White, M., Bashmachnikov, I., Arístegui, J., Martins, A. (2007). Physical Processes and Seamount
10324 Productivity. Chapter 4. Pp 65-84 in Pitcher, T.J., Morato, T., Hart, P.J.B., Clark, M.R., Haggan,
10325 N. and Santos, R.S.(eds) Seamounts: Ecology, Conservation and Management. Fish and
10326 Aquatic Resources Series, Blackwell, Oxford, UK.

10327 White, P. (2008). Some guiding principles for the sustainable development of the aquaculture sector
10328 in the {Azores}. Arquipelago-Life Mar. Sci. 16–18.

10329 Wilkinson, M., Wood, P. (2003). Type-specific reference conditions for macroalgae and angiosperms
10330 in Scottish transitional and coastal waters, Report to Scottish Environment Protection
10331 Agency from the School of Life Sciences, 188p. Edinburgh, Scotland, UK Unpublished.

10332 Wirtz, P., D'Udekem d'Acoz, C. (2001). Decapod crustaceans associated with Antipatharia,
10333 Gorgonaria and Mollusca at the Cape Verde Islands. Helgoland Marine Research, 55: 112-
10334 115.

10335 Wisshak, M., Berning, B., Jakobsen, J., Freiwald, A. (2015). Temperate carbonate production:
10336 biodiversity of calcareous epiliths from intertidal to bathyal depths (Azores). Mar. Biodivers.
10337 https://doi.org/10.1007/s12526-014-0231-6

Wisshak, M., Form, A., Jakobsen, J., Freiwald, A. (2010). Temperate carbonate cycling and water mass properties from intertidal to bathyal depths (Azores). Biogeosciences. https://doi.org/10.5194/bg-7-2379-2010

Wisshak, M., López Correa, M., Zibrowius, H., Jakobsen, J., Freiwald, A. (2009). Skeletal reorganisation affects geochemical signals, exemplified in the stylasterid hydrocoral Errina dabneyi (Azores Archipelago). Marine Ecology Progress Series, 397: 197–208.

Wisshak, M., Tribollet, A., Golubic, S., Jakobsen, J., Freiwald, A. (2011). Temperate bioerosion: ichnodiversity and biodiversity from intertidal to bathyal depths (Azores). Geobiology 9, 492–520. https://doi.org/10.1111/j.1472-4669.2011.00299.

Woods, J. D., Barkmann, W. (1995). Modelling oligotrophic zooplankton production: seasonal oligotrophy off the Azores. ICES Journal of Marine Science, 52: 723-734.

Wright, L.D., Nittrouer, C.A. (1995). Dispersal of River Sediments in Coastal Seas: Six Contrasting Cases. Estuaries, 18(3): 494-508.

Xavier, J., Carreiro-Silva, M., Colaço, A., Le Bris, N., Levin, L. (2019). Chapter 6. Vulnerabilities: Invertebrate taxa (VME indicators), In Deep-ocean climate change impacts on habitat, fish and fisheries, by Lisa Levin, Maria Baker, and Anthony Thompson (eds). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 638. Rome, FAO. 186 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Xie, J., Roshin P. R., Bertino, L., Samuelsen, A., Wakamatsu, T. (2019). Evaluation of Arctic Ocean Surface Salinities from the Soil Moisture and Ocean Salinity (SMOS) Mission against a Regional Reanalysis and in Situ Data. Ocean Science 15, no. 5 (i 2019): 1191–1206. https://doi.org/10.5194/os-15-1191-2019

Zampoukas, N., Palialexis, A., Duffek, A., Graveland, J., Giorgi, G., Hagebro, C., Hanke, G., Korpinen, S., Tasker, M., Tornero, V., Abaza, V., Battaglia, P., Caparis, M., Dekeling, R., Frias Vega, M., Haarich, M., Katsanevakis, S., Klein, H., Krzyminski, W., Laamanen, M., Le Gac, J.C., Leppanen, J.M., Lips, U., Maes, T., Magaletti, E., Malcolm, S., Marques, J.M., Mihail, O., Moxon, R., O'Brien, C., Panagiotidis, P., Penna, M., Piroddi, C., Probst, W.N., Raicevich, S., Trabucco, B., Tunesi, L., Graaf, S. van der, Weiss, A., Wernersson, A.S., Zevenboom, W. (2014). European Commission. Joint Research Centre. Institute for Environment and Sustainability. Technical guidance on monitoring for the Marine Stategy Framework Directive. Publications Office.

Zaucha, J. (2019). Can Classical Location Theory Apply to Sea Space? in: Zaucha, J., Gee, K. (Eds.), Maritime Spatial Planning: Past, Present, Future. Springer International Publishing, Cham, Germany, pp. 97–119.

Zeina, A., Megina, C., Guerra-García, J.M. (2015). Shallow water caprellids (Crustacea: Amphipoda) of Azores and Madeira. Zool. baetica 26, 69–100.

Zibrowius, H. (1972). Hydroides norvegica Gunnerus, *Hydroides azorica* n.sp. et *Hydroides capensis* n.sp. (Polychaeta Serpulidae) espèces vicariantes dans l'Atlantique. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, Ser. 3, 33 (39): 433-446.