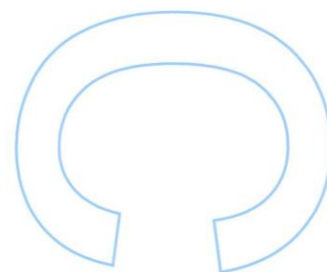
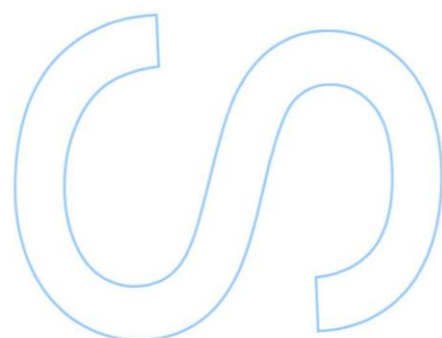
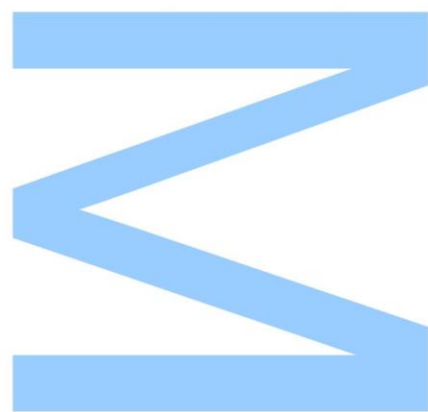




Avaliação do Estado Ambiental de uma Área Marinha Protegida Costeira: o Parque Natural do Litoral Norte



Ana Carolina Marmelo Bogalho

Mestrado em Recursos Biológicos Aquáticos

Departamento de Biologia

2021

Orientadores

Doutora Sandra Silva Ramos, Investigadora, CIIMAR

Doutor Francisco Arenas Parra, Investigador, CIIMAR

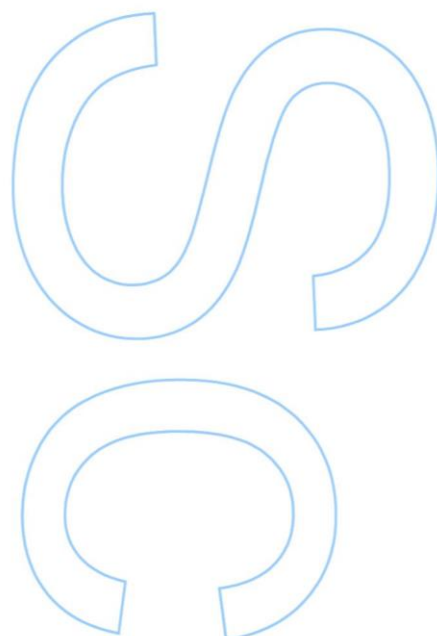
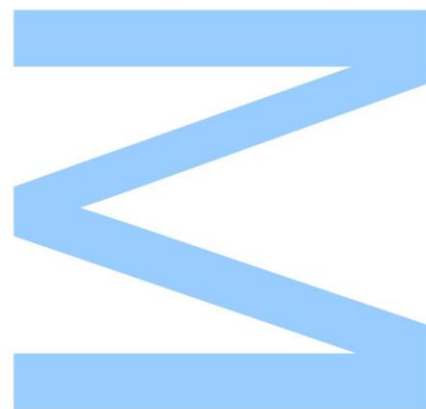
Coorientador

Doutora Cristina Brice Pita, Investigadora, CESAM



Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



*Dedico este trabalho ao meu maninho Gabriel,
ao meu Sol, energia e amor imenso,
e uma inabalável fonte de inspiração.*

*“A vida é como o oceano.
Pode ser calma ou sossegada,
e dura ou rigorosa,
mas no final, é sempre bela.”
- Desconhecido*

AGRADECIMENTOS

Com o término desta caminhada não podia deixar de exprimir a minha gratidão a algumas pessoas:

À minha orientadora, Doutora Sandra Ramos, pelo desafio proposto, por acreditar nas minhas capacidades e, pelo apoio incansável. Por todo o conhecimento científico que transmitiu e partilhou comigo. Por me ter feito crescer mais um bocado enquanto pessoa.

À minha coorientadora Doutora Cristina Pita, pela sua colaboração.

Ao CIIMAR e a todos os membros do projeto OMARE, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao meu colega Tiago, do tempo em que trabalhou comigo no El Corte Inglés, pela sua companhia e constante boa disposição. Por me lembrar dos meus objetivos e sonhos enquanto bióloga marinha.

Ao senhor Manuel, à sua esplanada e ao café longo acompanhado sempre por rebuçados, em forma de afeto. A sua esplanada salvou-me quando todas as bibliotecas estavam encerradas devido à pandemia e quando precisava de sol para animar o meu trabalho.

À minha senhoria, D. Adelaide, por se ter tornado a minha companheira de casa durante a pandemia e confinamentos. Por todo o carinho, companhia e por todos os doces caseiros que aconchegaram os dias mais cinzentos.

À Dra. Patrícia, por ter sido um pilar importante e por ter caminhado a meu lado na reta final.

À minha família e às minhas amigas, por todo o apoio e força que deram ao longo deste percurso. Por todo o amor, carinho e paciência.

Ao meu irmão Tiago, por acreditar em mim e por ser um exemplo de que na vida não importa o tempo que demoramos a concluir um objetivo, mas sim a caminhada.

Ao meu maninho Gabriel, o meu maior tesouro, o meu sol e uma das minhas maiores forças de motivação. Grata por todo o amor incondicional.

À minha mãe, a minha melhor amiga. A pessoa que mais esteve presente mesmo estando a 276 km de distância, que foi incansável desde o primeiro dia do meu percurso académico. Grata por todas as chamadas telefónicas e companhia virtual. Grata por todo o suporte, paciência, motivação, amor e acima de tudo, por ter acreditado sempre em mim.

Ao meu namorado, o meu companheiro e melhor amigo, que sempre caminhou a meu lado nesta caminhada. Por nunca ter duvidado do meu potencial e amor que nutro pela área da biologia marinha. Por me lembrar vezes sem conta que estava no lugar certo. Por me ter

dado a mão, quer nos melhores como nos piores momentos. Por ter sido um dos pilares mais importantes.

Ao meu Manjerico, o meu felino voador, a quem estou eternamente grata, todos os dias, pela existência na minha vida. O meu melhor amigo e companheiro de todas as horas, que esteve sempre perto de mim nos melhores e piores momentos, que fez sempre questão de estar a meu lado enquanto trabalhava. Por ter viajado sempre comigo de todas as vezes que regressávamos a casa.

E por último, à vida em si, ao tempo, ao Agora, por todas as coisas maravilhosas e menos boas, pelos desafios e por todas as aprendizagens ao longo deste percurso.

Este trabalho foi parcialmente financiado pelo projeto OMARE (POSEUR-15-2016-54) e por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, I. P., no âmbito dos projetos UIDB/04423/2020 e UIDP/04423/2020.



RESULTADOS CIENTÍFICOS

Arenas, F., Martins, M., Silva, D., Pereira, R., Bogalho, A., Meyer, H., Vale, C., Casalís, H., Almeida, C., Carvalho, F., Magalhães, C., Mucha, A.P., Bio, A., Froufe, E., Castro, F., Franco, J. & Ramos, S. (2020). *Observatório Marinho de Esposende. Ação 2 | Inventariação, monitorização, cartografia e gestão da biodiversidade marinha*. Relatório final do contrato de prestação de serviços 107/2017. Câmara Municipal de Esposende.

RESUMO

Nas últimas décadas, as atividades humanas nas águas costeiras e marinhas, tanto tradicionais, como emergentes têm aumentado consideravelmente no mundo. Consequentemente, causam conflitos espaciais e crescentes pressões e impactes nos ecossistemas marinhos. Para tal, são necessárias ações para conservar, proteger e gerir adequadamente os oceanos, através de uma avaliação holística do estado dos ecossistemas marinhos. Esta dissertação, integrada no âmbito da participação do CIIMAR (Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental) no projeto OMARE (Observatório Marinho de Esposende), centrou-se no estudo da avaliação do estado ambiental do Parque Natural do Litoral Norte (PNLN), uma Área Marinha Protegida da costa noroeste de Portugal. Assim, os principais objetivos foram: (i) identificar as principais atividades antrópicas, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes, que ocorreram a nível local e regional (dentro e fora do PNLN, respetivamente) e a nível global, de modo a perceber quais as principais ameaças a que os ecossistemas do PNLN estão sujeitos; (ii) caracterizar as atividades recreativas do PNLN; (iii) avaliar o estado ambiental da biodiversidade e *habitats* marinhos do PNLN através da ferramenta NEAT (*Nested Environmental status Assessment Tool*); e (iv) testar a aplicabilidade da ferramenta NEAT para diferentes componentes ecossistémicas. A caracterização e avaliação das principais atividades, pressões e impactes presentes no PNLN foi efetuada através de pesquisa bibliográfica e censos visuais em quatro praias do PNLN. Segundo a pesquisa bibliográfica, foram identificados 12 setores de atividades humanas (7 locais, 5 regionais, 2 globais), verificando-se que o PNLN está essencialmente sujeito a atividades locais, como proteção costeira, urbanização, turismo e recreação, e extração de recursos vivos. Foram reconhecidas como principais pressões, as alterações da dinâmica sedimentar e das condições oceanográficas, a destruição parcial ou total dos *habitats* naturais e ecossistemas costeiros, assim como as pressões provocadas pelas alterações climáticas. O número de visitantes de cada praia esteve altamente relacionado com a prática banhar e as condições naturais e de acessibilidade das praias, sendo consideravelmente superior na época alta em todas as praias. Por outro lado, a apanha lúdica, pesca lúdica (embarcada e apeada) e desportos náuticos estiveram fortemente dependentes das condições naturais de cada praia do PNLN, destacando-se a apanha lúdica que foi a atividade mais frequente. A avaliação do estado ambiental do PNLN foi efetuada com a ferramenta NEAT considerando vários *habitats* (intertidal rochoso e arenoso, subtidal rochoso e arenoso, e pelágico) e diferentes componentes ecossistémicas (macroalgas, macroinvertebrados, peixes, fitoplâncton, ictioplâncton, parâmetros físico-químicos, metais e PAHs). De acordo com os resultados do NEAT, durante o período de 2017 a 2020 o PNLN

esteve em Bom Estado Ambiental (BEA; NEAT = 0,799), sem variação sazonal (NEAT = 0,767, outono-inverno; NEAT = 0,769, primavera-verão). O estado ambiental das componentes ecossistémicas e *habitats* variou entre Moderado a Excelente, o que indica que as atividades antrópicas existentes não estão a causar grandes impactes nos ecossistemas do PNLN. No entanto, determinadas comunidades refletiram algum nível de pressão, nomeadamente os macroinvertebrados, peixes, ictioplâncton e macroalgas, salientando a necessidade de mais estudos e particular atenção ao nível da conservação e gestão destas comunidades. Este trabalho permitiu a compilação de informação científica relevante e pode servir de base para apoiar os gestores ambientais e decisores políticos na tomada de decisões, para atingir uma gestão sustentável e eficiente desta Área Marinha Protegida. Espera-se assim, que este estudo possa ser um estudo de referência para futuros programas de monitorização do estado ambiental do PNLN.

