



INSTITUTO DO MAR

## **PROPOSTA DE PLANO DE AÇÃO**

Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha –

Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores

***(Programa BALA)***

Este Plano de Ação foi elaborado por Pedro Afonso<sup>1,2</sup>, David Milla i Figueras<sup>1,2</sup> e Mara Schmiing<sup>1,2</sup> no âmbito do 'Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha - Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA)'

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

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

Referência: GAMPA (2016) Proposta de Plano de Ação: Programa de implementação da Diretiva-Quadro Estratégia Marinha – Biodiversidade dos ambientes litorais dos Açores (Programa BALA). Relatório Técnico, 45 pp.

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

## Agradecimentos

Os autores agradecem a:

- T. Morato e C. Pham pelo apoio no SIG-Mar Açores;
- R. Medeiros pelo apoio na informação em SIG.
- F. Tempera pelo apoio e discussão relativamente ao sistema EUNIS, base de dados SACFOR, e clarificação de diversos aspetos deste PA.
- P. Amorim pelo apoio com o EUNIS Açores.
- A. Martins, F. Cardigos, E. Giacomello, G. Menezes, D. Reis, A. Costa, D. Catarino, G. Graça, J. Fontes, J.N. Pereira, J. Gonçalves, J. Gil, R. Medeiros, e M. Machete pela informação sobre as diferentes bases de dados.
- A. Costa, M. Parente, A.Z. Botelho pela ajuda na seleção de espécies.
- M. Antunes e G. Carreira pelo apoio com os ortofotomapas dos Açores.
- M. Carreiro Silva, T. Morato e F. Tempera pela ajuda na definição e seleção de habitats.

## Financiamento



GOVERNO DOS AÇORES  
Vice-Presidência do Governo



UNIÃO EUROPEIA  
Fundo Europeu de  
Desenvolvimento Regional

## Resumo não técnico

Nesta proposta de Plano de Ação são definidas a filosofia e os objetos (habitats e espécies/grupos funcionais prioritários) da monitorização e avaliação da aplicação da DQEM ao ambiente marinho costeiro da Região Autónoma dos Açores, tal como a definição dos pontos de referência. São também definidas a metodologia de amostragem, rede de monitorização, e calendarização gerais. Estas definições resultam do atual estado do conhecimento e seus limites no que diz respeito à quantidade e diversidade de objetos a monitorizar e avaliar, devendo ser garantidos a medio prazo os meios necessários para garantir um programa estável que, por seu turno, garanta a avaliação DQEM periódica e o continuado aumento do conhecimento (incluindo os mapeamentos de habitats da Região).

## Non-technical resume

This Action Plan defines the framework and the subjects (priority habitats and species/functional groups) for monitoring and evaluation of the good environmental status (GES) within the MSFD as applied to the coastal marine environment of the Azores Autonomous Region. It also presents an overall proposal for methodologies, sampling network, and timetables. These definitions result from the current state of the art and its realistic limits concerning the quantity and diversity of monitoring/evaluation subjects. The Region should endeavour to guarantee, in the medium term, the necessary means for a stable monitoring and evaluation program that, in turn, can warrant the periodicity of the MSFD evaluation and the continued improvement of the state of the art (including the Region's habitat mapping).

# Índice

|   |    |
|---|----|
| Agradecimentos .....  | i  |
| Resumo não técnico.....   | ii |
| Non-technical resume .....  | ii |
| Lista das Figuras .....   | iv |
| Lista das Tabelas .....   | iv |
| Lista de abreviações.....   | v  |
| Preâmbulo.....  | 1  |
| Enquadramento .....   | 2  |
| Avaliação e monitorização do BEA.....                                 | 2  |
| Pressões, impactos e ameaças.....                                     | 3  |
| Espécies e habitats litorais marinhos dos Açores .....                | 4  |
| Habitats e Biótopos.....  | 4  |
| Espécies e Grupos Funcionais .....                                    | 7  |
| Pontos de Referência, Indicadores e Metas (T3) .....                  | 10 |
| Pontos de referência.....   | 10 |
| Indicadores.....  | 11 |
| Metas ambientais .....  | 12 |
| Disponibilidade e Lacunas de Informação e Conhecimento (T1 e T2)..... | 14 |
| Habitats e Biótopos.....  | 14 |
| Espécies.....   | 16 |
| Planeamento de Mapeamentos e Monitorização (T4) .....                 | 17 |
| Mapeamento de Habitats: MAPAMP .....                                  | 17 |
| Programa de monitorização MONIZEC .....                               | 19 |
| Dados e Ferramentas Analíticas (T5 e T6) .....                        | 24 |
| Bases de dados e SIG .....  | 24 |
| Estatísticas e Modelos.....   | 25 |
| Considerações Finais.....   | 28 |
| Referências.....  | 29 |
| Referências adicionais do Anexo – Tabela A3 (formato digital): .....  | 33 |
| ANEXO .....   | 35 |

## Lista das Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1</b> - Esquema geral proposto para sistematização da informação e seleção de habitats. ....                          | 6  |
| <b>Figura 2</b> - Proposta das áreas de monitorização e sua relação com as AMP onde se integram e restantes AMPs dos PNIs. .... | 22 |
| <b>Figura 3</b> – Um diagrama geral do procedimento de modelação estatística multivariada. ....                                 | 27 |

## Lista das Tabelas

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1</b> - Habitats marinhos de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação (Natura 2000) e que ocorrem no ambiente marinho dos Açores. .... | 5  |
| <b>Tabela 2</b> - Habitats listados como ameaçados e/ou em declínio na Convenção OSPAR que ocorrem nos Açores. ....   | 5  |
| <b>Tabela 3</b> – Correspondência entre os habitats marinhos litoriais listados na DH Natura2000/OSPAR e no sistema EUNIS, que ocorrem nos Açores. ....   | 8  |
| <b>Tabela 4</b> – Os grupos funcionais e espécies em consideração e a sua inclusão em diferentes regulamentos internacionais. ....  | 9  |
| <b>Tabela 5</b> – Os indicadores dos Descritores 1 e 6 da DQEM. ....  | 11 |
| <b>Tabela 6</b> – As metas ambientais definidas para os Descritores D1 e D6 na DQEM para a subdivisões Açores, incluindo aquelas integradas no âmbito do programa BALA. ....                        | 13 |
| <b>Tabela 7</b> – Proposta geral de metodologia para o programa de monitorização costeiro para as avaliações da DQEM nos Açores. ....   | 21 |
| <b>Tabela 8</b> – Rede de amostragem proposta para programa de monitorização costeiro para as avaliações da DQEM nos Açores. ....   | 23 |
| <b>Tabela A1</b> – Comparação dos habitats classificados na Diretiva Habitats e OSPAR com o sistema EUNIS (Nota: Tabela completa na versão digital do PA). ....                                     | 36 |
| <b>Tabela A2</b> – Relação entre indicadores, metas, pontos de referência e pressões para os Descritores D1 e D6 da DQEM. ....  | 41 |
| <b>Tabela A3</b> – Bases de dados existentes com informação relevante para as avaliações de DQEM/BEA. (Nota: Tabela completa na versão digital do PA). ....   | 41 |
| <b>Tabela A4</b> – Metadados a incluir em bases de dados SIG de acordo com a Diretiva INSPIRE. ....   | 45 |

## Lista de abreviações

AIC – Critério de Informação de Akaike  
AMP – Área Marinha Protegida  
APGR – Área Protegida de Gestão de Recursos  
BEA – Bom Estado Ambiental  
BIC – Critério Bayesiano de Schwarz  
BRUV – Baited Remote Underwater Video (inglês)  
CP – Contracting Parties (inglês)  
CR – Em Perigo Crítico  
D – Descritor  
DH – Diretiva Habitats  
DQA – Diretiva-Quadro da Água  
DQEM – Diretiva-Quadro Estratégia Marinha  
EA – Estado Ambiental  
EN – Em Perigo  
EUNIS – European Nature Information System (inglês)  
GAM – Modelo Aditivo Generalizado (do inglês Generalised Additive Model)  
GLM – Modelo Linear Generalizado (do inglês Generalised Linear Model)  
INSPIRE – Infrastructure for Spatial Information in the European Community (inglês)  
IUCN – União Internacional de Conservação da Natureza  
MarMAT – Índice de Avaliação de Macroalgas Marinhas (Marine Macroalgae Assessment Tool)  
OSPAR – Convenção de Oslo-Paris para a Proteção do Meio Marinho do Atlântico Nordeste  
PA – Plano de Ação  
PMe – Programa de Medidas  
PMo – Programa de Monitorização  
PNI – Parque Natural de Ilha  
RN – Reserva Natural  
ROC – Receiver Operating Characteristic (inglês)  
ROV – Remotely Operated Vehicle (inglês)  
SDB – Satellite Derived Bathymetry (inglês)  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
SIG-MAR Açores – Sistema de Informação Geográfica Marinho dos Açores  
Spp – Espécies  
T – Tarefa  
VIF – Variance Inflation Factor (inglês)  
VME – Vulnerable Marine Ecosystem (inglês)  
VU – Vulnerável  
ZEC – Zona Especial de Conservação

## Preâmbulo

A Diretiva Quadro da Estratégia Marinha (DQEM), estabelecida em 2008 pelo Conselho Europeu, visa a obtenção ou manutenção do Bom Estado Ambiental (BEA) do meio marinho Europeu até 2020. Desde a sua ratificação por Portugal, em 2010, que a DQEM tem vindo a ser implementada mediante várias fases.

Na fase preparatória foi i) avaliado o Estado Ambiental (EA) inicial das águas e os impactos das atividades humanas, ii) definido o BEA das águas e respetivo conjunto de metas e indicadores ambientais associados (incluindo 18 metas para os Açores), e iii) definido um Programa de Monitorização (PMo) para a avaliação contínua do EA das águas marinhas (incluindo fichas de avaliação) e atualização periódica das respetivas metas ambientais (MAM et al. 2014, SRMCT 2014). Seguiu-se uma fase de programação, onde se elaborou um Programa de Medidas (PMe).

O programa BALA (implementação da DQEM aos ambientes litorais marinhos dos Açores) integra-se na atual fase de implementação dos PMe e PMo, nomeadamente através do desenvolvimento de três sub-projetos associados àqueles Programas: o projeto *BiodivAMP* (situação de referência e avaliação da biodiversidade costeira marinha), o projeto *MAPAMP* (mapeamento de habitats e espécies) e o projeto *MONIZEC* (monitorização). O presente relatório integra-se no subprojeto *BiodivAMP* e dá resposta ao objetivo da sua primeira fase:

*Estabelecer um plano global de ação (PA) para obter a informação relevante sobre a biodiversidade marinha litoral dos Açores que permita i) analisar a condição das populações de algas, invertebrados e vertebrados; ii) avaliar a condição ambiental dos habitats prioritários; e iii) identificar lacunas na informação disponível.*

Este PA está estruturado para responder às ‘Tarefas’ (T) definidas no respetivo caderno de encargos: T1) Sistematização da informação e do conhecimento existente sobre a estrutura e estado de conservação dos grupos funcionais e habitats/biótopos em consideração; T2) Identificação da informação em falta para os grupos funcionais e habitats/biótopos a considerar; T3) Definição de pontos de referência (Bom Estado Ambiental) e metas ambientais, completando assim o relatório de avaliação inicial; T4) Definição das metodologias para implementação do programa de monitorização MONIZEC e da medida MAPAMP, de forma a responder às exigências dos Descritores 1 e 6 da DQEM bem como à implementação de indicadores do estado de conservação de espécies e habitats requeridos pelo PO Açores 2020; T5) Descrição do sistema de aquisição, armazenamento e gestão dos dados a adotar, que deverá estar compatibilizado com o SIG-MAR Açores (e outros sistemas de dados existentes, como os da OSPAR) e com as metodologias propostas para o reporte de informação no âmbito da DQEM; T6) Seleção e descrição das metodologias de análise estatística e modelação espacial preditiva a adotar para determinar o estado ambiental dos grupos funcionais e dos habitats/biótopos a considerar, de acordo com os critérios e indicadores definidos nas Tarefas 3 e 4. Estes capítulos são precedidos de um enquadramento onde 1) se define a metodologia seguida segundo os critérios internacionalmente definidos, 2) são feitas considerações sobre a biodiversidade marinha dos Açores e as pressões (antropogénicas) que sobre elas atuam, e 3) se propõe uma adaptação da metodologia e listas de habitats e espécies litorais a considerar pelo programa BALA no âmbito da DQEM.



## Enquadramento

### Avaliação e monitorização do BEA

No seu relatório sobre a biodiversidade marinha no contexto da Diretiva Quadro da Estratégia Marinha (DQEM), Cochrane et al. (2010) oferecem um enquadramento e metodologia global para a avaliação e monitorização do seu Bom Estado Ambiental (BEA).

Nesta metodologia, a avaliação e monitorização devem ser precedidas de várias tarefas preparatórias:

- 1) compilar em Sistema de Informação Geográfica (SIG) a informação relevante sobre dados ambientais (p. ex. biodiversidade, padrões oceanográficos) e atividades humanas que potencialmente influenciam a biodiversidade (p. ex. distribuição, intensidade e frequência de pressões) (Tarefa 1 do PA);
- 2) identificar os componentes da biodiversidade presente na região de interesse (Tarefas 1 e 2 do PA);
- 3) definir as áreas de relevância ecológica para a avaliação (Tarefa 1 e 4 do PA);
- 4) definir os pontos de referência de BEA (Tarefa 3 do PA);
- 5) definir as metas de BEA (Tarefa 3 do PA).

Seguindo-se então a avaliação e monitorização que podem ser divididas em sete fases:

- 1) selecionar as áreas prioritárias a monitorizar. Estas áreas devem incluir zonas influenciadas por atividades humanas (preferencialmente de alta intensidade, longa duração, e de diversas atividades) e áreas de referência não impactadas ou com impacto reduzido (i.e., com BEA). As áreas devem ser mapeadas em SIG;
- 2) identificar os elementos da biodiversidade a monitorizar;
- 3) selecionar os indicadores a utilizar. O indicador pode refletir diretamente o estado da componente de biodiversidade a avaliar, mas pode igualmente ser mais eficiente monitorizar e avaliar a pressão, ou pressões, que causam impacto sobre essa componente. De igual modo, deve ser avaliado se existem espécies ou comunidades substitutos (*'surrogate'*) da componente geral;
- 4) monitorizar, seguindo uma técnica e estratégia de amostragem previamente definidas, para avaliar o estado e tendências dos indicadores;
- 5) avaliar o BEA. Quando este não for atingido, analisar a proximidade, as tendências (positiva ou negativa) e, se possível, a taxa de mudança;
- 6) definir um programa de medidas corretivas (p. ex. para reverter uma tendência negativa);
- 7) fazer gestão adaptativa, ajustando o plano (espacial e temporal) de monitorização (PMo) e o programa de medidas (PMe) de acordo com as mudanças observadas em relação às metas definidas.

Varias destas fases foram já consideradas e abordadas no primeiro relatório da DQEM para a subdivisão Açores (SRMCT 2014), e vão ser prosseguidas no programa BALA.

## Pressões, impactos e ameaças

A identificação de pressões e ameaças resultantes de atividades humanas é essencial para planejar a monitorização e identificar as respetivas áreas (Cochrane et al. 2010). Geralmente, considera-se como **pressão** um fator que afetou as espécies no passado e as afeta no presente, p. ex. danos físicos, contaminação, extração de indivíduos, e introdução de espécies (Cochrane et al. 2010). As pressões resultantes das atividades antropogénicas podem modificar o estado do meio marinho (p. ex. alterações na qualidade da água, nas populações ou nas cadeias tróficas), eventualmente causando **impactos** (p. ex. a perda da diversidade, a degradação de habitats). Neste contexto, as **ameaças** são fatores considerados como de potencial impacto no futuro.

Genericamente, a sensibilidade de um habitat, espécie ou comunidade depende da sua resistência e resiliência. Espécies mais resistentes suportam um nível considerável de pressão antes de revelar impactos. A resiliência reflete a sua capacidade de recuperação quando a pressão termina. Estes dois atributos devem ser considerados aquando da definição de metas para o BEA da biodiversidade (Cochrane et al. 2010).

De acordo com a avaliação preliminar do BEA marinho da região dos Açores, *“os habitats costeiros... foram considerados em Bom Estado Ambiental, concluindo-se desta avaliação que os ecossistemas costeiros dos Açores não estão afetados de modo a comprometer a sua estrutura e a produtividade e funções das espécies envolvidas”* (SRMCT 2014). No entanto, esta avaliação também identificou diversas pressões e impactos sobre o meio marinho dos Açores, que englobam i) as perdas e danos físicos sobre a zona costeira e fundos; ii) o som e ruído submarino resultante das atividades antropogénicas; iii) o lixo marinho; iv) as mudanças antropogénicas na hidrografia e hidrologia (circulação marinha); v) a contaminação por substâncias perigosas; vi) o enriquecimento em nutrientes; vii) os micróbios patogénicos; viii) a introdução de espécies não indígenas; e ix) a extração seletiva de espécies com interesse económico (SRMCT 2014). As principais ameaças identificadas para os fundos marinhos e biótopos bentónicos da Região dos Açores são i) a pesca demersal; ii) a extração de inertes; iii) a deposição de dragados; e iv) a investigação científica. Outras ameaças que potencialmente afetam os fundos rochosos litorais incluem v) as espécies não indígenas com potencial invasor (D2 da DQEM), vi) as alterações da estrutura e composição das comunidades e das cadeias tróficas por extração seletiva de espécies (D3 e D4), vii) a eutrofização de águas litorais (D5), e viii) a alteração da composição e estrutura das comunidades por artificialização das zonas costeiras (D7) (SRMCT 2014).

Relativamente aos habitats classificados no âmbito da Convenção OSPAR (seção seguinte), considerados como de especial sensibilidade, os campos de maerl também podem ser potencialmente impactados pela extração de inertes, que remove o substrato e causa a resuspensão de sedimentos, e pela deposição de dragados (p. ex. no contexto de dragagem nos fundos dos portos) (SRMCT 2014). Tal como outros organismos de estrutura calcária, os campos de maerl podem também sofrer impactos profundos com a acidificação dos oceanos causada pelas mudanças climáticas globais. Esta ameaça também se aplica aos habitats de corais e esponjas de águas frias (VMEs). No entanto, é a pesca de fundo que é considerada o maior impacto e ameaça para estes habitats (SRMCT 2014). A pesca de fundo, juntamente com a investigação científica e a (potencial) exploração de minerais, é igualmente considerada uma ameaça para os campos hidrotermais (SRMCT 2014).

## Espécies e habitats litorais marinhos dos Açores

Um passo fundamental para se proceder ao PA para avaliar o BEA (D1 e D6) é definir os objetos de interesse, ou seja, as espécies (grupos funcionais) e os habitats/biótopos. Neste caso, e porque existem diversas classificações e proteções legais a considerar, importa definir em primeiro lugar quais estes objetos de forma sistematizada.