Palavras-chave:

Áreas Marinhas Protegidas, Bom Estado Ambiental (BEA), DAPSI(W)R(M), NEAT, Parque Natural do Litoral Norte (PNLN)

ABSTRACT

In the last few decades, human activities in coastal and marine waters have increased considerably throughout the world. These activities can cause spatial conflicts, increasing pressures and impacts on marine ecosystems. It is therefore necessary to conserve, protect and properly manage the oceans through a holistic assessment of the state of marine ecosystems. This dissertation, integrated in the scope of the CIIMAR (Interdisciplinary Centre for Marine and Environmental Research) participation in the OMARE project (Esposende Marine Observatory), focused on the assessment of the environmental status of Parque Natural do Litoral Norte (PNLN), a Marine Protected Area of the northwest coast of Portugal. Thus, the main objectives were: (i) to identify the main anthropogenic activities, pressures, state changes and impacts, which occurred at the local and regional level (inside and outside the PNLN, respectively) and globally, in order to understand the main threats to PNLN ecosystems; (ii) to characterise recreational activities on PNLN beaches; (iii) assess the environmental status of biodiversity and marine habitats of the PNLN through the NEAT (Nested Environmental status Assessment Tool); and (iv) test the applicability of the NEAT tool to different ecosystem components. The characterization and evaluation of the main activities, pressures and impacts present in the PNLN was carried out through bibliographical research and visual censuses in four beaches of the PNLN. According to the bibliographical research, 12 sectors of human activities were identified (7 local, 5 regional, 2 global), showing that the PNLN is essentially subject to local activities, such as coastal protection, urbanization, tourism and recreation, and extraction of living biomass. The main pressures identified were changes in sedimentary dynamics and oceanographic conditions, partial or total destruction of natural habitats and coastal ecosystems, as well as pressures caused by climate change. The number of visitors, which were considerably higher in high season for all beaches, was highly related to the bathing season and the natural conditions and accessibility of the beaches. On the other hand, recreational collection of seafood (*apanha*) that was the most frequent activity, recreational fishing (on board and on foot) and water sports were heavily dependent on the natural conditions of each beach. The assessment of the environmental status of the PNLN was carried out with the NEAT tool, considering several habitats (rocky and sandy intertidal, rocky and sandy subtidal, and pelagic) and different ecosystem components (macroalgae, macroinvertebrates, fish, phytoplankton, ichthyoplankton, and water quality characteristics). According to NEAT results, during the period 2017 to 2020, the PNLN was in Good Environmental Status (GES; NEAT = 0.799), with no seasonal variation (NEAT = 0.767, autumn-winter; NEAT = 0.769, spring-summer). The environmental status of ecosystem components and habitats ranged from Moderate to Excellent, indicating that

existing anthropogenic activities are not causing major impacts on PNLN ecosystems. However, certain communities reflected some level of pressure, namely macroinvertebrates, fish, ichthyoplankton and macroalgae, highlighting the need for further studies and particular attention should be given to the conservation and management of these communities. This work allowed to compile relevant scientific information and can be used as baseline to support environmental managers and policy makers in decision-making, to achieve a sustainable and efficient management of this Marine Protected Area. Therefore, this study can be used as a reference study for future programs to monitor the environmental status of the PNLN.

Keywords:

Marine Protected Areas, Good Environmental Status (GES), DAPSI(W)R(M), NEAT, Parque Natural do Litoral Norte (PNLN)

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESULTADOS CIENTÍFICOS	III
RESUMO	IV
ABSTRACT	VI
ÍNDICE	VIII
LISTA DE TABELAS	XI
LISTA DE FIGURAS	XIV
LISTA DE ANEXOS	XV
LISTA DE ABREVIATURAS	XVIII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1 ATIVIDADES ANTRÓPICAS	2
1.2 ABORDAGEM ECOSSISTÉMICA	3
1.3 ALCANÇAR O ESTADO AMBIENTAL DOS ECOSSISTEMAS MARINHOS	6
1.3.1 Modelos e ferramentas	6
1.3.1.1 Descrição do NEAT	7
1.3.2 Desafios	8
1.4 ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS.....	9
1.4.1 Conceito, categorias e tipos.....	9
1.4.2 Áreas Marinhas Protegidas a nível nacional	12
1.5 PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE.....	12
1.5.1 História do Parque Natural.....	12
1.5.2 Propósitos do Parque Natural do Litoral Norte (PNLN)	14
1.5.3 Zonamento	15
1.6 ÂMBITO E OBJETIVOS.....	18

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA	20
2.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	21
2.2 ÁREA DE ESTUDO	23
2.3 RECOLHA DE DADOS	24
2.3.1 Atividades e usos	24
2.3.2 Componente ecológica	30
2.3.2.1 Macroalgas	30
2.3.2.2 Macroinvertebrados	31
2.3.2.3 Peixes	32
2.3.2.4 Coluna de água pelágica	32
2.4 NESTED ENVIRONMENTAL STATUS ASSESSMENT TOOL (NEAT)	34
2.5 ANÁLISE DE DADOS	46
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS	47
3.1 ATIVIDADES E USOS	48
3.1.1 Caracterização das atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos	48
3.1.2 Utilização das praias	62
3.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO AMBIENTAL	65
3.2.1 Índices multimétricos	65
3.2.2 Nested Environmental status Assessment Tool (NEAT)	76
3.2.2.1 Avaliação global	80
3.2.2.2 Variação sazonal	83
CAPÍTULO 4 – DISCUSSÃO	88
4.1 ATIVIDADES E USOS	89
4.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO AMBIENTAL	93
4.2.1 Desafios e qualidades do NEAT	101
4.2.2 Implicações para a gestão do PNLN	103

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	105
CAPÍTULO 6 – REFERÊNCIAS	109
CAPÍTULO 7 – ANEXOS	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Categorias das Áreas Protegidas, adotadas pela IUCN (adaptado de Dudley, 2008)	10
Tabela 2 – Diferenças entre a proteção parcial do tipo I e do tipo II, na área marinha do PNLN (adaptado de RCM n.º 175/2008 de 24 novembro)	15
Tabela 3 – Atos e atividades permitidos, condicionados e interditos na área marinha do PNLN (adaptado de RCM n.º 175/2008 de 24 novembro)	17
Tabela 4 – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactos antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020)	50
Tabela 5 – Registo das espécies de acordo com a lista reduzida de taxa de macroalgas, com os respetivos grupos de estado ecológico (ESG), das SAUs <i>Intertidal</i> e <i>Subtidal rochoso</i> , referente aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). A SAU <i>Subtidal rochoso</i> apenas tem dados de pri-ver. I, rácio entre as espécies perenes ou de sucessão tardia; II, espécies anuais ou oportunistas (adaptado de Gaspar et al., 2012 e Arenas et al., 2020)	66
Tabela 6 – Avaliação da descrição da costa da SAU <i>Intertidal rochoso</i> , nomeadamente das praias da Carruagem, de Belinho, de São Bartolomeu, de Suave Mar e da Apúlia (adaptado de Wells et al., 2007).	68
Tabela 7 – Avaliação da descrição da costa da SAU <i>Subtidal rochoso</i> , nomeadamente das praias da Carruagem, de Belinho, de São Bartolomeu e da Apúlia (adaptado de Wells et al., 2007)	69
Tabela 8 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MarMAT, das SAUs <i>Intertidal</i> e <i>Subtidal rochoso</i> , referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). A SAU <i>Subtidal rochoso</i> apenas tem dados de pri-ver. EQR, <i>Ecological Quality Ratio</i> – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, <i>Ecological Quality Status</i> – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Arenas et al., 2020)	70
Tabela 9 – Resultados do índice AMBI, da SAU <i>Intertidal arenoso</i> , referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). I a V, grupos de estado	

ecológico (ESG - *Ecological State Groups*); IB, Índice Biótico; N.A., Taxa Não Atribuídos ao Índice AMBI 71

Tabela 10 – Resultados do índice M-AMBI, da SAU *Intertidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)) e dados globais. X, Y e Z, eixos da análise fatorial 71

Tabela 11 – Resultados do índice AMBI, da SAU *Subtidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). I a V, grupos ecológicos; IB, Índice Biótico; N.A., Taxa Não Atribuídos ao Índice AMBI 72

Tabela 12 – Resultados do índice M-AMBI, da SAU *Subtidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)) e dados globais. X, Y e Z, eixos da análise fatorial 72

Tabela 13 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MFCI, da SAU *Subtidal rochoso*, referentes aos dados globais, apenas referentes aos dados de primavera-verão (pri-ver). EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Arenas et al., 2020) 73

Tabela 14 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MFCI, da SAU *Subtidal arenoso*, referentes aos dados globais, apenas referentes aos dados de primavera-verão (pri-ver). EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Arenas et al., 2020) 74

Tabela 15 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MFCI, da SAU *Pelágico*, referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica 75

Tabela 16 – Unidades de Avaliação Espacial (SAUs), *habitats*, componentes ecossistémicas, indicadores e valores médios e desvios padrão incluídos no NEAT para o cálculo da avaliação do PNLN. Os valores médios e desvios padrão são referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). Os valores das condições de referência usados (Pior, Mau/Pobre, Pobre/Moderado, Moderado/Bom, Bom/Excelente, Melhor) para cada indicador estão indicados nas referências (adaptado de Arenas et al., 2020) 78

Tabela 17 – Sumário dos valores globais da avaliação, para o PNLN, das SAUs *Intertidal*, *Subtidal* e *Pelágico* e as suas subzonas, sem e com a ponderação por SAU. Valores para as componentes ecossistémicas (Macroalgas; Macroinvert., Macroinvertebrados; Peixes; Fito., Fitoplâncton; Ictio., Ictioplâncton; FQ, Parâmetros Físico-Químicos; Metais; PAHs; Peixes; FQ, Parâmetros Físico-Químicos) e para os *habitats* (Rochoso, Arenoso, Coluna de Água). As cores indicam o estado ambiental: Elevado: azul; Bom (BEA): verde; Moderado: amarelo; Pobre: laranja; Mau: vermelho (adaptado de Arenas et al., 2020) **82**

Tabela 18 – Sumário dos valores sazonais outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver) da avaliação, para o PNLN, das SAUs *Intertidal*, *Subtidal* e *Pelágico* e as suas subzonas, sem ponderação por SAU. Valores para as componentes ecossistémicas (Macroalgas; Macroinvert., Macroinvertebrados; Peixes; Fito., Fitoplâncton; Ictio., Ictioplâncton; FQ, Parâmetros Físico-Químicos; Metais; PAHs; Peixes; FQ, Parâmetros Físico-Químicos) e para os *habitats* (Rochoso, Arenoso, Coluna de Água). As cores indicam o estado ambiental: Elevado: azul; Bom (BEA): verde; Moderado: amarelo; Pobre: laranja; Mau: vermelho **86**

Tabela 19 – Sumário dos valores sazonais outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver) da avaliação, para o PNLN, das SAUs *Intertidal*, *Subtidal* e *Pelágico* e as suas subzonas, com a ponderação por SAU. Valores para as componentes ecossistémicas (Macroalgas; Macroinvert., Macroinvertebrados; Peixes; Fito., Fitoplâncton; Ictio., Ictioplâncton; FQ, Parâmetros Físico-Químicos; Metais; PAHs; Peixes; FQ, Parâmetros Físico-Químicos) e para os *habitats* (Rochoso, Arenoso, Coluna de Água). As cores indicam o estado ambiental: Elevado: azul; Bom (BEA): verde; Moderado: amarelo; Pobre: laranja; Mau: vermelho **87**