### Habitats e Biótopos

A DQEM (2008/56/CE) descreve, no Quadro 1 do Anexo III, três grandes tipos de habitat a considerar i) na avaliação inicial do estado ambiental (Art.8.º), ii) na definição do Bom Estado Ambiental (Art.9.º), iii) no estabelecimento de metas ambientais (Art.10.º), e iv) nos programas de monitorização (Art.11.º): os habitats predominantes, os habitats especiais, e os habitats particulares.

Os **habitats predominantes** são os grandes tipos de habitats mais representativos ecologicamente. Nos Açores, existem os seguintes habitats predominantes do litoral até o circalitoral profundo (<200 m):

- i. Litoral rochoso e recifes biogénicos (A1)
- ii. Litoral sedimentar (A2)
- iii. Sublitoral rochoso e recifes biogénicos (A3, A4, A5.6, A5.7)
- iv. Sublitoral sedimentar grosseiro (A5.1)
- v. Sublitoral sedimentar arenoso (A5.2)
- vi. Sublitoral sedimentar misto (A5.4)

(números entre parêntesis: classificação EUNIS – ver seção seguinte; adaptado de European Commission 2011).

O sublitoral pode ainda ser dividido em infralitoral (até à profundidade correspondente a 1% da luz solar, que nos Açores corresponde em média aos 69 m – Amorim et al. 2015) e circalitoral (até aos 200 m).

Os **habitats especiais** são habitats que, pelo seu especial interesse para a biodiversidade e científico, foram classificados ou identificados no âmbito de ações legislativas internacionais. Nos Açores, são de relevo os habitats especiais costeiros listados nas Diretivas Comunitárias Habitats e Aves (Tabela 1) e na convenção internacional OSPAR (Tabela 2).

Os **habitats particulares** são habitats em áreas que, devido às suas características, localização ou importância estratégica, merecem uma referência particular. Podem ser incluídas i) áreas sujeitas a pressões intensas, múltiplas ou específicas que, portanto, podem criar riscos para a biodiversidade marinha, o ecossistema marinho, a saúde humana, ou o uso legítimo do mar; e ii) áreas que merecem um regime específico de proteção ou já estão designadas como áreas para a gestão e/ou conservação do meio marinho (p. ex. áreas marinha protegidas). Caem nesta categoria todas as Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) litorais dos Parques Naturais de Ilha (PNIs) dos Açores (GAMPA 2015).

**Tabela 1** - Habitats marinhos de interesse comunitário cuja conservação exige a designação de zonas especiais de conservação (Natura 2000) e que ocorrem no ambiente marinho dos Açores.

| Código | Habitat  |
|--------|--|
| 1150   | Lagunas costeiras (prioritário)                        |
| 1160*  | Enseadas e baías pouco profundas*                      |
| 1170*  | Recifes*   |
| 1180*  | Estruturas submarinas originadas por emissões gasosas* |
| 8330*  | Grutas marinhas submersas ou semi-submersas*           |

\* Habitat a considerar no âmbito da DQEM e programa BALA; (Diretivas Habitats e 92/43/CEE).

**Tabela 2** - Habitats listados como ameaçados e/ou em declínio na Convenção OSPAR que ocorrem nos Açores (região V; OSPAR 2008).

| Habitat  | Regiões OSPAR onde o habitat ocorre | Regiões OSPAR onde os habitats estão sob ameaça e/ou em declínio |
|--|-------------------------------------|--|
| <i>Carbonate mounds</i>                          | I, V                                | V <sup>1</sup>   |
| Jardins de Corais*                               | I, II, III, IV, V                   | Em todos onde ocorrem  |
| Agregações de esponja no mar profundo*           | I, III, IV, V                       | Em todos onde ocorrem  |
| Recifes de <i>Lophelia pertusa</i> *             | Todos                               | Em todos onde ocorrem  |
| Campos de maerl*                                 | Todos                               | III  |
| Campos de <i>Modiolus modiolus</i>               | Todos                               | Em todos onde ocorrem  |
| Cristas oceânicas com fontes/campos hidrotermais | I, V                                | V  |
| Recifes de <i>Sabellaria spinulosa</i>           | Todos                               | II, III  |
| Montes submarinos                                | I, IV, V                            | Em todos onde ocorrem  |

\* Habitat (costeiros) a considerar no âmbito da DQEM e programa BALA; <sup>1</sup> A confirmar por missões a efetuar pela Irlanda.

Por seu lado, o relatório da DQEM dos Açores (SRMCT 2014) apenas define três tipos de habitats principais costeiros, correspondentes ao seu **zonamento ecológico**:

- 1) zona intertidal ou mesolitoral - faixa costeira sobre influência das marés, incluindo o supralitoral;
- 2) zona infralitoral - zona permanentemente submersa sujeita à ação da luz, dominada por grupos de algas;
- 3) zona circalitoral - zona de insuficiente luz para desenvolvimento algal, dominada por animais.

Acresce que a utilização pura dos habitats classificados na Diretiva Habitats (92/43/CEE) e na DQEM (2008/56/CE) como referência para a avaliação do BEA pode originar grandes disparidades regionais na aplicação de muitas das suas categorias. Por exemplo, a dificuldade de aplicação da Diretiva Habitats aos habitats marinhos dos Açores foi já evidenciada em vários trabalhos. O primeiro relatório da DQEM Açores refere-se precisamente à inexistência de informação de referência ou de séries temporais que permitam avaliar o impacto das atividades humanas na grande maioria dos habitats bentónicos. Dois dos habitats classificados na Diretiva Habitats ('enseadas e baías pouco profundas', 'recifes') foram identificados como de difícil operacionalização no contexto do Descritor 6 pois, na maioria dos casos, englobam uma diversidade elevada de habitats distintos (SRMCT 2014).

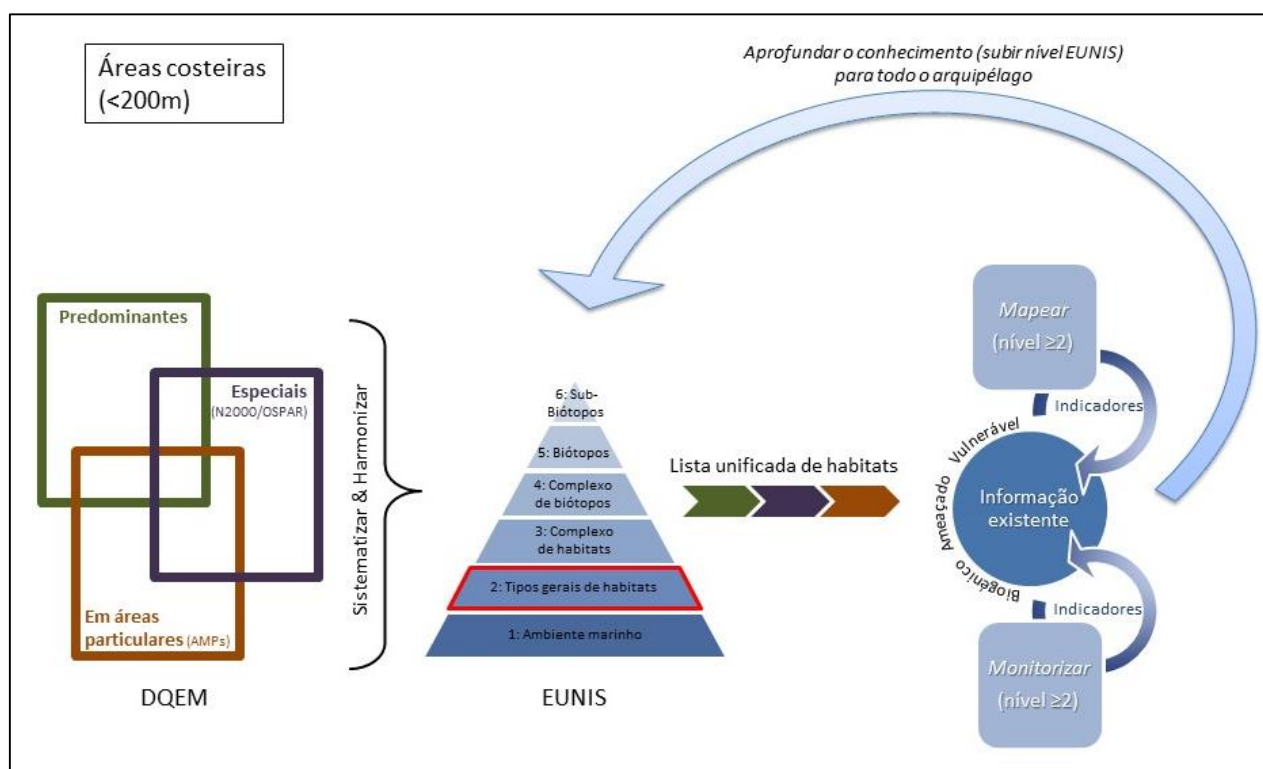
O sistema de classificação de habitats EUNIS (*European Nature Information System*) foi estabelecido na Europa precisamente para facilitar, uniformizar e harmonizar a descrição e recolha de dados a nível local,

nacional e internacional. O sistema EUNIS utiliza critérios bem definidos para a identificação hierárquica de habitats, abrangendo todos os tipos de habitats, do natural ao artificial, dos terrestres aos marinhos, e facilitando a comparação dos habitats e suas avaliações ambientais (p. ex. BEA) entre diferentes regiões. O EUNIS adota seis níveis de complexidade, classificados de acordo com a zona ecológica, o tipo de substrato, a exposição às ondas sobre o fundo e comunidades biológicas, e os seus biótopos (Connor et al. 2004). É possível adotar diferentes níveis em função da informação disponível e/ou grau de avaliação pretendido. Por isso, é também possível a conversão dos habitats listados na Diretiva Habitats e OSPAR em categorias do sistema EUNIS, permitindo uma classificação mais funcional mas mantendo a harmonização legal.

*Propõe-se:*

1. considerar como de interesse prioritário para o programa BALA os **habitats costeiros especiais** sujeitos a avaliação direta no âmbito da DQEM, que também contribuem para a avaliação dos habitats particulares e predominantes aos quais eles pertencem;
2. adotar a classificação EUNIS para sistematizar a informação e identificar habitats prioritários dentro das categorias dos habitats costeiros especiais.

A Figura 1 esquematiza esta abordagem proposta para a sistematização da informação e a seleção de habitats, baseada na classificação DQEM (2008/56/CE) e harmonizada através da classificação EUNIS.



**Figura 1** - Esquema geral proposto para sistematização da informação e seleção de habitats.

São inicialmente selecionados e mapeados, com a informação disponível, os habitats biogénicos, ameaçados e vulneráveis em grandes categorias (EUNIS nível 2 e/ou 3). Depois é implementada a sua monitorização usando os indicadores definidos para os Descritores 1 e 6 da DQEM. Esta abordagem é possível porque a escala EUNIS é hierárquica e inclusiva na definição dos habitats/biótopos em níveis consecutivos de complexidade, ou seja, o nível adequado para mapear e monitorizar os habitats é definido pela informação disponível numa dada fase. Com o aprofundamento progressivo do conhecimento, pode-se subir o nível EUNIS adotado, atingindo-se gradualmente uma melhor descrição dos habitats/biótopos.

*Propõe-se uma conversão de habitats N2000/OSPAR em habitats EUNIS até ao nível 3 (Tabela 3, Tabela A1 em anexo) e adotar, no atual momento de conhecimento, esta como a lista de habitats DQEM para o litoral marinho dos Açores.*

Chama-se a atenção para o facto de a classificação EUNIS estar atualmente em revisão, incluindo novas propostas de classes de habitats/biótopos para os Açores e/ou a adaptação de níveis (Tempera et al. 2013). Em consequência, os habitats/biótopos considerados e selecionados neste relatório podem, eventualmente, ser reclassificados no futuro.

## Espécies e Grupos Funcionais

Os grupos funcionais são agrupamentos de organismos baseados nas funções tróficas que exercem no ecossistema marinho. Os grupos funcionais em consideração para o BALA são, necessariamente, os listados na DQEM (Tabela 4). No entanto, no relatório inicial da DQEM Açores foram apenas avaliados três grupos funcionais cujas espécies se encontram protegidas por um conjunto de estatutos internacionais de conservação e incluídos nas Diretivas Aves e Habitats e convenção OSPAR: mamíferos marinhos, tartarugas marinhas e aves marinhas (SRMCT 2014). Estes grupos são claramente insuficientes para retratar o ecossistema marinho dos Açores, mesmo do ponto de vista das espécies chave. Por outro lado, não é exequível traçar planos de monitorização que incluam todas as espécies, ou sequer todas as espécies de determinados grupos funcionais. Por exemplo, do ponto de vista da sua eficácia, a monitorização das espécies comuns normalmente é mais fácil (p. ex. presença e abundância) e assegura também uma comparação entre diferentes regiões (OSPAR 2012). Importa, por isso, apresentar neste Plano de Ação uma lista de espécies revista e selecionada para cada grupo funcional.

*Recomenda-se avaliar e monitorizar como indicadores do BEA e a monitorizar no âmbito do BALA para responder aos Descritores D1 e D6:*

- 1. espécies ameaçadas ou com tendência a diminuir, que normalmente refletem bem as pressões, em articulação com o programa de monitorização do D3;*
- 2. espécies comuns ou de distribuição vasta, que têm uma maior representatividade em relação à sua abundância, área de distribuição, função ecológica;*
- 3. espécies invasoras, em articulação com o programa de monitorização do D2.*

**Tabela 3** – Correspondência entre os habitats marinhos litorais listados na DH Natura2000/OSPAR e no sistema EUNIS, que ocorrem nos Açores.

|                          | DH/OSPAR  |   |  |  |  |   |
|--------------------------|---|---|--|--|--|---|
|                          | 1160 - Enseadas e baías pouco profundas   | 1170 – Recifes  | 1180 – Estruturas submarinas originadas por emissões gasosas/ Campos hidrotermais de baixa e grande profundidade | 8330 - Grutas marinhas submersas ou semi-submersas | Jardins e recifes de corais e agregações de esponjas no domínio profundo                                 | Campos litorais de maerl                                |
| <b>EUNIS<br/>Nível 3</b> | A1.1; A1.3; A1.4;<br>A2.1; A2.2; A2.4;<br>A2.6; A2.8; A3.1;<br>A3.2; A3.3; A3.7;<br>A4.1; A4.2; A4.7;<br>A5.5; A5.6; A5.7 | A1.1; A1.3; A1.4; A3.1; A3.2;<br>A3.3; A3.7; A4.1; A4.2; A4.7;<br>A5.6  |  | A1.4; A3.7;<br>A4.7                                |  |   |
| <b>EUNIS<br/>Nível 4</b> | A5.13; A5.14;<br>A5.23; A5.24;<br>A5.25; A5.27;<br>A5.43; A5.45   | A3.23; A4.71  | A3.73; A4.73;<br>A5.71   | A1.44; A3.71;<br>A3.74; A4.71                      | A4.12; A4.13;  | A5.51   |
| <b>EUNIS<br/>Nível 5</b> | A5.23_PT01  | A1.12_PT01; A1.12_PT02;<br>A1.1X_PT01; A1.1X_PT03;<br>A1.1X_PT04; A1.1X_PT05;<br>A1.1X_PT06; A1.1X_PT07;<br>A1.1X_PT09; A1.1X_PT10;<br>A1.1X_PT11; A1.2X_PT01;<br>A3.11_PT01; A3.11_PT02;<br>A3.11_PT03; A3.14_PT01;<br>A3.15_PT01; A3.15_PT02;<br>A3.15_PT03; A3.15_PT04;<br>A3.15_PT05; A3.15_PT06;<br>A3.15_PT07; A3.15_PT08;<br>A3.15_PT09; A3.15_PT10;<br>A3.2X_PT01; A3.2X_PT02;<br>A3.3X_PT01; A4.13_PT01;<br>A4.13_PT02; A4.13_PT03;<br>A4.13_PT04; A4.13_PT05;<br>A4.13_PT07; A5.45_PT06;<br>A5.51_PT01; A5.51_PT02;<br>A5.56_PT01 | A4.733   |  | A4.121; A4.132;<br>A4.13_PT01;<br>A4.13_PT02;<br>A4.13_PT03;<br>A4.13_PT05;<br>A4.13_PT06;<br>A5.45_PT06 | A5.514;<br>A5.515;<br>A5.51_PT0<br>1;<br>A5.51_PT0<br>2 |

(adaptado de European Commission 2013, Tempera et al. 2013, Evans et al. (2014), e Zampoukas et al. 2014).

**Tabela 4** – Os grupos funcionais e espécies em consideração e a sua inclusão em diferentes regulamentos internacionais (adaptado de SRMCT 2014 e European Commission 2011).

| Grupo funcional                                | Categoria                           | Espécie   | Lista   | Nota/Refs   |
|--|-------------------------------------|---|---|---|
| Grupos autotróficos                            | Macroalgas e plantas marinhas       | Spp estruturantes, conespícuas e invasoras<br><i>Phymatolithon calcareum</i>  | -<br>3  | Tempera (2008), Wallenstein et al. (2008a,b), programa PIMA |
| Grupos heterotróficos - Invertebrados marinhos | Invertebrados bentónicos (não DQEM) | <i>Antipathella wollastoni</i><br><i>Centrostephanus longispinus</i><br><i>Megabalanus azoricus</i><br><i>Patella aspera</i><br><i>Porifera</i> spp<br><i>Scyllarides latus</i><br>Corais spp<br>Spp estruturantes, conespícuas, invasoras  | 4, 8<br>2<br>4<br>4<br>4<br>3<br>4<br>-   | não avaliado na IUCN<br><br>Wallenstein et al. (2008a,b)    |
| Vertebrados marinhos                           | Ictiofauna marinha                  | <i>Anguilla anguilla</i><br><i>Bodianus scrofa</i><br><i>Epinephelus marginatus</i><br><i>Galeorhinus galeus</i><br><i>Hippocampus erectus</i><br><i>Mycteroperca fusca</i><br><i>Myliobatis aquila</i><br><i>Sphyrna zygaena</i><br>Ecótipos: Peixes pelágicos, demersais, e costeiros | 7 <sup>a,b</sup><br>5 <sup>a,b</sup><br>5 <sup>a</sup> /6 <sup>b</sup><br>5 <sup>a, b</sup><br>5 <sup>a, b</sup><br>6 <sup>a</sup> /5 <sup>b</sup><br>5 <sup>b</sup><br>5 <sup>a</sup><br>- |   |
|  | Répteis Marinhos                    | <i>Caretta caretta</i><br><i>Chelonia mydas</i>   | 1 <sup>c</sup> , 2, 4, 5 <sup>a</sup> , 8, 9<br>1 <sup>c</sup> , 2, 6 <sup>a</sup> , 8, 9   |   |
|  | Mamíferos Marinhos                  | <i>Tursiops truncatus</i>   | 1, 4 <sup>d</sup> , 8, 9  |   |

(1) Diretiva Habitat – Anexo II: Conservação exige a designação de ZECs; (2) Diretiva Habitat – Anexo IV: exigem proteção rigorosa; (3) Diretiva Habitat – Anexo V: captura ou colheita na natureza e exploração podem ser objeto de medidas de gestão; (4) OSPAR; (5) IUCN Red List: VU= vulnerável; (6) IUCN Red List: EN= em perigo; (7) IUCN Red List: CR= em perigo crítico; (8) CITES; (9) Convenção de Berna, Anexo II (Espécies com proteção rígida). <sup>a</sup> IUCN global assessment, <sup>b</sup> IUCN European Assessment (Nieto et al. 2015); <sup>c</sup> Espécie prioritária; <sup>d</sup> Espécie não listada na área V de OSPAR. Não foram consideradas a Diretiva Aves, a Convenção de Bona, e a Convenção de Barcelona. Os invertebrados não estão listados no documento da CE (European Commission 2011).