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da abordagem DAPSI(W)R(M). PExNG, Pressões Exógenas Não Geridas; PEnG, Pressões Endógenas (adaptado de Elliott et al., 2017)	5
Figura 2 – Esquema da metodologia adotada	22
Figura 3 – Localização do Parque Natural do Litoral Norte (adaptado de ICNF, s.d.)	23
Figura 4 – Localização das quatro praias amostradas nas zonas norte, centro e sul do PNLN (adaptado de Ferreira et al., 2019)	25
Figura 5 – Praia da Carruagem (A), de Belinho (B) Suave Mar (C) e Apúlia (D) (ZS – Zona Sul, ZC – Zona Centro, ZN – Zona Norte, da praia) (Fotografias obtidas a 29 de agosto de 2020)	26
Figura 6 – Percorso efetuado para os efeitos da recolha de campo, na praia da Carruagem (Google Earth, s.d.)	28
Figura 7 – Percorso efetuado para os efeitos da recolha de campo, na praia de Belinho (Google Earth, s.d.)	28
Figura 8 – Percorso efetuado para os efeitos da recolha de campo, na praia de Suave Mar (Google Earth, s.d.)	29
Figura 9 – Percorso efetuado para os efeitos da recolha de campo, na praia da Apúlia (Google Earth, s.d.)	29
Figura 10 – Esquema da abordagem metodológica na aplicação do NEAT	36
Figura 11 – Número de visitantes/1000 m ² nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia (adaptado de Arenas et al., 2020)	63
Figura 12 – Atividades de pesca lúdica (embarcada e apeada), apanha lúdica e despostos náuticos (%) nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia (adaptado de Arenas et al., 2020)	64

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 – Tabela das campanhas de amostragem dos censos visuais, na época alta e baixa. Com as áreas (m ²), metodologia, o dia e hora, as condições atmosféricas e vigilância das praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e Apúlia, do PNLN	134
Anexo 2 – Formulário de amostragem para a métrica “Descrição da costa”. O formulário possui um sistema de pontuações onde entra apenas a pontuação mais alta para cada grupo, para o cálculo final (adaptado de Wells et al., 2007)	135
Anexo 3 – Lista reduzida de <i>taxa</i> , com os respetivos grupos de estado ecológico (ESG - <i>Ecological State Groups</i>), para as águas costeiras portuguesas de tipologia A5 (NEA 1, para a costa norte portuguesa); I – rácio entre as espécies perenes ou de sucessão tardia; II, espécies anuais ou oportunistas (adaptado de Gaspar et al., 2012)	136
Anexo 4 – Intervalos dos valores esperados das métricas do índice MarMAT, para os cinco EQR, <i>Ecological Quality Ratio</i> – Rácio de Qualidade Ecológica e EQS, <i>Ecological Quality Status</i> – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Gaspar et al., 2012)	138
Anexo 5 – Lista de <i>taxa</i> de macroinvertebrados (por ordem alfabética) com os respetivos grupos de estado ecológico (ESG - <i>Ecological State Groups</i>), da SAU <i>Intertidal arenoso</i> , referente aos dados globais. N.A., Não Atribuído (adaptado de Arenas et al., 2020)	139
Anexo 6 – Lista de <i>taxa</i> de macroinvertebrados (por ordem alfabética) com os respetivos grupos de estado ecológico, da SAU <i>Subtidal arenoso</i> , referente aos dados globais. N.A., Não Atribuído (adaptado de Arenas et al., 2020)	139
Anexo 7 – Intervalos dos valores esperados das métricas do índice MFCI, para a tipologia <i>habitat</i> subtidal rochoso, para os cinco EQR, <i>Ecological Quality Ratio</i> – Rácio de Qualidade Ecológica e EQS, <i>Ecological Quality Status</i> – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Henriques et al., 2008a)	141
Anexo 8 – Sistema de pontuação para a métrica “Função de viveiro” para a tipologia <i>habitat</i> subtidal rochoso (adaptado de Henriques et al., 2008a)	141
Anexo 9 – Intervalos dos valores esperados das métricas do índice MFCI, para a tipologia <i>habitat</i> intermédio de fundos moles – 20 a 100 m, para os cinco EQR, <i>Ecological Quality Ratio</i> – Rácio de Qualidade Ecológica e EQS, <i>Ecological Quality Status</i> – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Henriques et al., 2008a)	142
Anexo 10 – Base de dados utilizada para o cálculo das várias métricas do índice MFCI. A lista exibida compila todos os <i>taxa</i> de peixes juvenis e adultos visualizados (censos visuais – subtidal rochoso) e capturados (pesca experimental – subtidal arenoso), assim como todos	

os taxa de ictioplâncton capturados (arrastos horizontais – pelágico) no PNLN, nas campanhas de amostragem sazonais), por ordem alfabética. Apresenta os parâmetros ecológicos caracterizados para cada taxa: Grupo Funcional, taxa residentes em cada substrato (Res. A., Residente em Areia; Res. R., Residente em Rocha; Res. I., Residente na zona Intertidal), taxa dependentes de cada substrato (Dep. A., Dependente da Areia; Dep. R., Dependente da Rocha; Dep. I., Dependente da zona Intertidal), substrato primário para a zona de desova e de viveiro (A, significa Areia; R, significa Rocha; I, significa zona Intertidal; C, águas Costeiras; O, águas *Offshore*), Grupos Alimentares (inv – invertívoro; ma – macrocarnívoro; omn – omnívoro; her – herbívoro), Valor Comercial (€ – sem valor ou valor baixo; €€ – valor médio; €€€ – valor alto), Abundância Qualitativa (MC – Muito Comum; C – Comum; PC – Pouco Comum; R – Raro) e Resiliência (B – Baixa; M – Média; E – Elevada). Apresenta os resultados da Abundância Média Total (média $\pm$ desvio padrão), da Frequência de Ocorrência (%) e dos *Habitat* onde foram realizadas as campanhas de amostragem (Sub. roch., Subtidal rochoso; Sub. aren., Subtidal arenoso; Pelágico) (adaptado de Henriques et al., 2008a; Arenas et al., 2020) **143**

Anexo 11 – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice *Marine Fish Community Index*. Apresenta os parâmetros ecológicos caracterizados para cada taxa: Grupo Funcional, taxa residentes em cada substrato (Res. A., Residente em Areia; Res. R., Residente em Rocha; Res. I., Residente na zona Intertidal), taxa dependentes de cada substrato (Dep. A., Dependente da Areia; Dep. R., Dependente da Rocha; Dep. I., Dependente da zona Intertidal), substrato primário para a zona de desova e de viveiro (A, significa Areia; R, significa Rocha; I, significa zona Intertidal; C, águas Costeiras; O, águas *Offshore*), Grupos Alimentares (inv – invertívoro; ma – macrocarnívoro; omn – omnívoro; her – herbívoro), Valor Comercial (€ – sem valor ou valor baixo; €€ – valor médio; €€€ – valor alto), Abundância Qualitativa (MC – Muito Comum; C – Comum; PC – Pouco Comum; R – Raro) e Resiliência (B – Baixa; M – Média; E – Elevada). Apresenta os resultados da Abundância Média Total (média $\pm$ desvio padrão), da Frequência de Ocorrência (%) e dos *Habitat* onde foram realizadas as campanhas de amostragem (Sub. roch., Subtidal rochoso; Sub. aren., Subtidal arenoso; Pelágico) (adaptado de Henriques et al., 2008a; Arenas et al., 2020; Froese & Pauly, 2021; OMARE, 2021) **147**

Anexo 12 – Resultados da análise ANOVA 2 fatores, do número de visitantes das praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época alta e baixa. SQ, Soma de Quadrados; GI, Graus de Liberdade; QM, Quadrados Médios; F, Estatística F; * diferenças significativas **154**

Anexo 13 – Resultados do teste de comparação múltipla (Tukey), do número de visitantes das praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época baixa e alta. * diferenças significativas **154**

Anexo 14 – Resultados do número total de visitantes e número de visitantes/1000 m² nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época alta e baixa (adaptado de Arenas et al., 2020) **154**

Anexo 15 – Resultados do número total de utilizadores e número de utilizadores /1000 m² relativos às atividades recreativas: pesca lúdica (embarcada e apeada), apanha lúdica e desportos náuticos nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época alta e baixa (adaptado de Arenas et al., 2020) **156**

LISTA DE ABREVIATURAS

AE	Abordagem Ecosistémica
AEA	Agência Europeia do Ambiente
AMBI	<i>AZTI's Marine Biotic Index</i>
AMP(s)	Área(s) Marinha(s) Protegida(s)
ANOVA	Análise de Variância
BEA	Bom Estado Ambiental
CDB	Convenção da Diversidade Biológica
CIIMAR	Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental
CME	Câmara Municipal de Esposende
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
CPADA	Confederação Portuguesa das Associações de Defesa do Ambiente
DAPSI(W)R(M)	<i>Drivers Activities Pressures (on the system) State changes Impacts (on Human Welfare) Responses (as Management Measures)</i>
DEVOTES	<i>DEvelopment Of innovative Tools for understading marine biodiversity and assessing GES</i>
DRCNFN	Direção Regional da Conservação da Natureza e Florestas do Norte
DOEM	Diretiva Ordenamento do Espaço Marítimo
DPSIR	<i>Drivers Pressures State Impacts Responses</i>
DQA	Diretiva-Quadro Água
DQEM	Diretiva-Quadro Estratégia Marinha
DR	Decreto Regulamentar

DRAPN	Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte
EAmb	Esposende Ambiente
EQR	<i>Ecological Quality Ratio</i> (Rácio de Qualidade Ecológica)
EQS	<i>Ecological Quality Status</i> (Estado de Qualidade Ecológica)
ESG	<i>Ecological State Groups</i> (Grupos de Estado Ecológico)
GES	<i>Good Environmental Status</i>
HOLAS	<i>Ecosystem Health Assessment Tool</i>
ICNF	Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P.
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i> (União Internacional para a Conservação da Natureza)
M-AMBI	<i>Multivariate – AZTI's Marine Biotic Index</i>
MarMAT	<i>Marine Macroalgae Assessment Tool</i>
MARMONI	<i>Marine Biodiversity Assessment Tool</i>
MFCI	<i>Marine Fish Community Index</i>
NEAT	<i>Nested Environmental Assessment status Tool</i>
NetTAG	<i>Tagging Fishing gears and enhancing on board best practices to promote waste free fisheries</i>
OHI	<i>Ocean Health Index</i>
OMARE	Observatório Marinho de Esposende
ONU	Organização das Nações Unidas
PAHs	<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbon</i> (Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos)
PEnG	Pressões Endógenas Geridas
PExNG	Pressões Exógenas Não Geridas

PNLN	Parque Natural do Litoral Norte
POPNLN	Plano de Ordenamento do Parque Natural do Litoral Norte
RCM	Resolução do Conselho de Ministros
RMAT	<i>Rocky Shore Macroinvertebrates Assessment Tool</i>
SAUs	<i>Spacial Assessment Units</i> (Unidades de Avaliação Espacial)
SCUBA	<i>Self Contained Underwater Breathing Apparatus</i> (Aparelhos respiratórios subaquáticos auto-contidos)
s.d.	Sem data de publicação
SIC	Sítio de Importância Comunitária
UE	União Europeia
ZEE	Zona Económica Exclusiva

CAPÍTULO 1 — INTRODUÇÃO

1 — INTRODUÇÃO

1.1 ATIVIDADES ANTRÓPICAS

Os oceanos saudáveis fornecem múltiplos bens e serviços como fornecimento de alimentos, reciclagem de nutrientes, proteção costeira, produção de oxigénio, matérias-primas, energia, entre muitos outros (Costanza et al., 1997; Barbier et al., 2012). Porém, nas últimas décadas, as atividades humanas nas águas costeiras e marinhas, tanto tradicionais (e.g. pesca, aquacultura, navegação, transporte, turismo, descargas de águas residuais e agrícolas) como emergentes (e.g. produção de energias renováveis, extração de minerais, etc.) têm aumentado consideravelmente no mundo (OSPAR, 2009). Em parte, deve-se ao crescimento acelerado da população nas zonas costeiras (Halpern et al., 2015) e à necessidade de apoiar esse crescimento com recursos, causando conflitos espaciais e crescentes pressões e impactes nos ecossistemas marinhos (Ban & Alder, 2008; Halpern et al., 2008; Borja et al., 2013a, 2016; Korpinen & Andersen, 2016; Nemati et al., 2017).