Para aplicar estes critérios e selecionar uma lista de espécies a monitorizar dentro dos grupos funcionais (Tabela 4) foi considerada i) a Diretiva Habitats que lista as espécies de interesse comunitário, ii) a lista OSPAR de espécies ameaçadas e/ou em declínio, iii) a lista vermelha da IUCN que avalia o risco da extinção das espécies, iv) estudos científicos sobre a biodiversidade dos Açores (p. ex. Tempera 2008, Wallenstein et al. 2008a, b), e v) informação sobre espécies invasoras. As espécies móveis, nomeadamente os peixes, foram ainda classificadas segundo o seu ecótipo (Cochrane et al. 2010, European Commission 2011), já que estes permitem uma ligação mais funcional aos habitats predominantes e seu funcionamento ecológico.



## Pontos de Referência, Indicadores e Metas (T3)

Do ponto de vista da avaliação, a definição dos pontos de referência (*baselines*) ambientais é essencial para avaliar o BEA das espécies e habitats. Do ponto de vista da gestão e da conservação, é-o também para definir as metas ambientais (*targets*) que permitam atingir ou manter o BEA.

### Pontos de referência

A condição das populações de espécies e habitats num dado momento é geralmente avaliada através da medição do grau de mudança temporal em relação a um ponto de referência (*baseline*). Existem três abordagens possíveis para definir pontos de referência para os indicadores do BEA (OSPAR 2012, Cochrane et al. 2010):

- i) Estado/condição de referência (*reference state*): o ponto de referência é definido como o estado atual em que as influências antropogénicas sobre as espécies e os habitats são consideradas insignificantes, ou seja, são consideradas as condições ambientais naturais sem impactos de pressões das atividades humanas. No caso de não existirem áreas com determinados habitats/espécies em condição de referência e para os quais é necessário definir as metas ambientais, é possível utilizar um habitat/espécie análogo, ou de substituição. Esta abordagem é cientificamente robusta porque os pontos de referência usados baseiam-se em condições fisiográficas, geográficas e climáticas atuais.
- ii) Estado histórico (*past state*): O ponto de referência é definido como o estado histórico, baseado em séries de dados temporais, em que o impacto pode ser considerado negligenciável. Esta abordagem é cientificamente menos robusta, sendo necessário integrar as mudanças de longo prazo das condições fisiográficas, geográficas e climáticas; este ponto de referência histórico pode ainda ser modelado, utilizando a informação atual e histórica para recriar o estado teórico de um ecossistema não-influenciado sob as condições climáticas do presente.
- iii) Estado atual (*current state*): O ponto de referência é definido como o correspondente à data de implementação de uma determinada Diretiva ou política ambiental. A biodiversidade pode já encontrar-se degradada neste estado, sendo frequentemente o caso.

*Em geral, é recomendada a aplicação da **Condição da Referência** para os Descritores 1 e 6 da DQEM ao ambiente marinho (Cochrane et al. 2010, Rice et al. 2010, OSPAR 2012), e aqui também recomendada para a sua avaliação aplicada aos habitats e espécies litorais dos Açores.*

É de notar que, independentemente da abordagem seguida, é reconhecida a impossibilidade de determinar em absoluto os pontos de referência, quer utilizando informação histórica ou modelada, quer através de áreas marinhas onde os efeitos humanos sejam atualmente mínimos (OSPAR 2012).

## Indicadores

A DQEM define para os Descritores D1 e D6, que dizem diretamente respeito ao programa BALA, os seguintes objetivos gerais: D1 - A biodiversidade é mantida. A qualidade e a ocorrência de habitat e a distribuição e a abundância das espécies são conformes com as condições fisiográficas, geográficas e climáticas prevalentes; D6 - O nível de integridade dos fundos marinhos assegura que a estrutura e as funções dos ecossistemas são salvaguardadas e que os ecossistemas bentónicos, em particular, não são negativamente afetados. A DQEM define também os seus respetivos indicadores (Tabela 5).

**Tabela 5** – Os indicadores dos Descritores 1 e 6 da DQEM (Decisão da Comissão n.º 2010/477/UE).

| <b>Critério</b>   | <b>Indicador</b>   |
|---|--|
| 1.1. distribuição das espécies                                      | 1.1.1. área de distribuição<br>1.1.2. modelo de distribuição no interior dessa área, se for o caso<br>1.1.3. área coberta pelas espécies (para as espécies sésseis e bentónicas)   |
| 1.2. dimensão da população  | 1.2.1. abundância e/ou biomassa da população, consoante o caso   |
| 1.3. condição da população  | 1.3.1. características demográficas da população (por exemplo, estrutura por tamanho ou por classe etária, rácio entre os sexos, taxas de fecundidade, taxas de sobrevivência/mortalidade)<br>1.3.2. estrutura genética da população, se for o caso  |
| 1.4. distribuição dos habitats                                      | 1.4.1. área de distribuição<br>1.4.2. modelo de distribuição   |
| 1.5. extensão dos habitats  | 1.5.1. área do habitat<br>1.5.2. volume do habitat, se relevante   |
| 1.6. condição dos habitats  | 1.6.1. condição das espécies e comunidades típicas<br>1.6.2. abundância relativa e/ou biomassa, consoante o caso<br>1.6.3. condições físicas, hidrológicas e químicas  |
| 1.7. estrutura dos ecossistemas                                     | 1.7.1. composição e proporções relativas dos componentes dos ecossistemas (habitats e espécies)  |
| 6.1. danos físicos, tendo em conta as características do substrato. | 6.1.1. tipo, abundância, biomassa e extensão da área do substrato biogénico pertinente<br>6.1.2. extensão do leito marinho significativamente afetado por atividades humanas para os diferentes tipos de substrato   |
| 6.2. condição da comunidade bentónica.                              | 6.2.1. presença de espécies particularmente sensíveis e/ou tolerantes<br>6.2.2. índices multimétricos de avaliação da condição e funcionalidade da comunidade bentónica, como a diversidade e riqueza das espécies e a proporção de espécies oportunistas em relação às espécies sensíveis<br>6.2.3. proporção da biomassa ou número de indivíduos no macrobentos acima de um determinado comprimento/tamanho<br>6.2.4. parâmetros que descrevem as características (distribuição, derivada e interceção) do espectro de dimensões da comunidade bentónica |

A OSPAR é responsável pela coesão e coerência na definição e aplicação dos indicadores da DQEM para a região do Atlântico NE, onde se inserem os ecossistemas marinhos dos Açores. A abordagem comum que a Comissão aconselha para os indicadores e sua relação com os respetivos pontos de referência e metas para os Descritores 1 e 6 é apresentada na Tabela A2 em anexo. A escolha e adaptação dos indicadores específicos a cada objeto de avaliação, isto é, a cada habitat e espécie ou grupo funcional, deve ser feita numa fase posterior, após a aplicação de metodologias analíticas apropriadas à informação que,

entretanto, vier a estar disponível no âmbito do programa BALA, nomeadamente após a obtenção de nova informação da primeira fase dos programas MONIZEC e MAPAMP. No entanto, é clara a vantagem em adotar uma abordagem comum e inter-comparável de indicadores entre a Região Autónoma dos Açores e as regiões que com ela mais semelhanças ecológicas e socio-económicas partilham. Esta abordagem comum vai permitir uma deteção mais realista (em termos quantitativos, de escala) e inclusiva (em termos qualitativos) dos efeitos das pressões e deteção de ameaças. Por isso,

*sugere-se:*

- *a adoção da abordagem OSPAR e respetivos indicadores para os habitats e espécies marinhos litorais dos Açores na aplicação da DQEM aos Descritores D1 e D6;*
- *a adoção de uma abordagem comum entre as Regiões Autónomas dos Açores, Madeira e, preferencialmente, também Canárias, para seleção adoção de indicadores específicos para os habitats e espécies marinhos litorais na aplicação da DQEM aos Descritores D1 e D6.*

## Metas ambientais

Uma meta ambiental refere-se a “uma indicação qualitativa ou quantitativa da condição pretendida dos diferentes componentes das águas marinhas, assim como das pressões e dos impactos a que estão sujeitas, para cada região ou sub-região marinha” (n.º 7 do artigo 3.º da DQEM, Diretiva 2008/56/CE).

Existem três tipos de metas ambientais (MAM et al. 2014):

- 1) Meta de Estado – meta relacionada com o estado de um componente do ambiente marinho, proporcionando uma indicação sobre a condição física, química ou biológica do ambiente;
- 2) Meta de Pressão – meta relacionada com o nível de pressão, estabelecendo o nível desejado ou aceite para uma determinada pressão;
- 3) Meta Operacional – meta diretamente relacionada com a natureza das ações de gestão requeridas, sem que se estabeleça diretamente uma medida específica.

As metas ambientais para a atual fase foram definidas para a subdivisão Açores em função da avaliação inicial do Estado Ambiental do ambiente marinho (SRMCT 2014) (Tabela 6). Este primeiro relatório da DQEM - subdivisão dos Açores (SRMCT 2014) considera, na sua avaliação inicial do Bom Estado Ambiental (BEA) do Descritor 1, apenas o nível da espécie (Critérios 1.1, 1.4, 1.5, 1.6), enquanto a avaliação do BEA dos habitats foi considerada no Descritor 6.

No contexto das espécies e habitats litorais, a meta operacional do Descritor 1 (Azo.1) remete para a obtenção de informação que, presumivelmente, permita avaliar o BEA de espécies costeiras representativas e indicadoras. Igualmente, as metas operacionais afetando os habitats para o Descritor 6 (Azo.8 e Azo.9) remetem para o mapeamento, direto ou por modelação, dos habitats de interesse. A natureza dessa informação terá, necessariamente, de ser conforme ao cálculo ou estimação dos indicadores específicos que vierem a ser selecionados (ver ponto anterior). No entanto, relativamente aos habitats considerados como mais vulneráveis, as metas (Azo.9 e Azo.10) deparam-se com uma evidente

ausência de informação atual sobre a existência de comunidades de coral e/ou esponjas (VMEs) e de maerl (ver seção seguinte). Esta lacuna compromete seriamente a satisfação das metas propostas, em particular a meta Azo.10, de natureza operacional, e deve ser claramente assumida como uma prioridade.

**Tabela 6** – As metas ambientais definidas para os Descritores D1 e D6 na DQEM para a subdivisões Açores, incluindo aquelas integradas no âmbito do programa BALA (\*).

| Meta                   | Descrição  | Tipo        | Descritor |
|------------------------|--|-------------|-----------|
| Azo. 1 <sup>*1,3</sup> | Obter informação sobre espécies costeiras representativas e indicadoras do estado ambiental do ecossistema (p. ex. algas e/ou peixes costeiros).   | Operacional | D1        |
| Azo. 2                 | Aumentar o número casais de reprodutores e da área por eles ocupada em áreas protegidas relevantes para a nidificação de aves marinhas, através da instalação de ninhos artificiais e da recuperação de habitats (espécies vegetais invasoras) e controlo de predadores.   | Estado      | D1        |
| Azo. 3                 | Aumentar o conhecimento sobre a dinâmica populacional e as características demográficas de espécies migradoras pelágicas, como tartarugas marinhas e cetáceos, e de aves marinhas nidificantes.  | Operacional | D1        |
| Azo. 8 <sup>*2</sup>   | Mapear a distribuição dos habitats e biótopos marinhos costeiros identificados, as áreas por eles ocupadas e a sua condição ambiental, em especial os que são classificados e protegidos pela OSPAR e Diretiva Habitats da Rede Natura 2000, e os que pelas suas características biológicas e ecológicas sejam considerados estruturantes das comunidades bentónicas e/ou vulneráveis às atividades humanas. | Operacional | D6        |
| Azo. 9 <sup>*2</sup>   | Mapear a distribuição de habitats marinhos oceânicos, bentónicos, nomeadamente os biogénicos, recorrendo a modelação espacial.   | Operacional | D6        |
| Azo. 10 <sup>*</sup>   | Assegurar que a exploração de inertes costeiros não afeta as comunidades conhecidas de maerl   | Pressão     | D6        |
| Azo. 11                | Promover a utilização de artes de pesca menos impactantes nos ecossistemas oceânicos, sem afetar a rentabilidade das pescarias.  | Pressão     | D6        |

<sup>1</sup>Anexo IV: Medida MEA01-D1, subprojeto BiodivAMP (MAM et al. 2014). <sup>2</sup>Anexo IV: Medida3 MEA06-D6 (subprojeto MAPAMP) (MAM et al. 2014). <sup>3</sup>Anexo II: Monitorização MOA02-III, subprojeto MONIZEC (MAM et al. 2014).

#### *O presente Plano de Ação:*

- *identifica para a meta Azo.1 as espécies e seus grupos funcionais na Tabela 4;*
- *identifica para as metas Azo.8 e Azo.9 os habitats costeiros especiais (Tabela 1 e 3), ajustados à escala EUNIS dentro daquilo que o atual conhecimento permita (Tabela A1);*
- *aconselha para a meta Azo.10 a adoção de uma abordagem precaucionaria enquanto a informação base sobre ocorrência e distribuição de comunidades de maerl não estiver disponível.*

## Disponibilidade e Lacunas de Informação e Conhecimento (T1 e T2)

A Tabela A3 em anexo (nota: tabela completa em formato eletrónico) compila a informação de referência sobre as diversas bases de dados existentes que se julga terem informação relevante para as avaliações DQEM/BEA, sem prejuízo de outras que possam existir. Note-se que esta listagem não implica qualquer compromisso das instituições ou autores em disponibilizar a informação nela incluída.

### Habitats e Biótopos

Uma avaliação sobre a informação disponível e o conhecimento existente sobre os habitats litorais dos Açores permite, em primeiro lugar, concluir que, relativamente aos habitats litorais rochosos, típicos da região, a falta de informação consistente sobre a sua abundância, biomassa, produtividade e distribuição, limita severamente a aplicação dos Descritores 1 e 6. Existirá alguma informação adicional ainda não disponível publicamente, por exemplo, do litoral de São Miguel, Graciosa e Santa Maria no âmbito do projeto BIOTOPE (POCTI/MGS/45319/2002, CIRN/UAç, [www.josemnazevedo.uac.pt/biotope](http://www.josemnazevedo.uac.pt/biotope)), mas considera-se que tal não deverá alterar drasticamente esta situação. Na verdade, a atual distribuição mapeada dos recifes e grutas (habitats classificados pela Diretiva Habitats) não suporta sequer a avaliação dos Descritores por ser demasiado grosseira e omissa.

Desta forma, é possível concluir que:

*existem grandes lacunas de informação relativas à distribuição in situ dos habitats especiais de interesse para o BALA, e ainda mais dos seus biótopos que importa colmatar num futuro próximo.*

Esta lacuna é parcialmente colmatada pela existência de informação ambiental que permite a modelação da ocorrência destes habitats, ou mesmo de alguns modelos preditivos já existentes. No entanto, também aqui subsistem lacunas consideráveis que importa colmatar.

Muita da informação ambiental disponível e que foi utilizada para os referidos modelos preditivos já existentes existe apenas a uma escala demasiado grosseira para a caracterização fina dos habitats costeiros (i.e. batimetria, sedimento versus rocha e respetivas subcategorias), frequentemente em células georreferenciadas de 5x5 km, ou superior. Por exemplo, há limitações severas nos dados relativos aos sedimentos que foram utilizados para produzir o mapa dos tipos de fundo que suportou a produção dos modelos e mapas de habitats do projeto *MeshAtlantic*. Apenas em poucas situações foi possível utilizar dados de granulometria *in situ*, tendo sido frequentemente utilizados dados provenientes das cartas hidrográficas (pontos com informação sumária sobre o tipo de fundo) que não oferecem informação quantitativa suficiente sobre a percentagem de cada classe granulométrica que permita traduzir com exatidão as classes de sedimento em classe Folk. Nesses casos, houve interpretações e aproximações que se podem vir a revelar erradas.

As classes de exposição (hidrográfica) do fundo também carecem de melhoria de forma a suportar uma classificação quantitativa mais consistente entre diferentes regiões e dentro de cada região biogeográfica. Foi usado um histograma da energia cinética sobre os fundos das plataformas dos Açores (ou seja, fundos infralitorais em conjunto com fundos circalitorais) e dividido em três quantis (de 33%) no sentido de criar

classes quantitativas *exposed*, *moderately-exposed* e *sheltered*. Os fundos circalitorais, por se encontrarem a maiores profundidades, são assim predominantemente agrupados nas classes de exposição mais baixa. Em consequência, os mapas *MeshAtlantic* adotam a classificação “*low energy circalittoral rock*” (EUNIS) por este método *top-down* (Vasquez et al. 2015). As classes de exposição do circalitoral não excluíram a população de pixéis (mais expostos) infralitorais nem incluíram a população de pixéis menos expostos de todo o Atlântico ou, no mínimo, da Macaronésia. No futuro, e para melhorar os mapas, pode assim ser usado o histograma das energias observadas apenas dentro da zona circalitoral para segmentar o mesmo em três classes de exposição, eliminando toda a população infralitoral de valores do histograma que o enviesam no sentido de energias mais elevadas. Alternativamente, esta classificação “histogrâmica” da exposição podia ser feita usando a população de valores de energia cinética do circalitoral de toda a Macaronésia, ou mesmo de todo o Atlântico Europeu, no sentido de obter classes regionalmente mais representativas. Neste caso, muito provavelmente, o histograma passará a apresentar mais valores de exposição baixa, levando previsivelmente a que todos os pixéis dos Açores passem a ficar apenas em classes expostas e moderadamente expostas e nenhum pixel dos Açores seja considerado abrigado.

A própria descrição dos habitats e biótopos EUNIS (Tempera et al. 2013) e os mapas construídos no âmbito do projeto *MeshAtlantic* baseiam-se em diferentes princípios que, eventualmente, resultam em diferentes classificações. Os mapas são produtos de *top-down*, em que a partir de três ou quatro *layers* sobre substrato, exposição a ondulação, penetração da luz e profundidade se faz uma segmentação do fundo (Vasquez et al. 2015). Já a lista de biótopos (Tempera et al. 2013) é um produto *bottom-up* em que, partindo de observações no terreno, se classificam uma série de padrões biológicos observados nas classes superiores da EUNIS. A lista de biótopos *bottom-up* (Tempera et al. 2013) não inclui biótopos circalitorais “abrigados”, considerando que seria pouco possível nos Açores encontrar estes biótopos quando se considera toda a diversidade do Atlântico. Em consequência, existe uma contradição entre esta classificação e os mapas (*top-down*), com consequências reais, por exemplo, ao nível da classificação de habitats especiais (‘baías pouco profundas e abrigadas’) no âmbito do programa BALA.

Existe também uma clara e séria lacuna de informação relativa à circulação oceanográfica local e de mesoescala para as costas das ilhas (p. ex. modelos). Esta lacuna tem implicações quer ao nível da referida melhoria das *layers* de exposição, já que a energia cinética é também fortemente influenciada nos Açores pelas correntes de maré, mas também ao nível da previsão de áreas de retenção larvar, essenciais para um correto desenho de redes de reservas marinhas.

Alguns habitats especiais carecem também de amostragem específica, uma vez que dificilmente poderão ser modelados com precisão. É o caso dos habitats ‘grutas’ da Diretiva Habitats, que poderia ser amostrado inicialmente através de recenseamentos à superfície, dando assim pelo menos uma indicação das zonas da linha de costa com maior probabilidade de albergar zonas contíguas submersas com grutas.

Muito relevante é o facto de esta informação ter frequentemente uma escala maior do que as próprias áreas individuais (AMPs) dos PNIs, impedindo a sua utilização futura na revisão e ordenamento dos próprios PNIs. O melhor exemplo de informação existente à escala útil, e que deve servir de referência, é a ilha do Faial e o Canal Faial-Pico, áreas alvo de numerosos trabalhos no passado que permitiram um mapeamento

ambiental fino, nomeadamente o seu mapeamento por multifeixe e trabalhos de verificação *in situ* do tipo de fundo e biocenoses (p. ex., por vídeo).

Por fim, existe uma lacuna generalizada quanto à informação georreferenciada e respectivo mapeamento das pressões e ameaças sobre as espécies e habitats costeiros (p. ex. a pesca, a deposição de material dragado), um passo essencial na avaliação e monitorização do BEA do ecossistema costeiro (Cochrane et al. 2010).

Conclusão:

- i) Dada a importância basilar da informação ambiental relevante para a modelação preditiva de habitats e espécies (batimetria, tipos de fundo, circulação de escala local), deve ser priorizada a colmatação desta lacuna nos próximos anos.*
- ii) Alguns habitats específicos carecem ainda de amostragem de base (in situ) de forma a poder construir os referidos modelos (p. ex. grutas, VMEs, comunidades de maerl).*

## Espécies

De uma forma geral, as limitações impostas pelas atuais lacunas para os habitats referidas acima impactam diretamente a capacidade de estimação dos indicadores relevantes para o D1 relativamente às espécies e grupos funcionais. Esta constatação emana sobretudo do facto de qualquer modelação preditiva populacional que suporte uma avaliação dos índices nucleares (ocorrência, abundâncias, biomassas, estrutura demográfica) estar diretamente dependente da referida informação.

Relativamente às espécies listadas e aqui consideradas como prioritárias para avaliação DQEM (Tabela 4), sobressaem também as lacunas relativas a informação específica sobre algumas delas, nomeadamente:

- i) algas: é necessária uma amostragem regular e atual ao nível do Arquipélago segundo métodos melhorados, mas comparáveis com os registos históricos;*
- ii) invertebrados bentónicos: é necessária uma amostragem regular e atual ao nível do Arquipélago segundo métodos melhorados mas comparáveis com os registos históricos (p. ex. ouriços, estrelas do mar, etc.); alguns programas específicos foram descontinuados, importando recomeça-los (p. ex. lapas) ou encontrar métodos comparáveis (p. ex. cracas);*
- iii) peixes: é necessária uma amostragem de espécies que não são amostradas apropriadamente ou de todo pelos atuais métodos de monitorização (p. ex. tubarão-martelo, cavalo-marinho, enguia).*

Sobressai também a inexistência ou limitação de informação comportamental de valor acrescentado para a conservação e DQEM, nomeadamente a ocorrência de Habitats Essenciais de Peixes (*Essential Fish Habitat*), tais como zonas de reprodução ou de maternidade para diversas espécies de peixes, que deverão contribuir quer para a avaliação DQEM do estado das suas populações, quer para a avaliação crítica das ferramentas de gestão. Esta lacuna requer, muito provavelmente, abordagens específicas complementares às atualmente existentes (p. ex., filmagem remota e recenseamentos/entrevistas de conhecimento ecológico local).

## Planeamento de Mapeamentos e Monitorização (T4)

### Mapeamento de Habitats: MAPAMP

No âmbito do Relatório 1.1 do programa BALA foram identificadas as melhores fontes de informação de batimetria e tipo de fundo atualmente disponíveis para o sublitoral e que, resumidamente, são:

- i) Instituto Hidrográfico: batimetria, escala grossa para os Açores;
- ii) Tempera (2008): batimetria de escala fina para Faial e canal Faial-Pico;
- iii) Quartau et al. (2003, 2006), Bates (2005), Tempera (2008): informação dos habitats rochosos costeiros a partir de mapeamentos multifeixe grosseiros (zonas amostradas intercaladas com grandes zonas não amostradas) para as ilhas de São Miguel, Faial, Pico e Flores;
- iv) Mata Chacón et al. (2013): informação dos habitats rochosos costeiros a partir de modelos preditivos para Santa Maria, Terceira, Graciosa.

Dependendo da ilha e da informação existente, e independentemente da sua exatidão, os habitats modelados cobrem 80% a 100% da área total costeira (0-200 m). No entanto, devido às técnicas de mapeamento por multifeixe efetuadas a partir de embarcações de algum porte, não existe, tipicamente, qualquer informação para as áreas do infralitoral superior mais perto da linha de costa. Uma vez que estas áreas estão incluídas na avaliação DQEM e no programa de monitorização proposto no subprojeto MONIZEC, devem ser mapeadas assim que possível.

Uma alternativa será recorrer ao método de batimetria derivada de satélite (*Satellite Derived Bathymetry*, SDB). Este método usa imagens de satélite para mapear a coluna de água através da modelação analítica de penetração de luz na coluna de água em bandas visíveis a partir de imagem hiperespectral. A batimetria é assim derivada simultaneamente com alguma informação sobre o mapeamento do substrato. Os produtos comerciais estão disponíveis numa variedade de resoluções espaciais até uma profundidade máxima de 20-35m, em função das propriedades óticas da água na região e respetivas imagens disponíveis. Os resultados de SDB são comparáveis aos de outros métodos, tais como acústicos e de LiDAR, e demonstram precisões de 10% da profundidade real  $\pm 0,5$  m em boas condições de limpidez. Este método tem ainda a vantagem de permitir acesso a área remotas, ser rápido, dispensar a mobilização de equipas no terreno, e ser aplicável desde a pequena (25 km<sup>2</sup>) até à grande escala (10.000 km<sup>2</sup>). Os resultados de SDB podem, por exemplo, ser usados para mapear os recifes no infralitoral menos profundo.

Como avaliado na Tarefa 1, grande parte da informação que sustenta a modelação de habitats e biótopos existe apenas numa escala demasiado grossa para ser aplicável ao sublitoral, incluindo todos os estratos de profundidade, sendo necessário refinar substancialmente as *layers* de distribuição, pelo menos, dos habitats e biótopos especiais. Este objetivo terá, necessariamente, de assentar primeiro na obtenção de mapeamentos multifeixe *in situ* do infralitoral e circalitoral ao largo de todas as ilhas, exceto para aquelas onde já existam. Esta tarefa exigirá substanciais meios financeiros e humanos e tempo, sendo expectável que possa demorar três a quatro anos, ou seja, prolongar-se para além do programa actual (BALA), que termina em Julho de 2017.



Até lá, importa paralelamente aumentar substancialmente as amostragens *in situ* do infralitoral inferior e do circalitoral dirigidas à prospeção de VMEs (sobretudo bancos de coral e esponjas) e campos de maerl, já que a informação atualmente disponível é insuficiente para uma modelação adequada. Esta amostragem deve seguir metodologias adequadas para o propósito assegurando também a compatibilização com dados históricos de forma a potencializar as possibilidades de modelação ao nível do Arquipélago (camaras *drop-down*, ROV, e *landers*). Este trabalho pode e deve ser parcialmente efetuado durante as campanhas do programa MONIZEC, nomeadamente mediante a utilização de *landers* de baixo custo e anotação da informação relevante durante os mergulhos (p. ex., a ocorrência de bancos de *Antipathella wollastoni* a partir de uma certa densidade mesmo que fora dos foto-transectos de biótopos).

De igual modo, o mapeamento atual dos recifes e grutas é demasiado grosseiro para assumir qualquer utilidade, sendo necessária antes de mais uma revisão da informação disponível. O mapeamento *in situ* das grutas semi-submersas pode ser feito numa escala fina e exata, com uma campanha por ilha que registe a ocorrência dessas grutas (p. ex. dando a volta à ilha com uma embarcação). Outros projetos atualmente a decorrer nos Açores (ou planeados para o futuro) podem igualmente fornecer informação útil para esta tarefa, devendo ser articulada esta informação.

Todos os dados geridos no âmbito do MAPAMP vão ser compatíveis com o SIG-MAR Açores. Os habitats e biótopos das AMPs devem ser mapeados de acordo com a Diretiva Habitats, a DQEM, a CBD e a Convenção OSPAR, incluindo os habitats biogénicos (p. ex. jardins de corais e esponjas). A avaliação do Descritor 6 pode ser difícil devido i) à diversidade dos ecossistemas bentónicos costeiros e oceânicos presentes nos Açores; ii) às limitações existentes em termos de mapeamento e caracterização sistemática dos diferentes tipos de fundos e biótopos associados, dada a dispersão geográfica, a complexidade do mosaico ecológico, e à profundidade a que muitos dos habitats oceânicos ocorrem; e iii) à dificuldade em avaliar os impactos reais das diversas atividades marítimas (SRMCT 2014).

Considerando a importância do mapeamento dos habitats e biótopos e o custo das medidas propostas, o subprojeto MAPAMP deve ser prolongado e reforçado na fase seguinte de avaliação DQEM, ou seja, de um eventual BALA II. Só depois do mapeamento e caracterização de todos os habitats e biótopos especiais será possível desenvolver programas de monitorização adequados e inclusivos, que possam avaliar o BEA de todos eles e aplicar indicadores que permitam obter informação adequada sobre os impactos das atividades humanas.

*Propõe-se que a Administração invista a curto e médio prazo nos recursos que permitam efetuar:*

- i) o melhoramento dos produtos ambientais já existentes para modelação (p. ex. exposição) (BALA);*
- ii) o mapeamento SDB dos habitats do litoral e infralitoral superior (baixa profundidade) (BALA II), após testes da viabilidade da sua aplicação aos Açores (BALA);*
- iii) o mapeamento in situ das grutas semi-submersas por terra e mar (BALA e BALA II);*
- iv) o mapeamento multifeixe de todas as ilhas onde ainda não tenha ocorrido (BALA II);*
- i) a prospeção in situ de VMEs e campos de maerl em todo o Arquipélago (BALA e BALA II);*
- v) a modelação de VMEs e campos de maerl em colaboração com outros projetos (BALA e BALA II).*

## Programa de monitorização MONIZEC

O subprojeto MONIZEC prevê a monitorização e avaliação periódica da distribuição e abundância de espécies costeiras consideradas como indicadoras do Estado Ambiental dos habitats e espécies litorais, com especial relevância para os grupos funcionais peixes, algas e invertebrados.

Historicamente, este programa, que tem vindo a ser desenvolvido e mantido desde 1997 pelo IMAR-DOP através do apoio direto ou indireto de vários projetos, assenta na realização de protocolos periódicos de censos visuais daquelas comunidades costeiras nas AMPs e zonas circundantes da Região. Desde o seu início que o programa de monitorização adotou vários critérios basilares para a escolha e manutenção de áreas a monitorizar. O programa de monitorização existente assenta numa rede de amostragem em áreas:

- i) incluídas em redes regionais (Reservas Marinhas, PNIs) e internacionais (p. ex. ZECs - Natura 2000, OSPAR);
- ii) que garantam a representatividade geográfica (cobrindo os três grupos) e os grandes tipos de habitats (costeiro abrigado, costeiro exposto, costeiro offshore e bancos de baixa profundidade; Tabelas 7 e 8);
- iii) que incluam zonas de elevado e baixo impacto humano em cada ilha/AMP monitorizada.

*Considera-se fundamental prosseguir esta filosofia e assentar o programa de monitorização da DQEM nesta rede de amostragem.*

*Tendo em conta estes critérios, propõe-se que o programa monitorize as seguintes ilhas e AMPs dos PNIs:*

- i) Corvo (incluindo reserva voluntária do caneiro dos meros);*
- ii) Canal Faial-Pico (APGRs do canal, sectores Faial e Pico);*
- iii) Graciosa (RNs ilhéu da Vila e ilhéu da Praia, APGR costa NO),*
- iv) São Miguel (APGR Caloura-ilhéu V. Franca do Campo e APGR ponta do Cintrão-ponta da Maia)*
- v) Santa Maria (APGR costa sul, 'reserva de mergulho' da baixa da Pedrinha, e RN ilhéus das Formigas);*

A grande maioria das áreas sugeridas dentro ou junto a cada AMP para monitorização (Tabela 8) são AMPs da rede Natura2000 e OSPAR que integram os PNIs (Figura 2). Desta forma, a escolha desta rede permite a monitorização de um conjunto representativo de habitats particulares (AMPs) com diferentes tipos de gestão (que também estão classificadas como habitats especiais) enquanto garante a obtenção de séries multianuais (decadais) de dados BACI (*before-after-control-impact*; Underwood 1994), essenciais para avaliar os impactos dos usos humanos.

A metodologia base de monitorização, que tem sido aperfeiçoada ao longo do tempo, assenta em transectos standardizados dirigidos à comunidade de peixes costeiros 'moveis' e das 'fendas' (i.e., os peixes bentónicos, bento-pelágicos e pelágicos de dimensão máxima superior a ca. 15 cm e relativamente fáceis de avistar (Schmiing et al. 2013). Os indivíduos são identificados até ao taxa mais baixo possível e classificados em grandes classes de tamanho relativo (juvenil, pequeno, medio, grande, muito grande) de acordo com tamanhos específicos para as espécies nos Açores (Morato et al. 2001, Afonso 2002). Os parâmetros ambientais mais relevantes e mensuráveis *in situ* (i.e. profundidade; tipo, inclinação e rugosidade do fundo; visibilidade; corrente; etc.) são também recolhidos para cada transecto. O desenho

de amostragem é estratificado, permitindo que uma equipa de dois mergulhadores treinados e experientes complete entre 2 a 4 transectos por mergulho sem replicar o mesmo estrato (i.e. profundidade e tipo de habitat) nem cruzar os transectos, durante os quais obtém a informação relevante sobre a abundância e biomassa destas espécies, bem como do seu habitat. Nalguns anos e ilhas foram também efetuados censos dirigidos a algas e invertebrados usando a escala semiquantitativa SACFOR. No entanto, esta metodologia tem algumas limitações e problemas que importa resolver para se obter um método mais inclusivo dos habitats prioritários na perspetiva DQEM:

- i) não amostra as algas nem os macroinvertebrados dominantes de forma quantitativa e diretamente comparável com a amostragem dos peixes;
- ii) não amostra os habitats do infralitoral profundo (>40 m) nem do circalitoral (p. ex. VMEs);
- iii) não amostra os habitats de sedimento, incluindo os mais vulneráveis (p. ex. maerls).

De forma a lidar com o primeiro problema (monitorização de mega-invertebrados e algas), a equipa adaptou o método de recenseamento por mergulho a uma grupo substancial de espécies indicadoras, a saber: ouriços (*Sphaerechinus granularis*, *Paracentrotus lividus*, *Arbacia lixula*, *Centrostephanus longispinus*), estrelas-do-mar (*Ophidiaster ophidianus*, *Marthasterias glacialis*), holotúrias (*Holothuria* spp.), polychaetas (*Hermodice carunculata*, *Sabella spallanzanii*), bivalves (*Pinna rudis*) e um grupo de algas dominantes, de acordo com Tempera (2008), Tempera et al. (2012) e Wallenstein et al. (2008a, b). Neste método – **transectos combinados** – são idealmente necessários três mergulhadores: o primeiro mergulhador conta e identifica os peixes móveis ao longo de uma linha de 50m enquanto desenrola um carreto e os macroinvertebrados visíveis no regresso enquanto o recolhe; o segundo mergulhador vai atrás do primeiro e conta os peixes crípticos com valor comercial (*Murenídea*, *Phycis phycis*, *Epinephelus marginatus*; ver Schmiing et al. 2013, 2014) e os macro-invertebrados em abrigos (fendas; p. ex. *S. latus*); o terceiro mergulhador faz fotografias (i.e. foto-quadrados 50x50 cm) a cada 10 m (marcados no fio do carreto) para posterior análise dos biótopos com *software* específico, enquanto anota a ocorrência das espécies dominantes (incluindo as invasoras) dentro dos quadrados, e estima a distribuição de colónias invasoras visíveis (p. ex. *Caulerpa webbiana*) ao longo de todo o transecto no regresso. O método pode ser adaptado para dois mergulhadores apenas, sendo mais exigente.

Para além da amostragem da abundância dos habitats/biótopos e invertebrados mais importantes, este método modificado permite também relacionar a ictiodiversidade com aqueles enquanto garante a comparação (parcial) com os censos históricos (de peixes). Desta forma, deverá ser possível assegurar a estimação da maioria dos indicadores propostos para a DQEM (D1 e D6), enquanto se garante a informação base para estudar avaliar os efeitos da proteção (p. ex. mudanças de abundância, biomassa, biodiversidade; incluindo a fecundidade potencial das populações protegidas) e das alterações climáticas (p. ex. a tropicalização). Por outro lado, a informação ambiental recolhida durante os censos pode também ser usada para modelar a distribuição dos biótopos (p. ex. Tempera 2008, Tempera et al. 2012), espécies (p. ex. Schmiing et al. 2013), e biodiversidade (Schmiing et al. 2014), apoiando assim a identificação dos habitats prioritários para a conservação no âmbito da revisão dos PNIs, ou seja, o apoio à gestão local.

Para a monitorização dos outros invertebrados comerciais e alvo de medidas de proteção (Tabela 4) não incluídos nos transectos modificados acima descritos, propõe-se a reimplementação do **programa de**

**monitorização em apneia** dirigido a lapas que foi suspenso em 2004 (Pham et al. 2013, Diogo et al. 2016), eventualmente combinado com um programa piloto de monitorização de cracas com metodologia não invasiva, provavelmente em fotoquadrados.