Sobreexploração de recursos, destruição de *habitats*, introdução de espécies exóticas, poluição, ruído e alterações climáticas (Bertocci et al., 2014; Piñeiro-Corbeira et al., 2018; Sousa et al., 2020; Vieira et al., 2020), são algumas das pressões antrópicas que podem afetar os padrões da diversidade, abundância e distribuição dos organismos marinhos (Vitousek et al., 1997; Ewers & Didham, 2007; J. Oliveira et al., 2014; Borja et al., 2016b). Essas pressões podem também “ameaçar a integridade, estrutura e funcionamento dos ecossistemas marinhos, comprometendo a capacidade de prestarem serviços ecossistémicos essenciais” (Pavlidou et al., 2019 e respetivas referências) a curto ou a longo prazo, que produzam benefícios socioeconómicos (Barbier et al., 2012; Turner & Schaafsma, 2015; Borja et al., 2016a).

Consequentemente, são necessárias ações para conservar, proteger e gerir adequadamente os oceanos (Ban et al., 2010; Collie et al., 2013), assim como aprimorar o entendimento sobre a ligação entre as perturbações antrópicas, a diversidade biológica, serviços, funcionalidade e resiliência dos ecossistemas (Borja et al., 2013b; Narayanaswamy et al., 2013; R. Pinto et al., 2013). De maneira a estabelecer medidas de gestão eficazes para garantir a manutenção da integridade dos ecossistemas e o uso sustentável dos seus serviços (Sherman, 1994; Sardá et al., 2015). A gestão das pressões e impactes humanos no meio ambiente será unicamente bem sucedida, através de uma avaliação holística (Borja et al., 2016b) do estado dos ecossistemas marinhos, por meio da Abordagem Ecossistémica (AE) baseada no melhor conhecimento científico disponível (Levin et al., 2009; Agardy et al., 2011; Le Tissier, 2020).

1.2 ABORDAGEM ECOSSISTÉMICA

A Abordagem Ecosistémica (AE), também denominada por Abordagem-Baseada no Ecossistema ou Gestão-Baseada no Ecossistema, foi definida na Convenção da Diversidade Biológica (CDB, 2000) e o conceito está integrado em várias diretivas da União Europeia (UE) relacionadas com a gestão dos recursos naturais, como a Diretiva-Quadro Estratégia Marinha (DQEM, 2008/89/EU; Comissão Europeia, 2008) e a Diretiva Ordenamento do Espaço Marítimo (DOEM, 2014/89/EU; Comissão Europeia, 2014). É uma abordagem de gestão interdisciplinar que reconhece a complexidade dos sistemas socio-ecológicos e incorpora os sistemas social, ecológico e governativo para alcançar o uso sustentável dos recursos naturais de forma equitativa (Domínguez-Tejo et al., 2016; O'Higgins et al., 2020). A grande novidade desta nova abordagem é assumir a interação entre os humanos, como parte integrante do ecossistema natural, e os sistemas ecológicos nas decisões de gestão (Levin et al., 2009; Long et al., 2015; Buhl-Mortensen et al., 2017; O'Higgins et al., 2020).

DAPSI(W)R(M) (pronunciado *dap-see-worm*), **Drivers Activities Pressures (on the system) State changes Impacts (on Human Welfare) Responses (as Management Measures)** (Elliott et al., 2017) incorpora a evolução das duas últimas décadas da abordagem conceitual DPSIR (**Drivers Pressures State Impacts Responses**) (Agência Europeia do Ambiente, AEA, 1999), que tem sido amplamente utilizada, refinada e redefinida no contexto dos ambientes marinhos europeus, uma vez que foram identificadas deficiências inerentes (Patrício et al., 2016; Elliott et al., 2017; Elliott & O'Higgins, 2020). DPSIR tem como função analisar e integrar as interações entre os elementos humanos e naturais dos sistemas socio-ecológicos (Turner & Schaafsma, 2015), para compartimentar e simplificar a análise destes sistemas. O diagrama original da AEA (1999) refere que as atividades humanas (*Drivers*) exercem pressões (*Pressures*) no meio ambiente, que resultam em alterações ambientais (*State*) e impactes (*Impacts*), consequentemente resultam numa resposta de gestão (*Responses*).

A evolução da abordagem DAPSI(W)R(M) (**Figura 1**) resultou de variadas melhorias, como a separação dos *Drivers* das atividades e as atividades das *Pressures*, adicionando assim as *Activities*, a redefinição de *State* por *State changes* uma vez que era usado frequentemente de forma intercambiável com os *Impacts* (Patrício et al., 2016), a adição do termo “on human Welfare” em *Impacts* que inclui a felicidade e o bem-estar humano, e a incorporação do termo “as management Measures”. Cada elemento possui a seguinte definição, nomeadamente:

- **Drivers (Motivações):** referem-se a necessidades humanas básicas (Elliott et al., 2017), com base na estrutura hierárquica de cinco níveis de Maslow (1943). No nível mais baixo, encontram-se as necessidades básicas, nível 1 – necessidades biológicas e fisiológicas (e.g. oxigénio, comida, água potável) e nível 2 – necessidades de

segurança (e.g. proteção contra agentes externos); no nível intermédio as necessidades psicológicas, nível 3 – necessidades de amor e pertencimento (e.g. amizade, intimidade, confiança, aceitação) e nível 4 – necessidades de estima (e.g. realização, independência, auto-respeito); no nível superior encontram-se as necessidades de crescimento, nível 5 – auto-realização (e.g. potencial pessoal, crescimento emocional, experiência satisfatória) (Maslow, 1943; Elliott & O'Higgins, 2020). Turner e Schaafsma (2015) indicam que muitas destas necessidades dependem diretamente dos ecossistemas (necessidades básicas) e do fornecimento dos serviços ecossistémicos, bens e benefícios sociais (necessidades psicológicas e auto-realização).

- **Activities (Atividades):** são tudo aquilo que a humanidade faz nos oceanos para obter as necessidades básicas; essas atividades podem ser separadas em 15 setores marinhos (aquacultura, extração de recursos vivos e recursos não vivos, energia renovável e não renovável – nuclear e combustível fóssil, transporte e navegação marítima, dragagem náutica, infraestruturas costeiras, indústria terrestre, agricultura, turismo/recreação, investigação e educação, militar, captura e armazenamento de carbono) (Elliott et al., 2017).
- **Pressures (Pressões):** são mecanismos de mudança que resultam das atividades, que podem resultar numa ou mais pressões, primeiramente no estado natural (*State changes*) e posteriormente no sistema social (*Impacts on Human Welfare*) (Elliott et al., 2017). As pressões que afetam uma determinada área no mar podem ser separadas em Pressões Exógenas Não Geridas (PExNG), que provêm fora da área e a sua gestão trata apenas das consequências; e as Pressões Endógenas Geridas (PEnG), que advêm da área de gestão e portanto as causas e consequências precisam e podem ser geridas (Elliott, 2011; Elliott & O'Higgins, 2020).
- **State changes (Mudanças das condições ambientais):** são as mudanças que ocorrem no sistema natural devido a pressões únicas ou múltiplas, particularmente alterações nas variáveis físico-químicas e na saúde de todos os níveis de organização biológica (sistema celular, indivíduos, populações, comunidades e ecossistemas). Essas alterações podem referir-se às características estruturais ou funcionais (Elliott et al., 2017; Elliott & O'Higgins, 2020).
- **Impacts (on human Welfare) (Impactes (no Bem-estar da sociedade):** são o reflexo das alterações positivas ou negativas no sistema natural físico-químico e ecológico derivado das Atividades e Pressões humanas, que têm consequências no fornecimento de bens e benefícios sociais para o Bem-estar da sociedade (Turner et

al., 2015). Adicionalmente, o resultado das Atividades e Pressões humanas reflete quaisquer alterações adversas que afetam o Crescimento Azul (Elliott & O'Higgins, 2020).

- **Responses (as Measures) (Respostas (como Medidas))**: são as Respostas de gestão necessárias para superar os efeitos adversos nos sistemas naturais (Mudanças das condições ambientais) e sociais (Impactes no Bem-estar da sociedade), que resultam das Motivações, das Atividades e Pressões, que devem incluir Medidas de gestão. As Medidas de gestão podem ser direcionadas para qualquer elemento da estrutura do ecossistema. Medidas de prevenção, mitigação, compensação, adaptação, restauração e remoção são algumas das possíveis Respostas (Elliott et al., 2007; Elliott & O'Higgins, 2020). Para as Medidas serem bem sucedidas e sustentáveis devem ter em atenção os seguintes princípios: ecologicamente sustentáveis, economicamente viáveis, tecnologicamente exequíveis, socialmente desejáveis/toleráveis, administrativamente exequíveis, legalmente admissíveis, politicamente convenientes, eticamente defensáveis (moralmente corretas), culturalmente inclusivas, efetivamente comunicadas (Elliott, 2013).