Para monitorizar as comunidades associadas aos habitats mais profundos (o segundo problema), terá de ser adotada uma estratégia de amostragem distinta. A filmagem é a metodologia mais testada e aconselhada, inclusive nos Açores, podendo ser implementado um programa regular de censos em pontos fixos utilizando camaras de baixo custo (tipo 'GoPro') em caixas estanques, montadas numa estrutura simples e equipadas com isco - ***baited remote underwater video, BRUV*** (Harvey et al. 2012). Este programa, se corretamente desenhado e estandardizado, permitirá amostrar i) as comunidades vivas que formam os recifes biogénicos dos VMEs ou maerl, incluindo uma estimativa da sua densidade tridimensional no ponto de amostragem, e ii) os peixes móveis e alguns mega-invertebrados que lhes estão associados. Deve estar, numa primeira fase, diretamente articulado com o programa de mapeamento destes habitats, pois a monitorização *in situ* permitirá verificar as categorias EUNIS (nível  $\geq 3$ ) e validar as *layers* da distribuição dos respetivos habitats que foram e venham a ser produzidas para os Açores (p. ex. no âmbito do MAPAMP).

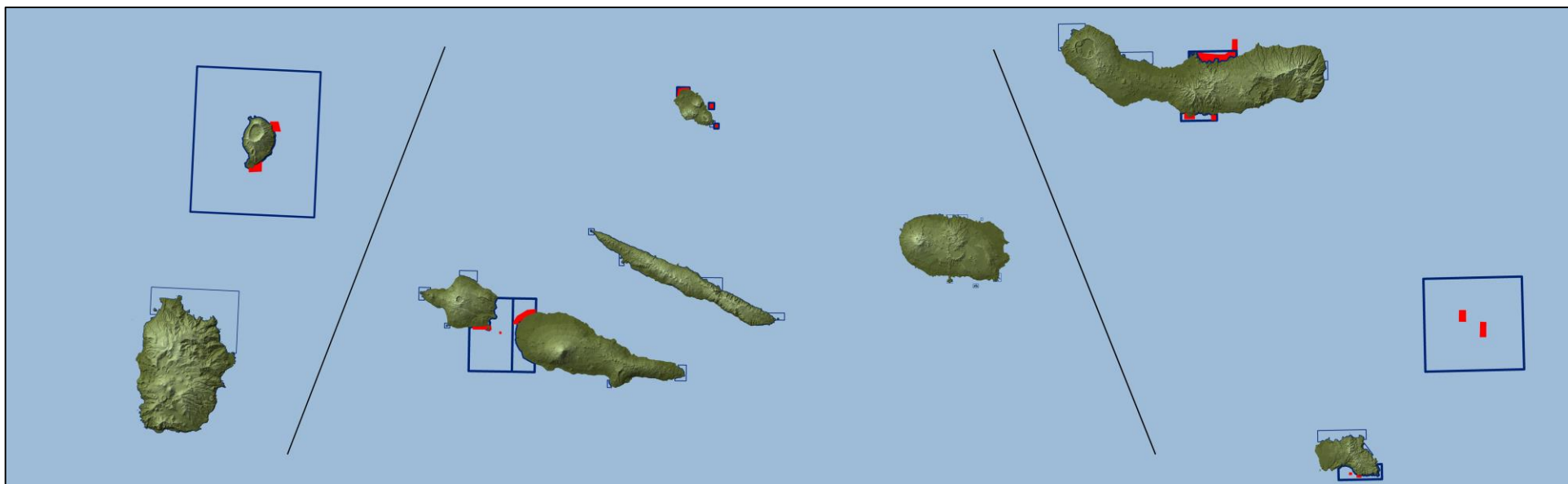
Por fim, a monitorização de habitats sedimentares, embora importante, não é considerada prioritária no âmbito do programa DQEM-Açores/BALA em função das limitações logísticas impostas pelas necessidades de amostragem e dos menores riscos e vulnerabilidades que se julgam existir para estes habitats na região, nomeadamente a pesca, com exceção das comunidades de maerl (ver seção anterior). Estas deverão ser amostradas através de uma combinação de censos visuais subaquáticos em mergulho e de BRUVs.

Resumindo, propõe-se manter e desenvolver um programa de monitorização dos habitats e espécies costeiras prioritários a médio e longo prazo que combina várias metodologias em função dos habitats e espécies alvo. Este programa de monitorização deverá permitir a avaliação periódica (cada 6 anos) dos indicadores a considerar no âmbito dos Descritores D1 e D6 (1.1.1 – 1.1.3, 1.2.1, 1.3.1, 1.4.1, 1.5.1, 1.6.2, 1.7.1., 6.2.1 – 6.2.2, 6.2.4.) e também contribuirá diretamente para monitorizar espécies invasoras (D2).

**Tabela 7** – Proposta geral de metodologia para o programa de monitorização costeiro para as avaliações da DQEM nos Açores.

|                                    |                 | Infralitoral superior (0-40m) | Infralitoral inferior (40-70m) | Circalitoral (70-200m) |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| <b>Habitat</b>                     | recifes         | ✓                             | ✓                              | ✓                      |
|                                    | baías abrigadas | ✓                             |                                |                        |
|                                    | maerls          | *                             | *                              |                        |
|                                    | VMEs            |                               | *                              | *                      |
| <b>Grupo funcional</b>             | peixes          | ✓                             | ✓                              | ✓                      |
|                                    | invertebrados   | ✓                             | ✓                              | ✓                      |
|                                    | algas           | ✓                             | ✓                              |                        |
| <b>Método</b>                      | transectos      | ✓                             |                                |                        |
|                                    | fotoquadrados   | ✓                             |                                |                        |
|                                    | BRUV            | ✓                             | ✓                              | ✓                      |
|                                    | ROV             |                               | ✓                              | ✓                      |
| <b>Periodicidade mínima (anos)</b> |                 | 3                             | 6                              | 6                      |

\* depois de identificados locais representativos.



**Figura 2** – Proposta das áreas de monitorização (vermelho) e sua relação com as AMP onde se integram (rectângulos azuis, linha grossa) e restantes AMPs dos PNIs (rectângulos azuis, linha fina).

**Tabela 8** – Rede de amostragem proposta para programa de monitorização costeiro para as avaliações da DQEM nos Açores.

| Ilha             | PNI        | Área           | Local                           | N2000 | OSPAR | Abrigado | Exposto | Offshore | AMP                  | Proteção |
|------------------|------------|----------------|---------------------------------|-------|-------|----------|---------|----------|----------------------|----------|
| Corvo            | Corvo      | Corvo          | Boqueirão-areia                 |       | ✓     |          | ✓       |          | Corvo                | VI       |
|                  | Corvo      | Corvo          | porto da casa                   |       | ✓     | ✓        |         |          | Corvo                | VI       |
|                  | Corvo      | Corvo          | baixa do Moldinho               |       | ✓     |          |         | ✓        | Corvo                | VI       |
| Canal Faial-Pico | Faial      | costa SE       | Pasteleiro-Feteira              | ✓     | ✓     |          |         |          | canal sector Faial   | VI       |
|                  | Faial      | costa SE       | monte da Guia - ilhéu Negro     | ✓     | ✓     | ✓        |         |          | canal sector Faial   | VI       |
|                  | Faial      | costa SE       | monte da Guia - Caldeirinhas    | ✓     | ✓     | ✓        |         |          | Caldeirinhas         | I        |
|                  | Faial      | costa SE       | monte da Guia - Radares         | ✓     | ✓     |          | ✓       |          | canal sector Faial   | VI       |
|                  | Faial      | costa SE       | molhe porto da Horta            |       | ✓     | ✓        |         |          | canal sector Faial   | VI       |
|                  | Pico       | costa NE       | ilhéus da Madalena              | ✓     | ✓     |          | ✓       |          | canal sector Pico    | VI       |
|                  | Pico       | costa NE       | Barca-Cais do Morato            |       | ✓     |          | ✓       |          | canal sector Pico    | VI       |
|                  | Pico       | baixa do sul   | baixa do sul                    | ✓     | ✓     |          |         | ✓        | canal sector Pico    | VI       |
| Graciosa         | Graciosa   | ilhéu da Praia | ilhéu da Praia                  |       |       |          |         | ✓        | ilhéu da Praia       | I        |
|                  | Graciosa   | ilhéu de Baixo | ilhéu de Baixo                  |       |       |          |         | ✓        | ilhéu de Baixo       | I        |
|                  | Graciosa   | costa N        | baía da Victória-Barro Vermelho |       |       |          | ✓       |          | costa NO             | VI       |
| São Miguel       | S. Miguel  | costa S        | Caloura                         | ✓     |       |          |         |          | Caloura-Vila Franca  | VI       |
|                  | S. Miguel  | costa S        | Água-de-Pau - Lagoa             |       |       |          |         |          |                      |          |
|                  | S. Miguel  | costa S        | ilhéu da Vila                   |       |       | ✓        |         |          | Caloura- Vila Franca | VI       |
|                  | S. Miguel  | costa S        | cabeços do ilhéu                |       |       |          |         | ✓        |                      |          |
|                  | S. Miguel  | costa N        | ponta do Cintrão                | ✓     |       |          | ✓       |          | Ponta Cintrão-Maia   | VI       |
|                  | S. Miguel  | costa N        | porto Formoso                   |       |       | ✓        |         |          | Ponta Cintrão-Maia   | VI       |
|                  | S. Miguel  | costa N        | baixa da Maia                   |       |       |          |         | ✓        | Ponta Cintrão-Maia   | VI       |
| Santa Maria      | Sta. Maria | costa S        | ponta Malbusca                  |       |       | ✓        |         |          | costa S              |          |
|                  | Sta. Maria | costa S        | Malbusca                        | ✓     |       | ✓        |         |          | costa S              | VI       |
|                  | Sta. Maria | costa S        | baixa Pedrinha                  |       |       |          |         | ✓        | costa S/r. mergulho  | VI/I*    |
| Formigas         | Sta. Maria | Formigas       | ilhéus Formigas                 | ✓     | ✓     |          |         |          | Formigas             | I        |
|                  | Sta. Maria | Formigas       | recife Dollabarat               | ✓     | ✓     |          |         |          | Formigas             | I        |

Nota: nível de proteção de acordo com a classificação IUCN. \* A ‘reserva (r) do mergulho’ é uma área *no-take* com equivalência de IUCN I (embora não é classificada assim; GAMPA 2015). PNI= Parque Natural de Ilha. AMP= Área Marinha Protegida.

## Dados e Ferramentas Analíticas (T5 e T6)

### Bases de dados e SIG

Os dados referentes às variáveis ambientais e biológicas que venham a ser adquiridos durante as campanhas de mapeamento e de monitorização costeiras no âmbito do programa BALA devem, em primeiro lugar, assegurar a sua compatibilidade com os respetivos dados históricos. Para tal, e para além da evidente necessidade de standardização do formato de recolha dos dados (ver seção anterior), os mesmos serão informatizados nas bases de dados em formato específico do IMAR-DOP (p. ex. base de censos subaquáticos, vídeos, etc.).

Todos os dados que venham a ser adquiridos devem depois ser georreferenciados e inseridos no Sistema de Informação Geográfica Marinho dos Açores (SIG-MAR Açores) ou, no mínimo, num sistema compatível em SIG. Para além de preencher assim a condição *sine qua non* para a sua inserção num SIG, com todas as potencialidades que tal determina em termos de espacialização e gestão da biodiversidade e outras variáveis associadas, esta estratégia de armazenamento e sistematização de dados permite uma compreensão espacial e temporal da relação entre as atividades humanas (que podem exercer pressões desfavoráveis sobre o ambiente) e as características do ambiente, incluindo a sua biodiversidade.

Os dados devem também ser standardizados quanto ao tipo e formato de informação neles contidos. Em 2007, a Diretiva INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*) entrou em vigor na Europa (2007/2/EC). Esta Diretiva requer a harmonização e o estabelecimento de uma infraestrutura de informação geográfica ao nível Europeu com o objetivo de apoiar as políticas ambientais e assim garantir que todas as infraestruturas dos Estados-Membros sejam compatíveis e utilizáveis num contexto comunitário e transfronteiriço. Neste contexto, certas normas comuns de implementação devem ser adotadas ao nível dos metadados. Os elementos/campos dos metadados que devem ser considerados para efeitos de preenchimento deste tipo de informação estão listado na Tabela A4. O *software* ArcGIS (©ESRI), que vai ser utilizado no âmbito do programa BALA, fornece um estilo próprio para o preenchimento dos metadados associados aos dados geográficos, que já considera as instruções da Diretiva INSPIRE.

#### *Propõe-se:*

- *A georreferenciação de toda a informação histórica e nova (programa de monitorização).*
- *Que sejam introduzidos todos os dados, dentro do possível, em SIG, em articulação como SIG-MAR Açores.*
- *Que sejam adotadas as regras da Diretiva INSPIRE, nomeadamente quanto aos metadados.*

## Estatísticas e Modelos

Existem várias abordagens estatísticas possíveis em função dos indicadores a considerar e da natureza dos dados a recolher durante o programa de monitorização. De uma forma geral, a avaliação da DQEM irá assentar na análise estatística multivariada para analisar padrões de variáveis múltiplas simultaneamente, quer ela seja mais simples (p. ex., a evolução de um índice de abundância em função da área e do ano), ou mais complexa (p. ex., a modelação de um habitat em função de numerosas variáveis ambientais).

A **modelação espacial preditiva** de habitats e espécies (Figura 3) permite responder a alguns indicadores do BEA e apoiar diretamente a conservação e o planeamento espacial, em particular o (re)desenho de AMPs. Por exemplo, informação espacial é necessária para responder aos indicadores relacionados com parâmetros de distribuição e extensão de habitats (p. ex. D1.1, D1.4, D1.5) (ver Tabela A2). Outros parâmetros que afetam o sucesso de uma AMP podem ser identificados e avaliados (Friedlander et al. 2003, Claudet et al. 2010, Vandeperre et al. 2011) e considerados em futuros desenhos de AMP. Quando o fator “tempo” é incluído na análise é possível investigar mudanças ou tendências ao longo do tempo, sendo assim possível verificar se certos tipos de habitat/espécie aumentam ou diminuem (p. ex. 1.5.1, 1.6.1).

Uma das técnicas comuns aplicadas para a modelação dos dados e a predição da ocorrência das espécies é a **regressão** (Vaz et al. 2008), que permite explorar e inferir a relação de uma variável dependente (variável de resposta) com variáveis independentes explicativas, que podem ser contínuas ou categóricas. Existe 1) a regressão linear, que assume a relação da variável de resposta às variáveis explicativas como uma função linear de alguns parâmetros (p. ex. modelo linear generalizado, *generalised linear model* - GLM), e 2) a regressão não-linear em que os dados são modelados por uma função que é uma combinação não-linear de parâmetros do modelo e depende de uma ou mais variáveis explicativas (p. ex. modelo aditivo generalizado, *generalised additive model* - GAM). A escolha do tipo de regressão vai depender da relação entre a variável dependente e as variáveis independentes.

O primeiro passo da modelação é a **exploração de dados** (Zuur et al. 2007, 2010). Este passo, essencial para se obter o mais correto produto final, deve incluir uma análise da normalidade, heteroscedasticidade, *outliers* potenciais, da distribuição das variáveis, etc. A independência espacial de dados geolocalizados deve ser também analisada, uma vez que é também frequente os dados estarem correlacionados espacialmente. Este passo pode ser efetuado, por exemplo, com recurso a variogramas, a análise de *Variance Inflation Factor* (VIF), e a coeficientes de correlação.

Dependendo da natureza da variável de resposta, podem ser utilizadas diferentes **distribuições de probabilidade**: i) *Gaussiana* (respostas contínuas incluindo zeros, p. ex. índices de diversidade), ii) *Gama* (respostas contínuas sem zeros, p. ex. biomassa), iii) *Binomial* (respostas binárias, p. ex. probabilidade de ocorrência de uma espécie, habitat, ou biótopo), iv) *Poisson* (respostas discretas incluindo zeros, p. ex. riqueza ou abundância de espécies), v) *Binomial negativa* (respostas discretas incluindo zeros, p. ex. abundância de espécies quando existe sobredispersão com modelos Poisson), vi) *Gama zero ajustada* (respostas contínuas incluindo zeros, p. ex. a fecundidade de espécies).

Para **definir o modelo final** aplica-se, geralmente, uma seleção passo-a-passo (*stepwise*) revertida usando o Critério de Informação de Akaike (AIC) e/ou o Critério Bayesiano de Schwarz (BIC), seguido de testes de hipótese para selecionar o melhor modelo. A **validação** de cada modelo final é essencial antes da

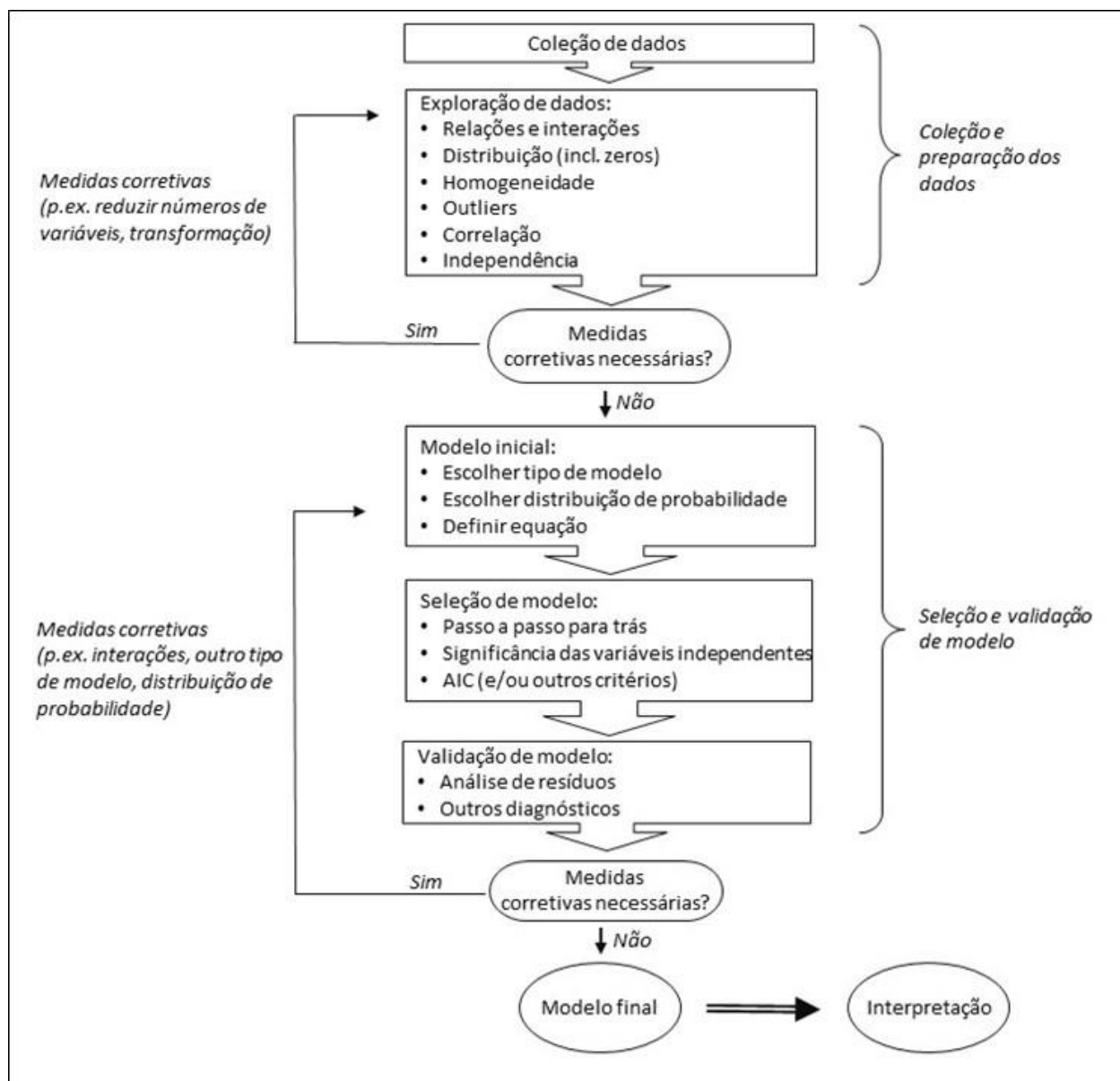


interpretação do mesmo. Inclui a análise de resíduos para verificar a ausência de padrões, heterogeneidade, *outliers* e dependência espacial ou temporal, através da análise de gráficos dos resíduos versus i) cada variável explicativa, ii) as coordenadas geográficas, se existentes, e iii) as variáveis temporais, se existentes. Deve também ser analisada a normalidade dos resíduos. Outros diagnósticos incluem a estimação do coeficiente de sobredispersão para modelos de abundâncias, a análise da curva ROC (do inglês *Receiver Operating Characteristic*) e o cálculo da área sob a curva ROC (do inglês *Area Under Curve*, AUC) para modelos binomiais.