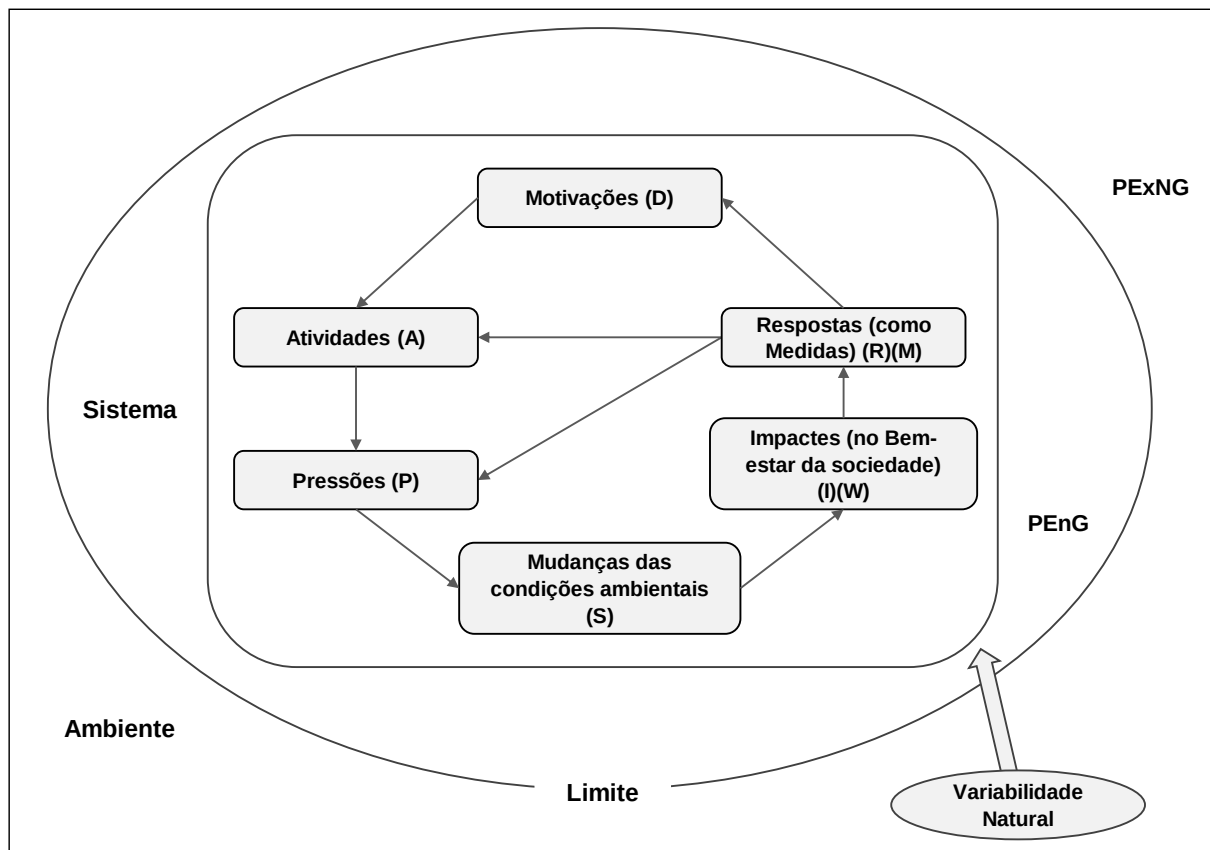


Fig. 1 – Esquema da abordagem DAPSI(W)R(M). PExNG, Pressões Exógenas Não Geridas; PEnG, Pressões Endógenas (adaptado de Elliott et al., 2017).

1.3 ALCANÇAR O ESTADO AMBIENTAL DOS ECOSISTEMAS MARINHOS

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM, 1982) é uma legislação que tem como objetivo a proteção e o melhoramento dos ecossistemas marinhos. Na Europa, existem duas diretivas principais focadas na proteção e conservação de ecossistemas marinhos: a Diretiva-Quadro Água (DQA, 2000/60/CE; Comissão Europeia, 2000) – que abrange as águas superficiais de transição e costeiras até 1 milha náutica da linha de base continental; e a Diretiva-Quadro Estratégia Marinha (DQEM, 2008/56/CE; Comissão Europeia, 2008) – que abrange as águas marinhas até ao limite da Zona Económica Exclusiva (ZEE) e da plataforma continental.

A DQEM visa, através das medidas e de monitoramento realizados pelos Estados-Membros da UE, alcançar o Bom Estado Ambiental (BEA) (do inglês *Good Environmental Status* [GES]) das águas, *habitats* e recursos marinhos das águas europeias até 2020 (Comissão Europeia, 2008), com base na AE (Borja et al., 2013b). BEA é definido pela DQEM como “o estado ambiental das águas marinhas, que fornecem oceanos e mares ecologicamente diversos e dinâmicos, intrinsecamente limpos, saudáveis e produtivos, e o uso do ambiente marinho a um nível sustentável, salvaguardando assim o potencial para usos e atividades pelas gerações atuais e futuras” (Comissão Europeia, 2008).

De acordo com a DQEM, o estado ambiental é definido por 11 descritores (D1 – Diversidade biológica; D2 – Espécies indígenas; D3 – Peixe e marisco explorados; D4 – Cadeias tróficas marinhas; D5 – Eutrofização induzida por humanos; D6 – Integridade do fundo do mar; D7 – Alteração das condições hidrográficas; D8 – Concentração de contaminantes; D9 – Contaminantes no pescado e outros alimentos provenientes do mar; D10 – Lixo marinho; D11 – Energia e barulho debaixo de água), e apresenta um conjunto de 29 critérios associados e 56 indicadores (Comissão Europeia, 2008, 2010). Os indicadores de uma maneira geral têm em consideração não só a estrutura, mas também a função e processos dos ecossistemas marinhos, sendo esses biológicos, físico-químicos e de pressão, pois para aplicar uma AE é necessário incluir componentes bióticos e abióticos, e componentes sociais (Borja et al., 2016b).

1.3.1 Modelos e ferramentas

Ecosystem Health Assessment Tool (HOLAS; HELCOM, 2010), *Ocean Health Index* (OHI; Halpern et al., 2012), *Marine Biodiversity Assessment Tool* (MARMONI; Martin et al., 2015) e *Nested Environmental status Assessment Tool* (NEAT; Borja et al., 2016b), são alguns

exemplos de métodos e ferramentas para a avaliação do BEA, com vantagens e desvantagens, e diferentes avaliações nesta temática (Borja et al., 2016b).

Em 2012, foi iniciado o Projeto Europeu DEVOTES (*DEvelopment Of innovative Tools for understading marine biodiversity and assessing GES*; <http://www.devotes-project.eu/>) para facilitar a implementação da DQEM. Este projeto teve como principais objetivos (i) melhorar a compreensão dos impactes cumulativos das atividades humanas na biodiversidade marinha e das alterações associadas ao clima, de maneira a identificar as barreiras socioeconómicas e legislativas, e o que impede de atingir o BEA; (ii) testar os indicadores que estão em uso (Comissão Europeia, 2010) e desenvolver novas opções de avaliação de alguns descritores, principalmente relativos à biodiversidade (D1, D2, D4 e D6) a vários níveis ecológicos; (iii) desenvolver, testar e validar ferramentas inovadoras integrativas e monitoramento de baixo custo para melhorar a compreensão das mudanças nos ecossistemas, quer a nível temporal quer espacial, associado aos impactes humanos; (iv) propor medidas de uma gestão adaptativa e ferramentas que avaliam de forma holística o estado ambiental (Borja et al., 2016a).

1.3.1.1 Descrição do NEAT

A ferramenta NEAT foi desenvolvida pelo Projeto DEVOTES e pode ser descarregada gratuitamente (disponível em: <http://www.devotes-project.eu/neat/>). Este software foi desenvolvido para avaliar o estado ambiental das águas marinhas no âmbito da DQEM (Comissão Europeia, 2008), e suportar algumas das deficiências das atuais ferramentas integradas de avaliação (Borja et al., 2016a, 2016b).

O NEAT foi baseado em ferramentas anteriores (Andersen et al., 2014) e concebido segundo a AE (Tett et al., 2013), considerando todos os componentes do ecossistema na avaliação. Tem uma flexibilidade notável, uma vez foi desenhado de maneira a poder ser aplicado em diferentes áreas geográficas, dentro e fora da Europa, com condições climáticas e escalas bastante distintas (Uusitalo et al., 2016; Nemati et al., 2017, 2018; Borja et al., 2019; Pavlidou et al., 2019). E, inclusive tem a capacidade de permitir que os gestores ambientais tirem informações e tomem decisões informadas sobre o uso sustentável dos recursos marinhos e de uma gestão/restauração adequadas dos sistemas que se encontram impactados (Borja et al., 2016a).

A ferramenta NEAT tem vários fundamentos, nomeadamente:

- **ponderação e hierarquia:** a particularidade de dividir várias SAUs (*Spatial Assessment Units* – Unidades de Avaliação Espacial) agrupadas para definir uma

hierarquia, o que permite aumentar a precisão da avaliação BEA (Borja et al., 2016a). Esta abordagem baseia-se numa estrutura hierárquica dos ecossistemas marinhos e dos organismos que habitam diferentes compartimentos dessa estrutura, evitando assim a dominância de certos indicadores, *habitats* ou SAUs. Desta maneira, possibilita aos utilizadores interrogarem-se à cerca dos resultados em relação às razões de sucesso ou insucesso na obtenção de BEA (Borja et al., 2016a; Pavlidou et al., 2019). Assim, é de extrema importância não omitir dados, pois podem influenciar os resultados da avaliação;

- **indicadores:** integram a base da avaliação. A própria ferramenta inclui um catálogo de indicadores pré-definidos (H. Teixeira et al., 2016), porém é possível adicionar outros indicadores que sejam necessários/relevantes para a avaliação;
- **agregação:** calcula a média dos indicadores agregados ao nível do organismo para gerar uma representação mais uniforme dos grupos de organismos relevantes, de modo a não obter uma avaliação distorcida dos vários indicadores para o mesmo grupo de organismos, antes de agregar os *habitats* e as SAUs (Clark et al., 2011; Borja et al., 2016a). No final, todos os indicadores e respetivos valores de referência são normalizados numa escala de 0 a 1, independentemente da escala original;
- **valor NEAT:** o valor final da avaliação para as componentes ecossistémicas ou *habitats*, que se encontra numa escala que varia de 0 (estado Mau) a 1 (estado Excelente), definida com as seguintes classes de estado ambiental: ≤ 0 Mau $< 0,2$; $\leq 0,2$ Pobre $< 0,4$; $\leq 0,4$ Moderado $< 0,6$; $\leq 0,6$ Bom $< 0,8$; $\leq 0,8$ Excelente ≤ 1 . Cada classe é associada a uma cor, vermelho, laranja, amarelo, verde e azul, respetivamente. O valor $\geq 0,6$ representa o estado ambiental Bom, que é sempre considerado BEA;
- **confiança:** cada valor NEAT é acompanhado de um valor de confiança, que é uma estimativa quantitativa da confiança do resultado, a partir do erro padrão e de simulações Monte-Carlo, para compreender como se propaga este erro ao longo da avaliação.

1.3.2 Desafios

A identificação de lacunas de indicadores nos descritores relativos à biodiversidade (D1, D2, D4 e D6) da DQEM, conduziu ao desenvolvimento e avaliação de novos indicadores. Borja et al. (2016a), desenvolveram 16 novos indicadores e refinaram outros 13 (Berg et al., 2016),

que abrangem toda a gama de componentes ecológicos, e novos indicadores da cadeia alimentar focados nos produtores primários e secundários.

Embora seja importante definir o que se entende por BEA, existe o desafio de ter métodos e medidas eficazes para indicar quando foi alcançado (Borja et al., 2013a). O facto de existirem muitos indicadores acarreta dificuldades em conciliar o seu uso, especialmente entre os 11 descritores da DQEM. Por outro lado, os indicadores respondem de maneiras diferentes (em termos de tempo e espaço) e por isso, podem ser contraproducentes (Borja et al., 2013a). Consequentemente, Borja et al. (2013a) indicam a necessidade da combinação de limites de indicadores quantitativos e, sempre que estes não existam, é fundamental um parecer de especialistas (*expert judgment*) para integrar os requisitos das ciências naturais e sociais para uma boa implementação da DQEM.