Em alternativa aos modelos de regressão podem ser usados modelos de entropia máxima (Maxent). Este método tem a vantagem de ser aplicável a dados com muitas ausências, por exemplo, a ocorrência de uma espécie/habitat rara (Phillips et al. 2006). A probabilidade logística da ocorrência de uma espécie entre zero e um é estimada de forma semelhante aos modelos binomiais e usada a validação cruzada para medir a precisão do modelo. Podem ser criados registos de ausência de uma espécie ou, em alternativa, as ausências reais, caso as mesmas tenham sido registadas. A seleção de modelos considera as curvas de resposta, testes *Jackknife*, a importância das variáveis independentes, e a minimização de AIC. O modelo final deve ser avaliado com curvas de ROC, valores AUC, uma análise gráfica das curvas de resposta, testes *Jackknife*, e o índice *Cohen's Kappa* (Cohen 1960). Este método é menos influenciado pelas variáveis correlacionadas (Elith et al. 2011).

Os resultados da modelação podem então ser visualizados espacialmente em SIG e criados **mapas**, por exemplo de distribuição e adequabilidade do habitat (*'habitat suitability'*) ou da localização de habitats essenciais para espécies mais vulneráveis (p. ex. Bellido et al. 2008, Lauria et al. 2011). Os mapas podem também ser usados em análises geoestatísticas, por exemplo para medir a área de um certo tipo de habitat, tal como exigido nos Descritores 1 e 6. Se existir informação espacial (p. ex. mapas em SIG) para todas as variáveis explicativas é possível fazer previsões espaciais para outras áreas. Estes mapas oferecem a possibilidade de responder aos indicadores que consideram a distribuição de uma espécie ou habitat/biótopo. Em muitos casos, será esta a única possibilidade de usar a informação disponível na avaliação do BEA, uma vez que para muitas espécies/habitats/biótopos não existe informação detalhada e espacial para todo o arquipélago. É também possível modelar e mapear as ameaças e pressões humanas a integrar a avaliação do Descritor 6 (D6.1). Estes mapas vão apoiar o planeamento sistemático da conservação, que explora cenários de conservação marinha, a avaliação e eventual adaptação das AMPs existentes ou proposta de novas, e a avaliação do BEA (Cañadas et al 2005, Leathwick et al. 2008). Os mapas são ilustrativos e aumentam a perceção dos utilizadores e decisores das soluções técnicas para a gestão espacial e gestão dos recursos marinhos.

O *software* R (R Core Team 2015) é uma **linguagem e ambiente** de desenvolvimento integrado para cálculos estatísticos e gráficos. É gratuito e altamente expansível através do uso de pacotes, que são bibliotecas para funções ou áreas de estudo específicas. Existem vários pacotes que podem preferencialmente ser usados para a modelação estatística, nomeadamente: mgcv (Wood 2004, 2006), glmmADMB (Fournier et al. 2012, Skaug et al. 2012), gamlss (Rigby & Stasinopoulos 2005), pscl (Zeileis et al. 2008).



**Figura 3** – Um diagrama geral do procedimento de modelação estatística multivariada.

Em resumo, os seguintes métodos podem ser usados para os seguintes indicadores:

- Registos *in situ*: 1.1.1, 1.2.1, 1.4.1, 1.5.2, 1.6.1, 1.6.3, 6.1.2, 6.2.1
- Estatística multivariada: 1.3.1, 1.6.1, 1.6.2, 6.2.4
- GLM/GAM: 1.1.1, 1.1.2, 1.4.1, 1.4.2, 1.5.1, 1.5.2, 1.6.1, 6.1.2
- Maxent: 1.1.2, 1.4.1, 1.4.2, 1.5.1
- Índices multimétricos (p. ex. MarMAT, biodiversidade): 1.6.2, 6.2.2

No entanto, a escolha definitiva dos índices específicos a adotar para responder aos Descritores das avaliações DQEM deverá ser precedida de uma avaliação preliminar, que deverá ser feita em articulação com as restantes regiões Macaronésias (ver Tarefa 3).

## Considerações Finais

Nesta proposta de Plano de Ação são definidos os objetos da monitorização e avaliação da aplicação da DQEM ao ambiente marinho costeiro da Região Autónoma dos Açores. Esta definição resulta do atual estado do conhecimento que, necessariamente, impõe limites às ambições de avaliação no que diz respeito à quantidade de diversidade de objetos a monitorizar e avaliar.

No entanto, deve ser assumido pela Região o compromisso de avaliar as espécies/grupos funcionais e habitats prioritários elencados neste PA e procurar garantir os meios humanos e financeiros necessários para atingir uma infraestrutura que permita a manutenção de um programa estável que, por seu turno, garanta a avaliação quinquenal DQEM e o continuado aumento do conhecimento (incluindo os mapeamentos de habitats da Região).

A atual fase do programa BALA, tal como contratualizada e programada, não é suficiente para executar os mapeamentos, as monitorizações ou sequer as avaliações propostas neste PA. Este programa deve por isso ser enquadrado num processo mais lato, em tempo e meios, no sentido de se assegurar o próximo reporte em sede de DQEM de forma consentânea com as recomendações feitas neste PA.

Considera-se de especial relevo a realização de um *workshop* (em finais de 2016/inícios de 2017) e constituição de um grupo de trabalho conjunto com outras instituições e grupos de trabalho nas restantes regiões da Macaronésia de forma a potencializar a adequação das metodologias à correta avaliação do BEA, tendo em conta as semelhanças e escala aumentada que estas três regiões oferecem em conjunto para avaliações dos impactos humanos, das alterações climáticas e de espécies invasoras a longo prazo.

## Referências

- Afonso P (2002) Spatial patterns in the littoral fish community of the Azores (in Portuguese). MSc thesis, University of Coimbra, Coimbra, Portugal, 104 pp.
- Amorim P, Atchoi E, Berecibar E, Tempera F (2015) Infralittoral mapping around an oceanic archipelago using MERIS FR satellite imagery and deep kelp observations: a new tool for assessing MPA coverage targets. *Journal of Sea Research* 100: 141-151.
- Bates CR (2005) Sub-bottom profiling for sand resource assessment, Flores Island, Azores. Team Internal Report 05-04.
- Bellido JM, Brown AM, Valavanis VD, Giráldez A, Pierce GJ, Iglesias M, Palialexis A (2008) Identifying essential fish habitat for small pelagic species in Spanish Mediterranean waters. *Hydrobiologia* 612: 171–184.
- Cañadas A, Sagarminaga R, de Stephanis R, Urquiola E, Hammond PS (2005) Habitat preference modelling as a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 15: 495–521.
- Claudet J, Osenberg CW, Domenici P, Badalamenti F, Milazzo M, Falcón JM, Bertocci I, Benedetti-Cecchi L, García-Charton JA, Goñi R, Borg JA, Forcada A, De Lucia GA, Perez-Ruzafa A, Afonso P, Brito A, Guala I, Le Direach L, Sanchez-Jerez P, Somerfield PJ, Planes S (2010) Marine reserves: fish life history and ecological traits matter. *Ecological Applications* 20: 830-839.
- Cochrane SKJ, Connor DW, Nilsson P, Mitchell I, Reker J, Franco J, Valavanis V, Moncheva S, Ekeboom J, Nygaard K, Serrão Santos R, Narberhaus I, Packeiser T, van de Bund W, Cardoso AC (2010) Marine Strategy Framework Directive – Task Group 1 Report Biological diversity, 111 pp.
- Cohen J (1960) A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement* 20: 37-46.
- Connor DW, Allen JH, Golding N, Howell KL, Lieberknecht LM, Northen KO, Reker JB (2004) Marine Habitat Classification for Britain and Ireland Version 04.05. JNCC, Peterborough. [www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification](http://www.jncc.gov.uk/MarineHabitatClassification).
- Diogo H, Gil Pereira JG, Schmiing M (2016) Catch me if you can: Non-compliance of limpet protection in the Azores. *Marine Policy* 63(C): 92-99.
- Elith J, Phillips SJ, Hastie T, Dudík M, En Chee Y, Yates CJ (2011) A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43–57.
- European Commission (2011) Relationship between the initial assessment of marine waters and the criteria for good environmental status. Commission Staff Working Paper, pp 95.
- European Commission (2013) The Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR28. 144pp.
- Evans D, Condé S, Gelabert ER (2014) Crosswalks between European marine habitat typologies - A contribution to the MAES marine pilot. ETC/BD report for the EEA.

- Fournier DA, Skaug HJ, Ancheta J, Ianelli J, Magnusson A, Maunder M, Nielsen A, Sibert J (2012) AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models. *Optimization Methods and Software* 27(2): 233-249.
- Friedlander AM, Brown EK, Jokiel PL, Smith WR, Rodgers KS (2003) Effects of habitat, wave exposure, and marine protected area status on coral reef fish assemblages in the Hawaiian archipelago. *Coral Reefs* 22: 291–305.
- GAMPA (2015) Componente marinha dos Parques Naturais de Ilha: uma radiografia da rede de Áreas Marinhas Protegidas costeiras dos Açores. Relatório técnico do programa BALA. 114 pp.
- Harvey ES, Newman SJ, McLean DL, Cappo M, Meeuwig JJ, Skepper CL (2012) Comparison of the relative efficiencies of stereo-BRUVs and traps for sampling tropical continental shelf demersal fishes, *Fisheries Research* 125–126: 108-120.
- Lauria V, Vaz S, Martin CS, Mackinson S, Carpentier A (2011) What influences European plaice (*Pleuronectes platessa*) distribution in the eastern english channel? Using habitat modelling and GIS to predict habitat utilization. *ICES Journal of Marine Science* 68: 1500–1510.
- Leathwick J, Moilanen A, Francis M, Elith J, Taylor P, Julian K, Hastie T, Duffy C (2008) Novel methods for design and evaluation of marine protected areas in offshore waters. *Conservation Letters* 1: 91–102.
- MAM, SRMCT, SRA (2014) Estratégias Marinhas para as Águas Marinhas Portuguesas. Diretiva-Quadro Estratégia Marinha. Programa de Monitorização e Programa de Medidas. Ministério da Agricultura e do Mar, Secretaria Regional do Mar, Ciência e Tecnologia, Secretaria Regional do Ambiente e dos Recursos Naturais. Novembro de 2014.
- Mata Chacón D, Sanz Alonso JL, Gonçalves JMS, Monteiro P, Bentes L, McGrath F, Henriques V, Freitas R, Amorim P, Tempera F, Fossecave P, Alonso C, Galparsoro I, Vasquez M, Populus J (2013) Report on collation of historic maps. Bathymetry, substrate and habitats – MeshAtlantic Report. Spanish Institute of Oceanography. 98 pp.
- Morato T, Afonso P, Lourinho P, Barreiros JP, Santos RS, Nash RDM (2001) Length-weight relationships for 21 coastal fish species of the Azores, north-eastern Atlantic. *Fisheries Research* 50: 297–302.
- Nieto A, Ralph GM, Comerros-Raynal MT, Kemp J, Garcia Criado M, Allen DJ, Dulvy NK, Walls RHL, Russell B, Pollard D, Garcia S, Craig M, Collette BB, Pollom R, Biscoito M, Labbish Chao N, Abella A, Afonso P, Alvarez H, Carpenter KE, Clo S, Cook R, Costa MJ, Delgado J, Dureuil M, Ellis JR, Farrell ED, Fernandes P, Florin A-B, Fordham S, Fowler S, Gil de Sola L, Gil Herrera J, Goodpaster A, Harvey M, Heessen H, Herler J, Jung A, Karmovskaya E, Keskin C, Knudsen SW, Kobylansky S, Kovačić M, Lawson JM, Lorange P, McCully Phillips S, Munroe T, Nedreaas K, Nielsen J, Papaconstantinou C, Polidoro B, Pollock CM, Rijnsdorp AD, Sayer C, Scott J, Serena F, Smith-Vaniz WF, Soldo A, Stump E, Williams JT (2015) European Red List of Marine Fishes. European Unipon. 81 pp.
- OSPAR (2008) OSPAR list of threatened and/or declining species & habitats. Reference Number: 2008-6. Disponível online: <http://www.ospar.org/work-areas/bdc/species-habitats/list-of-threatened-declining-species-habitats>.

- OSPAR (2012) MSFD Advice Manual and Background Document on Biodiversity. A living document - Version 3.2 of 5 March 2012, 139 pp.
- Pham CK, Canha A, Diogo H, Pereira JG, Prieto R, Morato T (2013) Total marine fishery catch for the Azores (1950–2010). *ICES Journal of Marine Science* 70: 564–577.
- Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231–259.
- Quartau R, Curado F, Bouriak S, Monteiro JH, Pinheiro L (2003) Projecto GEMAS – Localização e distribuição de areias em redor da ilha do Pico (Campanha FAPI2-2002). Relatório Técnico INGMARDEP 16/2003, Dept. Geologia Marinha - INETI, I.P., Lisboa.
- Quartau R, Curado F, Duarte H, Pinto C (2006) Projecto GEMAS – Localização e distribuição de areias em redor da ilha de S. Miguel. Relatório Técnico INGMARDEP 02/2006, Dept. Geologia Marinha - INETI, I.P., Lisboa.
- R Core Team (2015) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível online: <https://www.R-project.org>
- Rice J, Arvanitidis C, Borja A, Frid C, Hiddink J, Krause J, Lorange P, Ragnarsson SÁ, Sköld M, Trabucco B (2010) Marine Strategy Framework Directive – Task Group 6 Report Seafloor integrity, 73 pp.
- Rigby RA, Stasinopoulos DM (2005) Generalized additive models for location, scale and shape. *Applied Statistics* 54(3): 507-554
- Skaug H, Fournier D, Nielsen A, Magnusson A, Bolker B (2012) glmmADMB: Generalized Linear Mixed Models using AD Model Builder, R package version 0.7.2.7/r189, disponível online: <http://R-Forge.R-project.org/projects/glmmadmb/>
- Schmiing M, Afonso P, Tempera F, Santos RS (2013) Predictive habitat modelling of reef fishes with contrasting trophic ecologies. *Marine Ecology Progress Series* 474: 201-216.
- Schmiing M, Diogo H, Santos RS, Afonso P (2014) Assessing hotspots within hotspots to conserve biodiversity and support fisheries management. *Marine Ecology Progress Series* 513:187-199.
- Skaug H, Fournier D, Nielsen A, Magnusson A, Bolker B (2012) glmmADMB: Generalized Linear Mixed Models using AD Model Builder, R package version 0.7.2.7/r189. Disponível online: <http://R-Forge.R-project.org/projects/glmmadmb/>.
- SRMCT (2014) Estratégia Marinha para a subdivisão dos Açores. Diretiva Quadro Estratégia Marinha. Secretaria Regional dos Recursos Naturais. Outubro de 2014.
- Tempera F (2008) Benthic habitats of the extended Faial island shelf and their relationship to geologic, oceanographic and infralittoral biologic features. PhD dissertation, University of St. Andrews, St. Andrews, United Kingdom. <http://researchrepository.st-andrews.ac.uk/handle/10023/726>.
- Tempera F, McKenzie M, Bashmachnikov I, Puotinen M, Santos RS, Bates R (2012) Predictive modeling of dominant dominant macroalgae abundance on temperate island shelves (Azores, Northeast Atlantic). In: Harris PT, Baker EK (Eds) *Seafloor geomorphology as benthic habitat: Geohab atlas of seafloor geomorphic features and benthic habitats*. Elsevier Insights, London, p 169–182.

- Tempera F, Atchoi E, Amorim P, Gomes-Pereira J, Gonçalves J (2013) Atlantic Area Marine Habitats. Adding new Macaronesian habitat types from the Azores to the EUNIS Habitat Classification. Technical Report No. 4/2013 - MeshAtlantic, IMAR/DOP-UAç, Horta, 126pp.
- Underwood AJ (1994) On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances. *Ecological Applications* 4(1):3-15.
- Vandeperre V, Higgins RM, Sánchez-Meca J, Maynou F, Goñi R, Martín-Sosa P, Pérez-Ruzafa A, Afonso P, Bertocci I, Crec'hriou R, D'Anna G, Dimech M, Dorta C, Esparza O, Falcón JM, Forcada A, Guala I, Le Direach L, Marcos C, Ojeda-Martínez C, Pipitone C, Schembri PJ, Stelzenmüller V, Stobart B, Santos RS (2011) Effects of no-take area size and age of marine protected areas on fishery yields: a metaanalytical approach. *Fish and Fisheries* 12 (4): 412-426.
- Vaz S, Martin CS, Eastwood PD, Ernande B, Carpentier A, Meaden GJ, Coppin F (2008) Modelling species distributions using regression quantiles. *Journal of Applied Ecology* 45: 204-217.
- Vasquez M, Mata Chacón D, Tempera F, O'Keeffe E, Galparsorol, Alonso JLS, Gonçalves JMS, Bentes L, Amorim P, Henriques V, McGrath F, Monteiro P, Mendes B, Freitas R, Martins R, Populus J (2015) Broad-scale mapping of seafloor habitats in the north-east Atlantic using existing environmental data. *Journal of Sea Research* 100: 120-132.
- Wallenstein FM, Neto AI, Álvaro NV, Tittley I (2008a) Subtidal rocky shore communities of the Azores: developing a biotope survey method. *Journal of Coastal Research*, 24, 1A, 244-249.
- Wallenstein FM, Neto AI, Álvaro NV, Tittley I, Azevedo JMN (2008b) Coastal biotope definition manual for oceanic islands. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar.
- Wood SN (2004) Stable and efficient multiple smoothing parameter estimation for generalized additive models. *Journal of the American Statistical Association* 99: 673–686.
- Wood SN (2006) Generalized additive models: an introduction with R. Chapman & Hall/CRC, London, UK.
- 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 JC, Leppanen JM, Lips U, Maes T, Magaletti E, Malcolm S, Marques JM, Mihail O, Moxon R, O'Brien C, Panagiotidis P, Penna M, Piroddi C, Probst WN, Raicevich S, Trabucco B, Tunesi L, van der Graaf S, Weiss A, Wernersson AS, Zevenboom W (2014) Technical guidance on monitoring for the Marine Strategy Framework Directive. European Commission, 166 pp. doi: 10.2788/70344.
- Zeileis A, Kleiber C, Jackman S (2008) Regression Models for Count Data in R. *Journal of Statistical Software* 27(8). <http://www.jstatsoft.org/v27/i08/>.
- Zuur AF, Ieno EN, Smith GM (2007) Analysing ecological data. Springer, New York.
- Zuur AF, Ieno EN, Elphick CS (2010) A protocol for the data exploration to avoid common statistical problems. *Methods in Ecology and Evolution* 1: 3–14.