1.4 ÁREAS MARINHAS PROTEGIDAS

No Primeiro Congresso Mundial de Parques Nacionais, em 1962, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (do inglês *International Union for Conservation of Nature*) apelou à necessidade da criação de áreas marinhas, costeiras e estuarinas na rede mundial de áreas protegidas, com o intuito de proteger os recursos marinhos contra a intervenção humana, que por vezes, tem sido excessiva e desadequada ao longo dos séculos (Kelleher, 1999; Klaus et al., 2003).

1.4.1 Conceito, categorias e tipos

De acordo com a IUCN (Dudley, 2008) uma área protegida é definida como: “*um espaço claramente geográfico, reconhecido, dedicado e gerido, através de meios legais ou outros, para alcançar a longo prazo a conservação da natureza com os serviços ecossistémicos e valores culturais associados*” (p. 8) e desenvolveu um conjunto de diretrizes que definem uma área protegida e categoriza-as em 6 diferentes tipos de gestão (um deles subdividido em duas partes), detalhados na **Tabela 1**; e 4 tipos de governação (governação por governo, compartilhada, privada e por povos indígenas e comunidades locais). Desta forma, as Áreas Protegidas podem assumir diferentes níveis de escala, dimensão e uma ampla gama de medidas e objetivos de proteção.

As Áreas Protegidas devem atender aos seguintes padrões: (i) foco na conservação, sendo a natureza a prioridade; (ii) metas e objetivos que reflitam esses valores; (iii) tamanho

adequado, localização e desenho que permitam os valores de conservação; (iv) limite definido e acordado; (v) plano de gestão ou equivalente, que aborda as necessidades de conservação dos principais valores do local e cumprimento das suas metas e objetivos socioeconómicos; (vi) recursos e capacidades de manutenção (Day et al., 2019). Para além disso, o principal objetivo deve aplicar-se a pelo menos 75% da área, ou a uma zona dentro da área protegida, e os restantes 25% aplicados a outros usos essenciais que vão de encontro com a definição de área protegida e a categoria de gestão a que se encontra atribuída (IUCN, 1980).

Tab. 1 – Categorias das Áreas Protegidas, adotadas pela IUCN (adaptado de Dudley, 2008).

Categoria IUCN		Definição + Objetivos
Ia	Reserva Natural Integral	Área estritamente protegida destinada a proteger a biodiversidade e também possivelmente características geológicas/geomorfológicas, onde a presença humana, usos e impactes são rigorosamente controlados e limitados. Podem servir como áreas de referência para estudos científicos e monitorização ambiental. <u>Objetivos</u>: Conservar os ecossistemas, espécies e/ou as características de geodiversidade a nível regional, nacional ou global.
Ib	Reserva Natural	Área grande com ou sem ligeiras modificações pela ação humana, que mantém o seu carácter e influência natural, protegida de maneira a preservar a sua condição natural. <u>Objetivos</u>: Proteger a integridade ecológica a longo prazo das áreas naturais, onde predominam as forças e os processos naturais para que as gerações atuais e futuras possam experienciar estas áreas.
II	Parque Nacional - Conservação e proteção costeira	Área natural extensa ou quase natural reservada a proteger a integridade ecológica a grande escala, para as gerações presentes e futuras e fornecer bases para que os visitantes possam fazer uso educativo, recreativo ou científico, de forma compatível com a conservação da natureza e dos bens culturais. <u>Objetivos</u>: Proteger a biodiversidade natural, a estrutura ecológica adjacente e suportar os processos ambientais. Promover a educação e recreação.
III	Monumento Natural	Área pequena que contem um ou mais monumentos naturais específicos de valor e importância natural ou cultural. <u>Objetivos</u>: Proteger as características naturais excecionais associadas à biodiversidade e <i>habitats</i>.

IV	Conservação por meios ativos de gestão	Área sujeita a medidas ativas de gestão e intervenção para proteger espécies e <i>habitats</i> específicos. Objetivos: Manter, conservar e restaurar a biodiversidade.
V	Paisagem Protegida	Paisagem onde a interação humana com a natureza ao longo do tempo produziu uma área de caráter distinto com grande valor ecológico, biológico, cultural e estético. Salvar a integridade dessa interação tradicional é vital para a proteção, manutenção e conservação da área. <u>Objetivos:</u> Proteger e sustentar paisagens marinhas importantes. Conservar a natureza e os seus valores associados criados pelas interações humanas através de práticas tradicionais de gestão.
VI	Área protegida para uso sustentável dos recursos	Área geralmente grande que contém predominantemente sistemas naturais, onde uma proporção está sob gestão sustentável dos recursos naturais. É gerida para garantir a proteção, manutenção e conservação dos ecossistemas e <i>habitats</i> a longo prazo, para satisfazer de maneira sustentável as necessidades socioeconómicas. <u>Objetivos:</u> Proteger os ecossistemas e usar de maneira sustentável os recursos naturais.

As Áreas Marinhas Protegidas (AMPs) são ferramentas fundamentais para a proteção, manutenção e restauração da integridade e funcionalidade dos ecossistemas marinhos. Salvaguardam a conservação da biodiversidade (ecossistemas, *habitats*, espécies, variabilidade genética) e o funcionamento dos seus serviços e valores associados às gerações presentes e futuras (Dudley, 2008; Russi et al., 2016). A chave para o seu sucesso social e ecológico depende do tipo de proteção, objetivos propostos, localização, desenho, planificação, implementação, monitorização, e gestão e governação eficientes, através da colaboração de diversos intervenientes e de boas decisões (IUCN-WCPA, 2007, 2008; Bennett & Dearden, 2014; Day et al., 2019).

Devido à sua importância para a conservação da biodiversidade, a CDB em 2010 estabeleceu o compromisso *Aichi 11*, que designa a proteção de pelo menos 10% das áreas costeiras e marinhas do mundo até 2020 (CDB, Aichi Target 11). Os níveis de proteção atuais indicam que aproximadamente apenas 2,2% são reservas marinhas, dos cerca de 7,44% de áreas costeiras e marinhas protegidas (IUCN, 2018).

1.4.2 Áreas Marinhas Protegidas a nível nacional

A nível europeu, Portugal tem a 3ª maior ZEE e a 20ª a nível mundial, com 1 660 456 km² (Ministério da Defesa Nacional, 2007; DGRM, 2018). No entanto, a sua situação em relação às AMPs é preocupante uma vez que estas apenas cobrem 0,2% das águas sob jurisdição nacional do mar territorial português, sendo apenas 0,002% reservas marinhas se incluirmos a totalidade da ZEE (áreas *no-take*) (Horta e Costa et al., 2019).

Em 1971, foi designada a primeira AMP em Portugal, a Reserva Natural das Ilhas Selvagens (Madeira) e só 10 anos mais tarde foi estabelecida a primeira AMP no Continente, a Reserva Natural da Berlenga e, em 1987, a Reserva Natural da Baía Maia, nos Açores.

Como consequência do reconhecimento global da importância dos oceanos, Portugal estabeleceu várias AMPs ao longo da última década e encontram-se classificadas 71 AMPs, a maioria encontra-se na região dos Açores, onde se listam 60, na região da Madeira 5 e no Continente 8, nomeadamente:

- Reserva Natural das Berlengas
- Parque Marinho Professor Luiz Saldanha
- Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina
- Parque Natural da Ria Formosa
- Parque Natural do Litoral Norte
- Reserva Natural das Dunas de São Jacinto
- Reserva Natural das Lagoas de Santo André e Sancha
- Área Marinha Protegida das Avenças

Para além das AMPs classificadas, existem outros locais de grande interesse ecológico estabelecidos pela Rede Natura 2000, Diretivas Aves (79/409/CEE) e Habitats (92/43/CEE) (Horta e Costa, 2017, 2019).

1.5 PARQUE NATURAL DO LITORAL NORTE

1.5.1 História do Parque Natural

Em 1987, a Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende foi criada, pelo Decreto-Lei n.º 357/87 de 17 de novembro, com o propósito de *“proteger e conservar o litoral do município de Esposende e os seus elementos naturais físicos, estéticos e paisagísticos; defender a orla costeira marítima nortenha de agressões diversas, desde loteamentos clandestinos ao*

urbanismo desordenado, passando pela extração descontrolada de areias dunares e pelo sacrifício de ecossistemas de rara importância; sustentar e corrigir os processos conducentes à destruição do património natural e dos recursos naturais, promovendo o uso ordenado do território e a sua utilização para fins recreativos” (Decreto Regulamentar, DR n.º 6/2005 de 21 de julho; Resolução do Conselho de Ministros, RCM n.º 175/2008 de 24 de novembro).

A Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende foi reclassificada, em 2005, seguindo os critérios estabelecidos no Decreto-Lei n.º 19/93 de 23 de janeiro, em Parque Natural pelo Decreto Regulamentar n.º 6/2005 de 21 de julho, passando a designar-se Parque Natural do Litoral Norte (PNLN), com alteração dos respetivos limites (DR n.º 6/2005 de 21 de julho).

A reclassificação da Área Protegida foi justificada pela necessidade de manter medidas de proteção, conservação e gestão, uma vez *“constituída essencialmente por um cordão dunar de praia arenosa e dunas primárias e secundárias de grande instabilidade e em risco de erosão, que apresenta um enquadramento ambiental, geológico e paisagístico verdadeiramente único, possuindo um dos mais elevados índices de biodiversidade do país. Igualmente, defender um importante conjunto de valores naturais e paisagísticos, prevenindo os riscos associados a pressões urbanísticas sobre uma zona que constitui um notável património nacional e europeu; e, em virtude de o PNLN abranger parcialmente o Sítio de Importância Comunitária (SIC) PTCON0017 – Litoral Norte, pertencente à região biogeográfica atlântica* (DR n.º 6/2005 de 21 de julho; RCM n.º 175/2008 de 24 de novembro).

Alinhado com a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030 (RCM n.º 55/2018 de 7 de maio), a 3 de setembro de 2020 decorreu a adesão do PNLN ao modelo de cogestão de áreas protegidas, em conformidade com o Decreto-Lei n.º 116/2019 de 21 de agosto. Este decreto tem como objetivos *“criar uma dinâmica partilhada de valorização da área protegida, tendo por base a sua sustentabilidade nas dimensões política, social, económica, ecológica, territorial e cultural; estabelecer procedimentos concertados, que visem um melhor desempenho na salvaguarda dos valores naturais e na resposta às solicitações da sociedade; e gerar uma relação de maior proximidade aos cidadãos e às entidades relevantes para a promoção do desenvolvimento sustentável da área protegida*” (Decreto-Lei n.º 116/2019 de 21 de agosto, capítulo II, artigo 5.º). A composição da comissão da cogestão do PNLN integra o presidente da Câmara Municipal de Esposende (CME), a Direção Regional da Conservação da Natureza e Florestas do Norte (DGCNFN), representantes da Universidade do Minho, da Confederação Portuguesa das Associações de Defesa do Ambiente (CPADA), da Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte (DRAPN) e da empresa municipal Esposende Ambiente (EAmb) (Despacho n.º 3023/2021 de 19 de março). A cogestão do PNLN é uma estratégia vantajosa, uma vez que agrega várias entidades na defesa e valorização da natureza e do desenvolvimento sustentável, através do

equilíbrio entre os valores da conservação da natureza e as potencialidades desta área protegida, nomeadamente o turismo, a agricultura, e a pesca numa estratégia de valorização do território (Município Esposende, 2016). Desta forma, a adesão a este modelo de governação por parte do Município de Esposende, tem em consideração o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) (Esposende Ambiente, 2021).

A população de Esposende deteve sempre um elo de ligação importante com o mar, através da pesca artesanal, da agricultura (apanha do sargaço e campos de masseiras) e do urbanismo das zonas costeiras. No entanto, estas atividades tradicionais e a crescente procura turística e urbanística têm de ser integradas numa relação com o meio natural, sendo este último de preocupação prioritária. Numa perspetiva de compatibilização entre a conservação do meio natural e a melhoria de vida da população local (ICNF, s.d.).

1.5.2 Propósitos do Parque Natural do Litoral Norte (PNLN)

Os objetivos específicos do PNLN, de acordo com o Decreto-Lei n.º 19/93 de 23 de janeiro, artigo 3.º são:

- a) “Promover a conservação dos recursos naturais existentes na região, principalmente o sistema dunar, mediante a adoção de medidas de proteção, que salvaguardem o património biológico, geológico e paisagístico;
- b) Promover a gestão e a valorização dos recursos naturais, possibilitando a manutenção dos sistemas ecológicos essenciais e os suportes de vida, garantindo a sua utilização sustentável, a preservação da biodiversidade e a recuperação dos recursos depauperados ou sobreexplorados;
- c) Salvar o património arquitetónico, histórico ou tradicional da região, bem como promover uma arquitetura integrada na paisagem;
- d) Promover o estudo científico dos valores patrimoniais existentes e a sua divulgação através de medidas de informação, interpretação e educação ambiental;
- e) Contribuir para a ordenação e disciplina das atividades urbanísticas, recreativas e turísticas de forma a evitar a degradação dos valores naturais, seminaturais e paisagísticos, estéticos e culturais da região;
- f) Promover o desenvolvimento sustentável da região e bem-estar das populações.”

1.5.3 Zonamento

A Área Terrestre e a Área Marinha e Estuarina, são as principais áreas do PNLN, e para cada uma delas estão estabelecidos regimes de salvaguarda dos recursos e valores naturais, e fixados os usos e regime de gestão com o objetivo de *“garantir a conservação da natureza e da biodiversidade, a manutenção e a valorização da paisagem, a melhoria da qualidade de vida e o desenvolvimento económico das populações aí presentes”*, estabelecidos em 2008, pelo Plano de Ordenamento do Parque Natural do Litoral Norte (POPNLN) (RCM n.º 175/2008 de 24 de novembro, título I, artigo 2.º).

Deste modo, o POPNLN estabelece ações e atividades para promover cada uma dessas áreas. Para a Área Marinha, especificamente, as ações consideradas são: a conservação da biodiversidade marinha; a recuperação das populações de espécies exploradas comercialmente; a investigação científica aplicada à conservação da natureza e à gestão dos recursos vivos marinhos; a informação, a sensibilização e a educação ambientais; a adaptação progressiva das normas gerais de emissão de efluentes à capacidade do meio recetor característico; e a promoção do turismo de natureza na ótica do desenvolvimento sustentável.

É fundamental a definição de diferentes zonas de proteção para a gestão de qualquer área protegida. Assim, o Parque Marinho encontra-se sujeito a diferentes níveis de proteção - proteção parcial do tipo I e do tipo II - definidos com base na importância dos valores biofísicos e na sua sensibilidade ecológica (**Tabela 2**).

Tab. 2 – Diferenças entre a proteção parcial do tipo I e do tipo II, na área marinha do PNLN (adaptado de RCM n.º 175/2008 de 24 de novembro).

Proteção	Parcial do tipo I	Parcial do tipo II
Áreas	Áreas de recifes e respetiva proteção	Áreas marinhas não assinaladas como recife
Objetivos	Promoção, recuperação e manutenção dos valores naturais e paisagísticos excecionais, que apresentam sensibilidade ecológica moderada, para garantir a conservação da natureza e da biodiversidade.	Criação de áreas de transição e amortecimento, para proteção das áreas de proteção tipo I; Implementação de medidas de gestão para a promoção do uso sustentável dos recursos; Valorização das atividades tradicionais.

O POPNLN, regula as atividades que se podem executar nos diferentes níveis de proteção do PNLN, sendo apresentados os atos e atividades que são permitidos, interditos e que se encontram condicionados a uma autorização prévia pelo Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, I.P. (ICNF), na **Tabela 3**.

Para além das atividades referidas, estão ainda totalmente interditas no PNLN as seguintes: recolha de amostras geológicas; extração de substratos de fundos marinhos e construção de esporões; deposição de resíduos sólidos e inertes de escavação; instalação de portos e marinas; descarga de águas residuais não tratadas (industriais e domésticas); utilização de quaisquer substâncias tóxicas ou poluentes ou de explosivos; e sobrevoo por meios aéreos de desporto e recreio fora dos canais de atravessamento autorizados (RCM n.º 175/2008 de 24 de novembro).

Tab. 3 – Atos e atividades permitidos, condicionados e interditos na área marinha do PNLN (adaptado de RCM n.º 175/2008 de 24 de novembro).

Atos e atividades	Proteção parcial I	Proteção parcial II
Realização de trabalhos de investigação científica e monitorização, de ações de conservação da natureza ou de recuperação ambiental		
Pesca lúdica em todas as suas modalidades		
Pesca comercial por embarcações de pesca do largo ¹ e por embarcações de pesca costeira ²		
Realização de dragagens		
Deposição de dragados		
Introdução, repovoamento ou detenção em cativeiro de quaisquer espécies não indígenas da fauna e flora marinhas		
Captura de qualquer organismo marinho com o auxílio de escafandro autónomo ou outro meio auxiliar de respiração e a pesca submarina		
Captura de invertebrados com recurso à utilização de armadilhas sem escapatória para juvenis		
Criação de culturas marinhas de qualquer espécie da flora ou da fauna		
Sobrevoo de aeronaves com motor abaixo de 1000 pés		
Circulação de motos de água ou similares		
Realização de competições desportivas utilizando embarcações com motor, motos de água ou similares		
Realização de concursos de pesca		
Realização de exercícios militares e de proteção civil		

Legenda:



Permitido



Não permitido



Condicionado, ficam sujeitos a autorização prévia do ICNF

¹ Embarcações com capacidade de arqueação superior a 100 GT e autonomia mínima de 15 dias que operam para além das 12 milhas náuticas (DGRM, 2018).

² Embarcações de maiores dimensões (comprimento de fora-a-fora superior a 9 m e igual ou inferior a 33 m) e autonomia estabelecida de acordo com a área de operação fixada por embarcação. A potência do motor propulsor permitida é igual ou superior a 26 kW (35 cv.) (DGRM, 2018).

1.6 ÂMBITO E OBJETIVOS

O Parque Natural do Litoral Norte, compreendido nos limites do concelho de Esposende, no norte de Portugal, representa o caso de estudo para esta dissertação, que está inserida no âmbito da participação do Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR) no projeto OMARE – Observatório Marinho de Esposende (POSEUR-03-2215-FC-00045; <http://www.omare.pt/pt>).

O Polis Litoral Norte (Sousa Pinto et al., 2012) foi o primeiro grande estudo sobre a caracterização da atividade pesqueira e os seus impactos nos recursos e comunidades marinhas do Litoral Norte. Para além deste, houve outros estudos pontuais sobre os padrões de variação de espécies intertidais de interesse comercial (Bertocci et al., 2012) e a variação da comunidade de macroalgas (Melo, 2018) nesta AMP. Recentemente, o projeto OMARE veio promover a investigação científica aplicada à conservação da natureza e gestão dos recursos vivos marinhos, a sensibilização e educação ambiental do PNLN. A participação do CIIMAR no projeto OMARE, resultou num aumento do conhecimento científico das comunidades que habitam a zona marinha do PNLN e as suas dinâmicas espaço-temporais, para além de sistematizar informação referente às atividades económicas e potenciais impactos nos ecossistemas do PNLN (Arenas et al., 2020).

Assim, este trabalho, inserido na participação do CIIMAR no projeto OMARE, teve como principal objetivo a caracterização das atividades e pressões antrópicas e a avaliação do estado ambiental do PNLN, especificamente:

- Identificar as principais atividades antrópicas, pressões, mudanças das condições ambientais e impactos, que ocorrem a nível local e regional (dentro e fora do PNLN, respetivamente) e a nível global, de modo a perceber quais as principais ameaças a que os ecossistemas do PNLN estão sujeitos;
- Caracterizar atividades recreativas em quatro praias do PNLN, nomeadamente visitantes, desportistas náuticos, apanhadores e pesca lúdica (embarcada e apeada);
- Avaliar o estado ambiental da biodiversidade e *habitats* marinhos do PNLN através da ferramenta NEAT (Borja et al., 2016b);
- Testar a aplicabilidade da ferramenta NEAT para diferentes componentes ecossistémicas.

Este estudo irá fornecer informações relevantes, que servirão de suporte científico às entidades responsáveis pela gestão desta área protegida, nomeadamente o ICNF e a CME, que podem ajudar a avaliar a eficiência do plano de gestão do PNLN e também na tomada

de decisões, nomeadamente a definição de medidas e instrumentos adicionais de gestão e/ou recuperação ambiental.

CAPÍTULO 2 — METODOLOGIA

2 — METODOLOGIA

2.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

De modo a atingir os objetivos propostos neste estudo, a abordagem metodológica compreendeu uma pesquisa bibliográfica para avaliar as atividades e pressões antrópicas a que os ecossistemas do PNLN estão sujeitos e a utilização da ferramenta NEAT – *Nested Environmental status Assessment Tool* (Borja et al., 2016b) para a avaliação do estado ambiental do PNLN.

Em particular, para avaliar as pressões e atividades a que os ecossistemas do PNLN estão sujeitos, foram recolhidos dados bibliográficos através de pesquisa bibliográfica e ainda, recorrendo a censos visuais em quatro praias do Parque (Praia da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia), de maneira a complementar a avaliação do estado ambiental da área marinha protegida costeira. E, para avaliar o estado ambiental do PNLN focado na biodiversidade e *habitats* marinhos, foi utilizada a ferramenta NEAT, utilizando dados ecológicos recolhidos no âmbito do projeto OMARE – Observatório Marinho de Esposende, Ação 2 | Inventariação, monitorização, cartografia e gestão da biodiversidade marinha (Arenas et al., 2020), para as componentes ecossistémicas macroalgas, macroinvertebrados, peixes, fitoplâncton, ictioplâncton e parâmetros físico-químicos da coluna de água pelágica e, para as componentes ecossistémicas metais e PAHs (*Polycyclic Aromatic Hydrocarbon* – Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos), dados fornecidos pelo projeto europeu NetTAG – *Tagging Fishing gears and enhancing on board best practices to promote waste free fisheries* (Almeida et al., 2019) (www.nettag.ciimar.up.pt).

Previamente à metodologia detalhada, encontra-se um esquema simplificado da abordagem metodológica, fornecendo uma visão geral do trabalho na **Figura 2**.



Fig. 2 – Esquema da metodologia adotada.