## Referências adicionais do Anexo – Tabela A3 (formato digital):

- Amorim P, Tempera F (in preparation). Assessing the Azores MPA network representativeness on face of a new broadscale biological zonation map.
- Botelho AZ (2013) Planeamento Espacial Marinho em Áreas Marinhas Protegidas: o caso de estudo da área protegida de gestão de recursos Caloura – ilhéu de Vila Franca do Campo. Tese de Doutoramento, Universidade dos Açores. Ponta Delgada, Portugal, 331 pp.
- Botelho AZ, Calado H, Costa AC, Micael J, Medeiros A, Caña M, Moreira M (2015) LocAqua - Modelo de determinação de locais com potencial para a instalação de unidades de Aquicultura na Região Hidrográfica Açores (RH9). Relatório Final. CIBIO, Universidade dos Açores/Fundação Gaspar Frutuoso, vi + 138 p.
- Borges L, Hollatz C, Lobo J, Cunha A, Vilela A, Calado G, Coelho R, Costa AC, Ferreira M, Costa MH, Costa F (2016) With a little help from DNA barcoding: investigating the diversity of Gastropoda from the Portuguese coast. Scientific Reports 20226; doi: 10.1038/srep20226.
- Cardigos, F, Tempera F, Ávila S, Gonçalves J, Colaço A, Santos RS (2006) Non-indigenous marine species of the Azores. Helgoland Marine Research, 60: 160–169.
- Cardigos F, Monteiro J, Fontes J, Parretti P, Santos R (2015) Fighting Invasions in the Marine Realm, a Case Study with *Caulerpa webbiana* in the Azores. In: Canning-Clode J (Ed.) Biological invasions in changing ecosystems - Vectors, ecological impacts, management and predictions. De Gruyter Open, Berlin, pp 284-299.
- Chainho P, Fernandes A, Amorim A, Ávila S, Canning-Clode J, Castro J, Costa A, Costa J, Cruz T, Gollasch S, Graziotin-Soares C, Melo R, Micael J, Parente M, Semedo J, Silva T, Sobral D, Sousa M, Torres P, Veloso V, Costa M (2015) Non-indigenous species in Portuguese coastal areas, coastal lagoons, estuaries, and islands Estuarine, Coastal and Shelf Science 167, Part A: 199–211.
- Colaço A, Blandin J, Cannat M, Carval T, Chavagnac V, Connelly D, Fabian M, Ghiron S, Goslin J, Miranda JM, Reverdin G, Sarrazin J, Waldmann C, Sarradin M (2011) MoMAR-D: a technological challenge to monitor the dynamics of the Lucky Strike vent ecosystem. ICES Journal of Marine Science 68: 416–424.
- Costa AC, 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). Agroleico/Universidade dos Açores, 171 pp.
- Diogo HMC (2007) Contribution to the characterization of recreational fishing activities on the islands of Faial and Pico, Azores. MSc Thesis, Horta: University of the Azores, 99 p.
- Diogo H, Pereira JG, Higgins RM, Canha A, Reis D (2015) History, effort distribution and landings in an artisanal bottom longline fishery: An empirical study from the North Atlantic Ocean, Marine Policy 51: 75-85.



- Frias Martins AM, Borges JP, Ávila S, Costa AC, Madeira P, Morton B (2009) Illustrated checklist of the infralitoral molluscs off Vila Franca do Campo. *Açoreana Suplemento* 6: 15-103.
- Gabriel D, Micael J, Parente MI, Costa AC (2014) Adaptation of macroalgal indexes to evaluate the ecological quality of coastal waters in oceanic islands with subtropical influence: the Azores (Portugal). *Revista de Gestão Costeira Integrada* 14(2), 175-184.
- Gillon A, Costa AC, J. Micael (in press) *Caprella scaura* Templeton, 1836: an invasive caprellid new to the Azores Arquipélago. *Marine Biodiversity*.
- Harris PT, Macmillan-Lawler M, Rupp J, Baker EK (2014). Geomorphology of the oceans. *Marine Geology* 352, 4-24; <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025322714000310>.
- Micael J, Parente MI, Costa AC (2014a) Tracking macroalgae introductions in North Atlantic Oceanic islands – the Azores. *Helgoland Marine Research* 1-11 DOI: 10.1007/s10152-014-0382-7.
- Micael J, Marina J, Costa AC, Occhipinti-Ambrogi A (2014b) The non-indigenous *Schizoporella errata* (Bryozoa: Cheilostomatida) introduced into the Azores Archipelago. *Marine Biodiversity Records* 7: e133. Doi: 10.1017/S1755267214001298.
- Micael J, Jardim N, Núñez C, Occhipinti-Ambrogi A, Costa AC (in press) Some Bryozoa species recently introduced into the Azores: reproductive strategies as a proxy for further spread. *Helgoland Marine Research*.
- Morato T, Machete M, Kitchingman A, Tempera F, Lai S, Menezes G, Santos RS, Pitcher TJ (2008) Abundance and distribution of seamounts in the Azores. *Marine Ecology Progress Series* 357: 23-32.
- Parra HE, Pham CK, Menezes GM, Rosa A, Tempera F, Morato T (in press) Predictive modeling of deep-sea fish distribution in the Azores, *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, Available online 5 February 2016, doi:10.1016/j.dsr2.2016.01.004.
- Pham CK, Vandeperre F, Menezes G, Porteiro F, Isidro E, Morato T (2015) The importance of deep-sea vulnerable marine ecosystems for demersal fish in the Azores. *Deep Sea Research Part I* 96: 80-88.
- Santos RS, Monteiro JG, Parretti P, Fontes J (2012) Recuperação e/ou melhoria de gestão das zonas especiais de conservação marinhas dos Açores - Relatório final. IMAR-UAç, 47pp.
- Schmiing M, Diogo H, Santos RS, Afonso P (2015) Marine conservation of multi-species and multi-use areas with various conservation objectives and targets. *ICES Journal of Marine Science* 72 (3): 851-862.
- Silva J, Creer S, Santos A, Costa AC, Cunha M, Costa FO, Carvalho G (2011) Systematic and evolutionary insights derived from mtDNA COI barcode diversity in the Decapoda. *PLoS ONE* 6(5): e19449. doi:10.1371/journal.pone.0019449.
- Torres P, Lopes C, Dionisio MA, Costa AC (2010) Espécies Exóticas Invasoras marinhas de Santa Maria, Açores. *Relatórios e Comunicações do Departamento de Biologia da Universidade dos Açores* 36: 103-111.

## ANEXO



**Tabela A1** (5 paginas) – Comparação dos habitats classificados na Diretiva Habitats e OSPAR com o sistema EUNIS (em inglês; adaptado de European Commission 2013, Tempera et al. 2013, Evans et al. (2014), e Zampoukas et al. 2014). Nota: a versão completa da Tabela, incluindo os níveis 5 & 6, os habitats de ‘A.6. Deep-sea Bed’ e ‘B. Coastal Habitats’ é apresentado em formato digital.

| EUNIS 1            | EUNIS 2                                     | EUNIS 3                        | EUNIS 4  | EUNIS 5  | EUNIS 6 |
|--------------------|---|--------------------------------|--|--|---------|
| A. Marine Habitats | A.1. Littoral rock and other hard substrata | A1.1 High energy littoral rock | A1.11 Mussel and/or barnacle communities   | A1.112 [Chthamalus] spp. on exposed upper eulittoral rock  | A1.1122 |
|                    |   |                                |  | A1.113 [Semibalanus balanoides] on exposed to moderately exposed or vertical sheltered eulittoral rock   | A1.1133 |
|                    |   |                                | A1.12 Robust furoid and/or red seaweed communities   | A1.122 [Corallina officinalis] on exposed to moderately exposed lower eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.126 [Osmundea pinnatifida] on moderately exposed mid-eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.12_PT01 Calcareous turf, non-calcareous turf and frondose [Corallina elongata], [Jania] spp. and [Halimnion] spp. on exposed low eulittoral and infralittoral fringe  |         |
|                    |   |                                |  | A1.12_PT02 [Caulacanthus ustulatus] and/or [Chondracanthus acicularis] (thick) turf on mid-eulittoral rock   |         |
|                    |   |                                | A1.13 Mediterranean and Black Sea communities of upper eulittoral rock                             | A1.131 Association with [Bangia atropurpurea]  |         |
|                    |   |                                | A1.14 Mediterranean and Black Sea communities of lower eulittoral rock very exposed to wave action | A1.132 Association with [Porphyra leucosticta]   |         |
|                    |   |                                | A1.16 Pontic communities of exposed eulittoral rock  | A1.144 Association with [Tenarea undulosa]   |         |
|                    |   |                                |  | A1.161 Pontic upper shore with [Chthamalus], [Ligia], [Melaraphe], [Rivularia] (cyanophytes)   |         |
|                    |   |                                | A1.1X Atlantic communities of exposed eulittoral rock  | A1.165 Pontic [Corallina] turfs on exposed to moderately exposed eulittoral rock   |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT01 Green algae on exposed upper eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT02 [Valonia utricularis] on exposed eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT03 Non-calcareous turf and green algae on exposed mid-eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT04 Calcareous turf and green algae on exposed mid-eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT05 [Gelidium microdon] thick turf exposed to sheltered on mid-eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT06 [Cladophora prolifera] on very exposed lower eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT07 Turfs (calcareous and non-calcareous) and calcareous fronds on exposed low eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT08 [Gelidium spinosum] on exposed to moderately exposed lower eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT09 Calcareous turf and [Stypocaulon scoparium], [Halopteris filicina] in association with [Laurencia viridis] and [Osmundea] spp. on exposed low eulittoral rock |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT10 [Corallina] sp. turfs on exposed to moderately exposed eulittoral rock  |         |
|                    |   |                                |  | A1.1X_PT11 Non-calcareous encrusting species [Codium adhaerens] and/or [Nemoderma tingitanum] on exposed and moderately exposed mid to lower eulittoral rock             |         |
|                    |   |                                | A1.21 Barnacles and fucoids on moderately exposed shore  | A1.212 [Fucus spiralis] on full salinity exposed to moderately exposed upper eulittoral  |         |
|                    |   |                                | A1.24 Pontic communities of lower eulittoral rock moderately exposed to wave action                | A1.241 Pontic association with [Enteromorpha intestinalis]   |         |
|                    |   |                                | A1.2X Atlantic communities of moderately exposed eulittoral rock                                   | A1.2X_PT01 [Rhodymenia pseudopalmata] in association with [Gigartina acicularis] on moderately exposed to sheltered lower eulittoral                                     |         |
|                    |   | A1.3 Low energy littoral rock  | A1.31 Fucoids on sheltered marine shores   | A1.312 [Fucus spiralis] on sheltered upper eulittoral rock   |         |
|                    |   |                                | A1.34 Mediterranean communities of lower eulittoral rock sheltered from wave action                | A1.341 Association with [Enteromorpha compressa]   |         |

|  |  |  |   |   |         |
|--|--|--|---|---|---------|
|  |  | A1.4 Features  | A1.41 Communities of littoral rockpools   | A1.411 Coralline crust-dominated shallow eulittoral rockpools   | A1.4111 |
|  |  |  |   |   | A1.4112 |
|  |  |  |   |   | A1.4114 |
|  |  |  |   | A1.412 Fucoids and kelp in deep eulittoral rockpools  | A1.4121 |
|  |  | of littoral  | A1.42 Communities of rockpool in the supralittoral zone                                       | A1.413 Seaweeds in sediment-floored eulittoral rockpools  |         |
|  |  |  |   | A1.414 Hydroids, ephemeral seaweeds and [Littorina littorea] in shallow eulittoral mixed substrata pools                                  |         |
|  |  |  |   | A1.421 Green seaweeds ([Enteromorpha] spp. and [Cladophora] spp.) in shallow upper shore rockpools  |         |
|  |  |  |   | A1.442 Green algal films on upper and mid-shore cave walls and ceilings   |         |
|  |  | rock   | A1.44 Communities of littoral caves and overhangs   | A1.446 Sponges and shade-tolerant red seaweeds on overhanging lower eulittoral bedrock and in cave entrances                              |         |
|  |  |  |   | A1.447 Sponges, bryozoans and ascidians on deeply overhanging lower shore bedrock or caves  |         |
|  |  |  |   | A1.448 Faunal crusts on wave-surged littoral cave walls   |         |
|  |  |  |   | A1.449 Sparse fauna (barnacles and spirorbids) on sand/pebble-scoured rock in littoral caves  |         |
|  |  |  |   | A1.44A Barren and/or boulder-scoured littoral cave walls and floors   |         |
|  |  |  |   | A1.44B Association with [Phymatolithon lenormandii] and [Hildenbrandia rubra]   |         |
|  |  |  | A1.45 Ephemeral green or red seaweeds (freshwater or sand-influenced) on non-mobile substrata | A1.452 [Porphyra purpurea] or [Enteromorpha] spp. on sand-scoured mid or lower eulittoral rock  |         |
|  | A.2. Littoral Sediment                           | A2.1 Littoral coarse sediment                            | A2.11 Shingle (pebble) and gravel shores  | A2.111 Barren littoral shingle  |         |
|  |  | A2.2 Littoral sand and muddy sand                        | A2.21 Strandline  | A2.211 Talitrids on the upper shore and strandline  |         |
|  |  |  | A2.22 Barren or amphipod-dominated mobile sand shores   | A2.221 Barren littoral coarse sand  |         |
|  |  |  | A2.23 Polychaete/amphipod-dominated fine sand shores  |   |         |
|  |  | A2.4 Littoral mixed sediments                            |   |   |         |
|  |  | A2.6 Littoral sediments dominated by aquatic angiosperms | A2.61 Seagrass beds on littoral sediments   | A.2.614 [Ruppia maritima] on lower shore sediment   |         |
|  |  | A2.8 Features of littoral sediment                       | A2.82 Ephemeral green or red seaweeds (freshwater or sand-influenced) on mobile substrata     |   |         |
|  | A.3. Infralittoral rock and other hard substrata | A3.1 Atlantic and Mediterranean                          | A3.11 Kelp with cushion fauna and/or foliose red seaweeds                                     | A3.116 Foliose red seaweeds on exposed lower infralittoral rock   | A3.1161 |
|  |  |  |   | A3.118 Turf of articulated [Corallinaceae] on exposed to sheltered infralittoral bedrock and boulders                                     |         |
|  |  |  |   | A3.11_PT01 red algae [Sphaerococcus coronopifolius] and/or [Plocamium cartilagineum] on deep infralittoral rock on all levels of exposure |         |
|  |  |  |   | A3.11_PT02 Deep infralittoral [Laminaria ochroleuca] forests  |         |
|  |  |  |   | A3.11_PT03 Sparse lower infralittoral [Laminaria ochroleuca]  |         |
|  |  |  | A3.12 Sediment-affected or disturbed kelp and seaweed communities                             |   |         |

|  |  |   |  |             |
|--|--|---|--|-------------|
|  | high energy infralittoral rock                                     | A3.14 Encrusting algal communities  | A3.14_PT01 Crustose algae and [Arbacia lixula] on moderately exposed littoral fringe rock  | A3.151_PT01 |
|  |  | A3.15 Frondose algal communities (other than kelp)  | A3.151 [Cystoseira] spp. on exposed infralittoral bedrock and boulders   |             |
|  |  |   | A3.15_PT01 [Cladostephus spongiosus] on exposed to moderately exposed mixed sediment infralittoral   |             |
|  |  |   | A3.15_PT02 [Ulva rigida] on infralittoral rock   |             |
|  |  |   | A3.15_PT03 [Liagora] spp. on boulders mixed with sand  |             |
|  |  |   | A3.15_PT04 [Hypnea] sp., [Taonia atomaria] and [Stypocaulon scoparium] association on exposed to moderately exposed infralittoral rock                 |             |
|  |  |   | A3.15_PT05 [Sargassum] spp. In exposed infralittoral rock  |             |
|  |  |   | A3.15_PT06 [Dictyota] spp., calcareous turf and [Stypocaulon scoparium], [Halopteris filicina] on exposed shallow infralittoral rock                   |             |
|  |  |   | A3.15_PT07 Turfs (calcareous and non-calcareous), calcareous fronds and [Dictyota] spp. on exposed shallow infralittoral rock                          |             |
|  |  |   | A3.15_PT08 [Stypocaulon scoparium], [Halopteris filicina] and [Dictyota] spp. on exposed mid depth infralittoral                                       |             |
|  |  |   | A3.15_PT09 [Padina pavonica] on exposed to moderately exposed infralittoral rock   |             |
|  |  |   | A3.15_PT10 [Zonaria tournefortii] and [Dictyota] spp. on exposed mid depth infralittoral rock  |             |
|  |  |   | A3.15_PT11 [Zonaria tournefortii] on exposed deep infralittoral rock   |             |
|  | A3.2 Atlantic and Mediterranean moderate energy infralittoral rock | A3.21 Kelp and red seaweed (moderate energy infralittoral rock)                                     |  | Level 4?    |
|  |  | A3.22 Kelp and seaweed communities in tide-swept sheltered conditions                               | A3.225 Filamentous red seaweeds, sponges and [Balanus crenatus] on tide-swept variable salinity infralittoral rock                                     |             |
|  |  |   | A3.226 [Halopteris filicina] with coralline crusts on moderately exposed infralittoral rock  |             |
|  |  | A3.23 Mediterranean and Pontic communities of infralittoral algae moderately exposed to wave action | A3.23G Association with [Calpomenia sinuosa]   |             |
|  |  |   | A3.23L Association with [Peyssonnelia rubra] and [Peyssonnelia] spp.   |             |
|  |  | A3.2X Seaweed communities in moderate energy rock   | A3.2X_PT01 [Caulerpa webbiana] on moderately exposed infralittoral rock  |             |
|  |  |   | A3.2X_PT02 [Codium elisabethae], [Halopteris filicina] and coralline crusts on moderate to sheltered bedrock   |             |
|  | A3.3 Atlantic and Mediterranean low energy infralittoral rock      | A3.33 Mediterranean submerged fucoids, green or red seaweeds on full salinity infralittoral rock    | A3.335 Facies with large Hydrozoa  | Level 4?    |
|  |  |   | A3.345 [Codium elisabethae], [Halopteris filicina] and coralline crusts on sheltered infralittoral bedrock   |             |
|  |  | A3.34 Submerged fucoids, green or red seaweeds (low salinity infralittoral rock)                    | A3.346 Pontic association of green and red seaweeds [Enteromorpha], [Ulva] spp., [Porphyra] spp. on moderately exposed or sheltered infralittoral rock |             |
|  | A3.7 Features of infralittoral rock                                | A3.3X Submerged fucoids, green or red seaweeds on full salinity infralittoral rock                  | A3.3X_PT01 [Codium fragile] on sheltered sublittoral rock  |             |
|  |  | A3.71 Robust faunal cushions and crusts in surge gullies and caves                                  | A3.716 Coralline crusts in surge gullies and scoured infralittoral rock  |             |
|  |  | A3.72 Infralittoral fouling seaweed communities   |  |             |
|  |  | A3.73 Vents and seeps in infralittoral rock   | A3.731 Freshwater seeps in infralittoral rock  |             |
|  |  | A3.74 Caves and overhangs in infralittoral rock   | A3.733 Vents in infralittoral rock   |             |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| A.4.<br>Circalittoral<br>rock and<br>other hard<br>substrata | A4.1 Atlantic<br>and<br>Mediterranean<br><br>high energy<br>circalittoral rock        | A4.11 Very tide-swept faunal communities on circalittoral rock        |  |
|  |   | A4.12 Sponge communities of deep circalittoral rock                   | A4.121 [Phakellia ventilabrum] and axinellid sponges on deep, wave-exposed circalittoral rock  |
|  |   | A4.13 Mixed faunal turf communities on circalittoral rock             | A4.132 [Corynactis viridis] and a mixed turf of crisiids, [Bugula], [Scrupocellaria], and [Cellaria] on moderately tide-swept exposed circalittoral rock |
|  |   |   | A4.13_PT01 [Antipathella wollastoni] gardens<br>on circalittoral rock  |
|  |   |   | A4.13_PT02 [Tanacetipathes] sp. gardens<br>on mixed substrate  |
|  |   |   | A4.13_PT03 [Polyplumaria flabellata] gardens<br>on mixed substrate   |
|  |   |   | A4.13_PT04 [Nemertesia ramosa] on moderately exposed circalittoral   |
|  |   |   | A4.13_PT05 [Antipathella subpinnata] gardens<br>on deep circalittoral rock   |
|  |   |   | A4.13_PT06 [Nemertesia cf. antennina], [Lytocarpia myriophyllum] and digitate sponges on sediment  |
|  |   |   | A4.13_PT07 Sponge garden and sparse tall hydrarians on mixed substrate   |
|  | A4.2 Atlantic<br>and<br>Mediterranean<br><br>moderate<br>energy<br>circalittoral rock | A4.21 Echinoderms and crustose communities on circalittoral rock      | A4.214 Faunal and algal crusts on exposed to moderately wave-exposed circalittoral rock  |
|  | A4.7 Features of<br>circalittoral<br>rock   | A4.27 Faunal communities on deep moderate energy circalittoral rock   |  |
|  |   | A4.71 Communities of circalittoral caves and overhangs                |  |
|  |   | A4.72 Circalittoral fouling faunal communities                        |  |
|  |   | A4.73 Vents and seeps in circalittoral rock                           | A4.733 Vents in circalittoral rock   |
| A.5.<br>Sublittoral<br>Sediment                              | A5.1 Sublittoral<br>coarse sediment   | A5.13 Infralittoral coarse sediment                                   | A5.137 Dense [Lanice conchilega] and other polychaetes in tide-swept infralittoral sand and mixed gravelly sand  |
|  |   | A5.14 Circalittoral coarse sediment                                   | A5.138 Association with rhodolithes in coarse sands and fine gravels mixed by waves  |
|  | A5.2 Sublittoral<br>sand  | A5.23 Infralittoral fine sand   | A5.234 Semi-permanent tube-building amphipods and polychaetes in sublittoral sand  |
|  |   | A5.23_PT01 [Ervillia castanea] beds in well sorted infralittoral sand |  |
|  |   | A5.24 Infralittoral muddy sand  | A5.24_PT01 [Myxicola infundibulum] in muddy sands with cobbles   |
|  |   | A5.25 Circalittoral fine sand   | A5.25_PT01 [Ditrupea arietina] on sandy floors   |
|  |   | A5.27 Deep circalittoral sand   |  |
|  | A5.4 Sublittoral<br>mixed sediments   | A5.43 Infralittoral mixed sediments                                   |  |
|  |   | A5.45 Deep Circalittoral mixed sediments                              | A5.45_PT06 [Viminella flagellum] and [Polyplumaria flabellata]<br>on circalittoral mixed substrate   |
|  | A5.5 Sublittoral<br>macrophyte-   | A5.51 Maerl beds  | A5.514 [Lithophyllum fasciculatum] maerl beds on infralittoral mud   |
|  |   |   | A5.515 Association with rhodolithes in coarse sands and fine gravels under the influence of bottom currents  |

|  |  |  |  |  |         |
|--|--|--|--|--|---------|
|  |  | dominated sediment                     |  | A5.51_PT01 Shallow infralittoral sand with sparse [Neogoniolithon brassica-florida] and [Lithophyllum crouaniorum] rhodoliths aggregations |         |
|  |  |  |  | A5.51_PT02 Circalittoral maerl beds on biogenic coarse sediment  |         |
|  |  |  |  |  |         |
|  |  | A5.53 Sublittoral seagrass beds        |  | A5.534 [Ruppia] and [Zannichellia] communities   | A5.5343 |
|  |  | A5.6 Sublittoral biogenic reefs        | A5.6_PT01 Circalittoral [Neopycnodonte cochlear] beds on exposed and tide-swept rock and cobbles |  |         |
|  |  | A5.7 Features of sublittoral sediments | A5.71 Seeps and vents in sublittoral sediments   |  |         |

Código das cores:

|                   |  |
|-------------------|--|
| Diretiva Habitats | 1160 - Enseadas e baías pouco profundas                                  |
|                   | 1170 – Recifes   |
|                   | 1180 Estruturas submarinas originadas por emissões gasosas               |
|                   | 8330 - Grutas marinhas submersas ou semi-submersas                       |
| OSPAR             | Jardins e recifes de corais e agregações de esponjas no domínio profundo |
|                   | Campos litorais de maerl   |
|                   | Campos hidrotermais de baixa e grande profundidade                       |
|                   | Fora do âmbito de estudo   |

**Tabela A2** (3 paginas) – Relação entre indicadores, metas, pontos de referência e pressões para os Descritores D1 e D6 da DQEM (adaptado de OSPAR 2012).

| Indicador  | Relação com outros Descritores | Parâmetro/ métrica   | Meta  | Ponto de referência   | Pressão                                 |
|--|--------------------------------|--|---|---|---|
| 1.1.1. área de distribuição  | nenhum                         | área de distribuição (p. ex. profundidade, geografia) de spp selecionadas (p. ex. spp sensíveis)                                     | a tendência na área de distribuição deve alterar numa maneira preditiva em direção da recuperação da comunidade                   | reflete uma condição histórica com exploração sustentável                   | nenhuma pressão específica <sup>1</sup> |
| 1.1.2. modelo de distribuição dentro dessa área, se for o caso   | -                              | modelo de distribuição (p. ex. profundidade, geografia) de spp selecionadas (p. ex. spp sensíveis)                                   | a tendência do modelo da distribuição deve alterar numa maneira preditiva em direção da recuperação da comunidade                 | reflete uma condição histórica com exploração sustentável                   | nenhuma pressão específica <sup>1</sup> |
| 1.2.1. abundância e/ou biomassa da população, consoante o caso   | -                              | abundância e/ou biomassa de spp selecionadas (p. ex. spp sensíveis)  | a tendência da abundância e/ou biomassa da população deve alterar numa maneira preditiva em direção da recuperação da comunidade. | reflete uma condição histórica com exploração sustentável                   | nenhuma pressão específica <sup>1</sup> |
| 1.3.1. características demográficas da população (p. ex., estrutura por tamanho ou por classe etária, rácio entre os sexos, taxas de fecundidade, taxas de sobrevivência/ mortalidade) | -                              | proporção de peixes adultos nas populações de todas as spp amostradas adequadamente em pesquisas internacionais e nacionais de peixe | -   | -   | -                                       |
| 1.4.1. área de distribuição  | -                              | habitats listados (DH, OSPAR): área de distribuição de todos os habitats relevantes  | estável ou aumentando até um nível e referência favorável   | área de referência favorável, não sempre especificada e diferente entre CPs | -                                       |
| 1.4.2. modelo de distribuição  | -                              | habitats listados (DH , OSPAR): modelo de distribuição de todos os habitats relevantes   | o modelo de distribuição não é significativamente diferente dos modelos de <i>baseline</i>  | -   | perda física e dano físico              |
| 1.5.1. área do habitat   | -                              | habitats listados (DH , OSPAR): área do habitat  | estável ou aumentando e não mais pequeno de que o <i>baseline</i>   | área de referência, não sempre especificada                                 | perda física e dano físico              |



|  |                                 |  |   |   |   |
|--|---------------------------------|--|---|---|---|
| 1.5.1. área do habitat                                     | -                               | habitats predominantes: área do habitat  | não mais do 15% perda das condições de referência, para cada tipo de substrato  | área de referência, não sempre especificada   | perda física e dano físico                        |
| 1.6.1. condições das espécies e comunidades típicas        | todos os descritores de pressão | composição de spp típicas (presença)   | manter a proporção de spp típicas (incl. sensível/ spp vida longa)  | condições de referência   | todo tipo de pressões que afetem os habitats      |
| 1.6.1. condições das espécies e comunidades típicas        | -                               | composição de spp macrófitas do intertidal (abundância)  | a composição de spp macrófitas é mantida  | -   | todo tipo de pressões que afetem os habitats      |
| 1.6.1. condições das espécies e comunidades típicas        | -                               | densidade de spp que formam estruturas biogénicas  | manter a densidade atual de spp que formam habitats em locais conhecidos com estruturas biogénicas  | -   | todo tipo de pressões que afetem os habitats      |
| 1.6.1. condições das espécies e comunidades típicas        | -                               | impacto/ vulnerabilidade dos habitats em relação aos danos físicos   | nível de exposição à pressão não deve resultar em mais que “impacto moderado/ vulnerabilidade” do habitat (dependente da sensibilidade do habitat a essa pressão) | -   | dano físico                                       |
| 1.6.1. condições das spp e comunidades típicas             | D5, D6                          | distribuição de macrófitos por profundidade  | DQA target  | usando a monitorização da DQA: necessário verificar se a monitorização do habitats OSPAR é suficiente | poluição e outras alterações químicas             |
| 1.6.2. abundância relativa e/ou biomassa, consoante o caso | D6                              | índices multimétricos (p.ex. BEQI) para quantificar abundância relativa de spp bentónicas sensíveis e oportunistas | depende do índice, necessidade de relacionar com efeitos diretos das pressões. As metas devem corresponder à DQA  | -   | todos os tipos de pressões que afetem os habitats |
| 1.6.3. condições físicas, hidrológicas e químicas          | D5, D6, D7, D8                  | qualidade e condições abióticas de todos os habitats relevantes do anexo 1 da DH                                   | só alteração leves das condições naturais   | condições de referência   | -   |

|  |                 |  |   |  |  |
|--|-----------------|--|---|--|--|
| 6.1.2. extensão do leito marinho significativamente afetado por atividades humanas para os diferentes tipos de substrato | 1.5.1, 1.6, 6.2 | habitats listados (DH, OSPAR): área de habitat danificada      | área de habitat <BEA (i.e. uso não sustentável) definido através indicadores de condição. Não deve exceder 5% do <i>baseline</i>  | área de referência favorável dos habitats da Diretiva Habitats | dano físico                                |
| 6.1.2. extensão do leito marinho significativamente afetado por atividades humanas para os diferentes tipos de substrato | 1.5.1, 1.6, 6.2 | habitats predominantes: área de habitat danificada             | área de habitat <BEA (i.e. uso não sustentável) definido através indicadores de condição. Não deve exceder 15% do <i>baseline</i> | área de referência   | dano físico                                |
| 6.2.3. proporção da biomassa ou número de indivíduos no macrobentos acima de um determinado comprimento/ tamanho         | 1.6             | distribuição tamanho-frequência das spp sensíveis/ indicadoras | espectro de tamanho perto do natural, com presença de todas as classes de tamanho   | condições de referência  | todo tipo de pressões afetando os habitats |

Para o indicador 1.6.1 a OSPAR propõe estimar a proporção de peixes de grande porte para todas as spp de campanhas de arrasto internacional. Uma vez que esta técnica está proibida nos Açores, não é aqui considerada. Todos os habitats rochosos estão considerados como habitats especiais (i.e. listados pela OSPAR/DH). Em consequência, os habitats predominantes apenas consideram os habitats sedimentares e os indicadores que se referem à área de distribuição para habitats predominantes não são incluídos nesta abordagem. <sup>1</sup>Nenhuma pressão específica pode ser verificada para o parâmetro/métrica. CP= “Contracting Parties” da OSPAR; DH= Diretiva Habitats; DQA= Diretiva Quadra Agua, spp= espécies.



**Tabela A3** - Bases de dados existentes com informação relevante para as avaliações de DQEM/BEA. Note-se que esta listagem não implica qualquer compromisso das instituições ou autores em disponibilizar a informação nela incluída. Nota: a versão completa da Tabela A1 é apresentada em formato digital e inclui, para cada base de dados, 1) o título; 2) a descrição; 3) o período; 4) a área geográfica; 5) a zona; 6) a fonte/projeto; 6) os métodos usados; 7) o formato; 8) informação sobre a georreferência, os metadados, e a integração no SIG-Mar Açores; 9) o contacto; e 10) as referências.

| <b>Categoria</b> | <b>Tipo da informação</b>  | <b>Número de bases de dados</b> |
|------------------|--|---------------------------------|
| Biodiversidade   | Pesca, censos visuais, EUNIS habitats, invasoras, telemetria, imagens, modelação preditiva, biótopos, etc. | 38                              |
| Geomorfologia    | Batimetria, tipo de fundo, fontes hidrotermais, grutas, recifes, montes submarinos, etc.                   | 11                              |
| Oceanografia     | Física, química, biológica, exposição, etc.  | 8                               |
| Uso humano       | Esforço, pesca, descarga, extração minerais  | 10                              |
| Socio-económico  | Atividades recreativas   | 2                               |
| Outros           | Cenários conservação, planeamento espacial marinho-aquacultura, zonamento AMP                              | 3                               |

**Tabela A4** - Metadados a incluir em bases de dados SIG de acordo com a Diretiva INSPIRE (em inglês) (adaptado de Secretaria Regional dos Recursos Naturais – Gabinete do Planeamento, documento interno).

| Seção    | Separador                          | Objeto  |
|----------|------------------------------------|---|
| Overview | Item Description                   | <p><i>Title</i>: título do tema (obrigatório).</p> <p><i>Tags</i>: palavras-chave que facilitem na pesquisa de dados.</p> <p><i>Summary</i>: descrição dos objetivos que justificaram a criação dos dados.</p> <p><i>Description</i>: breve descrição do tema.</p> <p><i>Credits</i>: indicação do responsável pela criação dos dados ou contribuidor.</p> <p><i>Use Limitation</i>: Limitações à utilização do tema.</p>   |
|          | Topics e Keywords                  | <p><i>Topic Categories</i>: é obrigatório o preenchimento com uma opção, no mínimo.</p> <p><i>Content Type</i>: tipologia de conteúdo do tema.</p> <p><i>Theme Keywords</i>: palavras-chave relacionadas com o tema.</p> <p><i>Thesaurus Citation</i>: léxico de origem das palavras-chave. Se as palavras-chave não tiverem origem num léxico, este campo não deverá ser preenchido.</p> <p><i>Place Keywords</i>: palavras-chave relativas à localização do tema. Deverá respeitar a ordem descendente: Portugal, Arquipélago dos Açores; Grupo ABC; Ilha 123, Código de Ilha (respeitando a terminologia adotada).</p> |
|          | Citation                           | <i>Title</i> : Por defeito, já estará preenchido e corresponderá ao nome do recurso.  |
|          | Citation contacts                  | Preenche com a informação relativa ao produtor, proprietário ou publicador da informação. Se existir mais do que um responsável pela informação, deverá ser adicionado um novo contacto.  |
|          | Locales                            | Será preenchido quando surgir a necessidade de identificar o tema em mais do que um idioma.   |
| Metadata | Details                            | A data em <i>Date Stamp</i> é de preenchimento automático, sempre que forem guardadas edições e feitas alterações ao ficheiro, a data é atualizada. Por se tratar da data dos metadados, e como a sua atualização não é simultânea com as edições, esta deverá ser alterada manualmente, de forma a não ser atualizada automaticamente. Uma vez alterada manualmente não é atualizada pelo sistema.   |
|          | Contacts                           | Deverá ser preenchido com informação relativa à entidade, indicando a pessoa, sempre que possível, que preencheu os metadados.<br>A entidade/pessoa responsável pelos metadados pode não corresponder à responsável pela criação/edição dos dados.  |
|          | Maintenance                        | É obrigatório o preenchimento da frequência de atualização dos metadados.   |
|          | Constraints                        | Deverão ser especificadas as restrições relativas ao uso, e às restrições legais e de segurança existentes.   |
| Resource | Details                            | <p><i>Status</i>: especifica a situação dos dados.</p> <p><i>Credit</i>: refere quem criou ou contribuiu para o recurso.</p> <p><i>Languages</i>: especifica o idioma do recurso.</p> <p><i>Spatial Representation Type</i>: tipo de representação espacial e indicada a resolução do recurso.</p>  |
|          | Service Details                    | Só deverá ser preenchido, no caso de se tratar de um serviço de dados geográficos.  |
|          | Extents                            | Especifica as extensões geográficas, temporais e verticais.<br>Por defeito, a extensão geográfica já estará preenchida, de acordo com as coordenadas do recurso.  |
|          | Points of Contact                  | Informação relativa à entidade que criou/editou ou é proprietária dos dados (obrigatório).  |
|          | Resource Maintenance               | Indica a frequência de atualização do recurso, o âmbito da atualização e o contacto da entidade/pessoa a responsável pela atualização.  |
|          | Resource Constraints               | Especifica as restrições ao uso, legais e de segurança aplicáveis ao recurso.   |
|          | Spatial Representation Information | Por defeito, já estará visível e preenchida a informação relativa à topologia e ao número de <i>features</i> que o recurso possui.  |