2.2 ÁREA DE ESTUDO

Os limites do PNLN coincidem com o limite do concelho de Esposende (41°36'42"N, 8°48'40"W; 41°28'17"N, 8°46'31"W), que se situa na região litoral do Norte de Portugal (**Figura 3**). O PNLN estende-se ao longo da costa, desde a foz do rio Neiva até à zona da Apúlia, numa extensão de 18 km, correspondendo a uma área total de 8 887 ha – área marinha (7 653 ha) e área terrestre (1 237 ha). Este é cogerido por seis elementos, o presidente da CME, a DRCNFN e representantes da Universidade do Minho, da CPAPA, da DRAPN e da empresa municipal EAmb (Despacho n.º 3023/2021 de 19 de março).

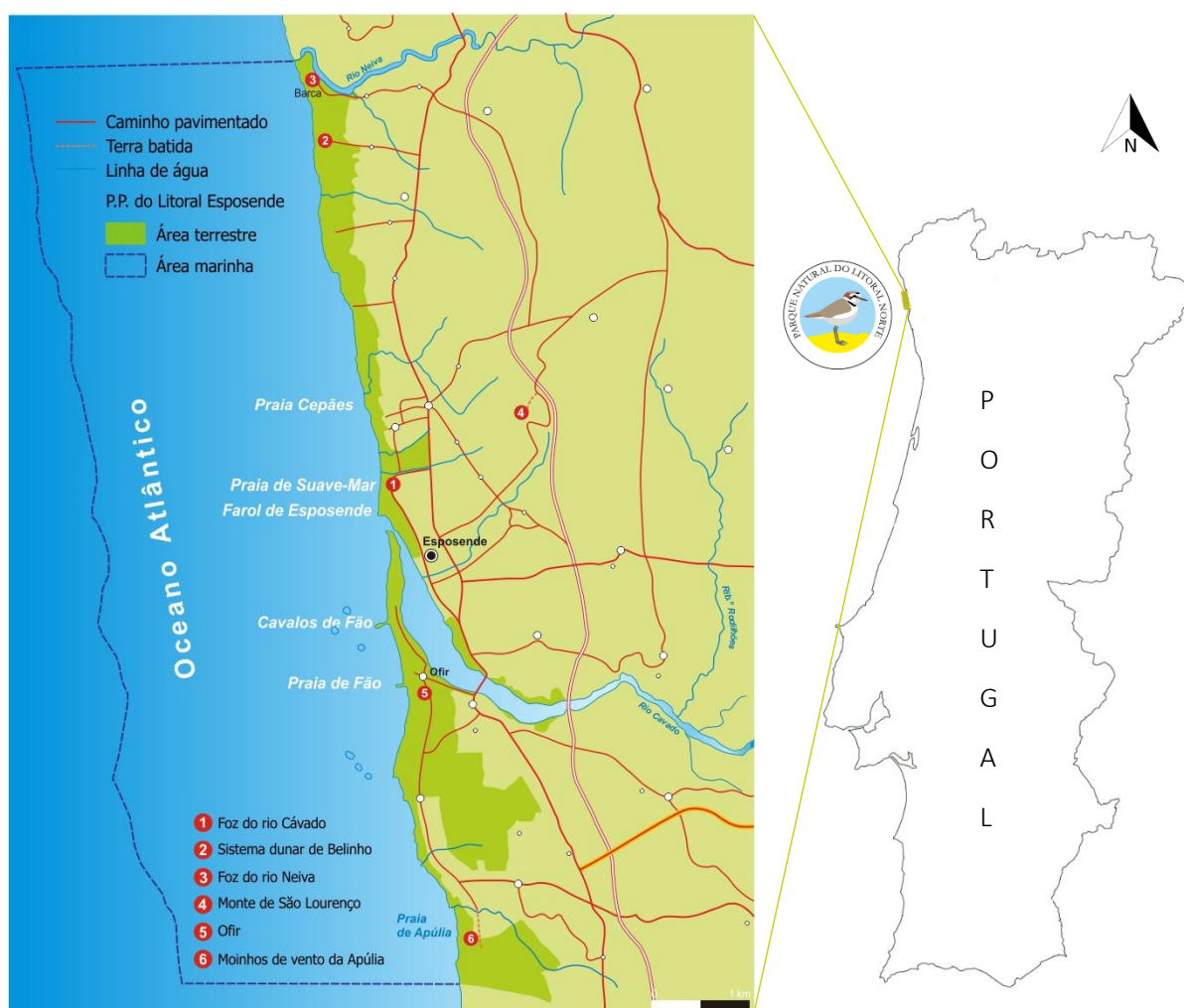


Fig. 3 – Localização do Parque Natural do Litoral Norte (adaptado de ICNF, s.d.).

O Parque Natural apresenta um enquadramento ambiental, geológico e paisagístico único, devido às suas características geomorfológicas e biogeográficas. Apresenta uma paisagem essencialmente granítica e ao longo da zona costeira pode encontrar-se alguma diversidade de unidades geomorfológicas (Carvalho & Granja, 1997). É constituído principalmente por um

cordão de praias e pelos estuários dos rios Cávado e Neiva, aos quais se associam recifes, um sistema dunar composto por dunas primárias e secundárias, lagunas costeiras e um caniçal, manchas de pinhal e carvalhal, e campos agrícolas, o que permitem uma diversidade de fauna e flora de elevada importância (DR n.º 6/2005 de 21 de julho). Toda esta variedade de *habitats* suporta um dos maiores índices de biodiversidade do país, que importam valorizar e conservar (DR n.º 6/2005 de 21 de julho).

A área marinha do parque estende-se nas primeiras 2,5 milhas marítimas, com profundidades até 50 m, caracterizada por um substrato rochoso com afloramentos, como os Cavalos de Fão e Pena. É também caracterizada por recifes, florestas de laminárias e pela rica fauna de espongiários e cnidários, e ainda pela elevada biodiversidade de espécies piscícolas (ICNF, s.d.).

2.3 RECOLHA DE DADOS

A recolha de dados necessários para avaliar o estado ambiental e também a gestão do PNLN compreendeu duas componentes distintas:

- **Atividades e usos:** relativa à identificação e caracterização das atividades e pressões antrópicas no PNLN. A recolha destes dados foram obtidos no âmbito desta dissertação;
- **Componente ecológica:** referente a dados de inventariação e monitorização de espécies e *habitats* marinhos. Dado que a presente dissertação se encontra inserida no projeto OMARE, utilizaram-se os dados recolhidos pela equipa CIIMAR do OMARE, nomeadamente macroalgas, macroinvertebrados e peixes, presentes nos *habitats* intertidal (rochoso e arenoso) e no subtidal (rochoso e arenoso), e ainda fitoplâncton, ictioplâncton e parâmetros físico-químicos presentes na coluna de água pelágica.

2.3.1 Atividades e usos

De maneira a caracterizar as atividades de origem humana dentro dos limites do PNLN e, também fora, a nível regional e global, e as suas pressões e possíveis impactes nos sistemas biológicos, realizou-se uma pesquisa bibliográfica exaustiva. Com a informação recolhida construiu-se uma tabela com base na abordagem DAPSI(W)R(M) (Elliott et al., 2017).

Relativamente à metodologia de amostragem da utilização das praias pelos diferentes utilizadores (visitantes, pescadores lúdicos, apanhadores e desportistas náuticos), esta sucedeu-se na época alta nos dias 22 e 29 de agosto de 2019, e na época baixa nos dias 28 de novembro de 2019 e 22 de janeiro de 2020, através de censos visuais em quatro praias, distribuídas ao longo da extensão do PNLN, na zona norte, centro e sul (**Figura 4**). Deste modo, foram selecionadas duas praias de substrato rochoso, a praia da Carruagem e de Belinho (zona norte), e duas praias de substrato arenoso, a praia de Suave Mar (zona centro) e da Apúlia (zona sul) (**Figuras 5**).

Recorreu-se a esta metodologia para caraterizar as atividades recreativas e estimar o número total de utilizadores e a sua densidade por m², a uma escala temporal (épocas alta e baixa) e espacial (quatro praias), para perceber as pressões exercidas de origem antrópica, nomeadamente o turismo e a pesca lúdica na biodiversidade do PNLN.

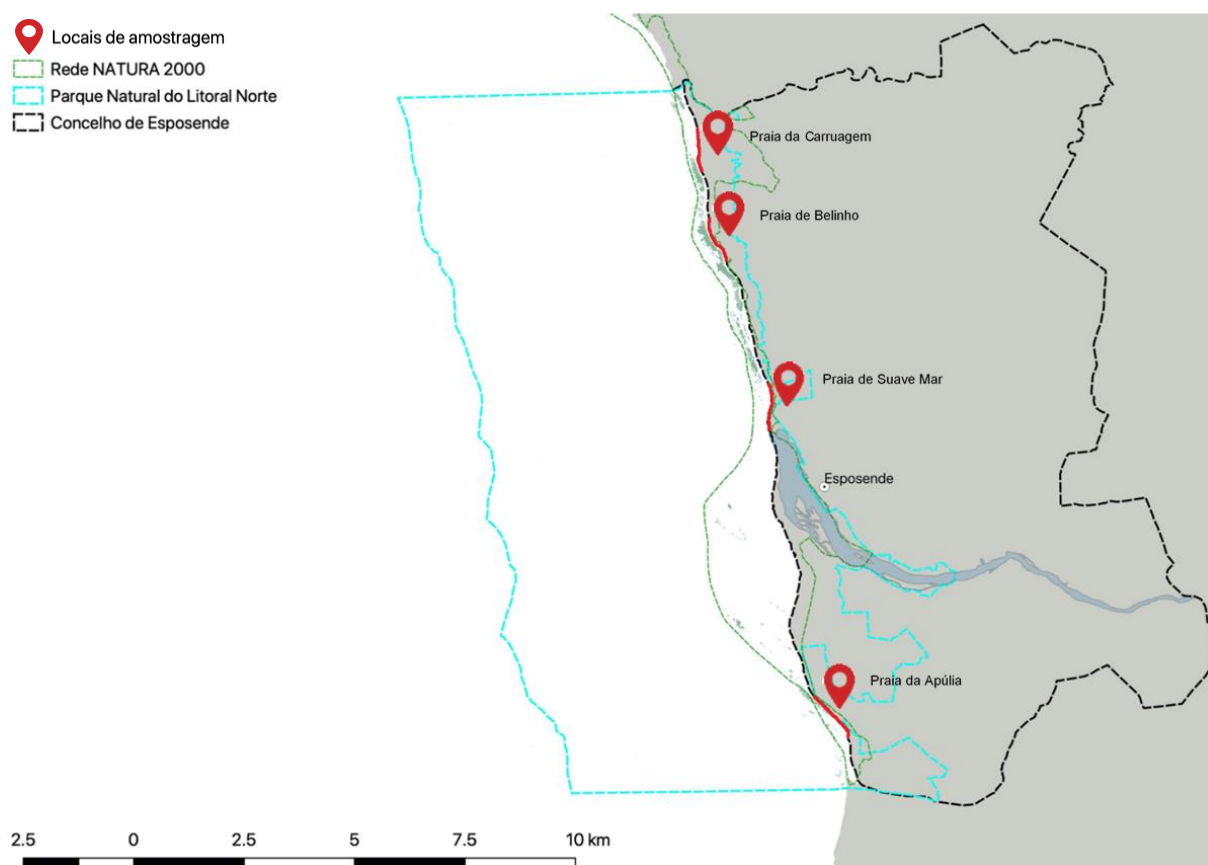


Fig. 4 – Localização das quatro praias amostradas nas zonas norte, centro e sul do PNLN (adaptado de Ferreira et al., 2019).

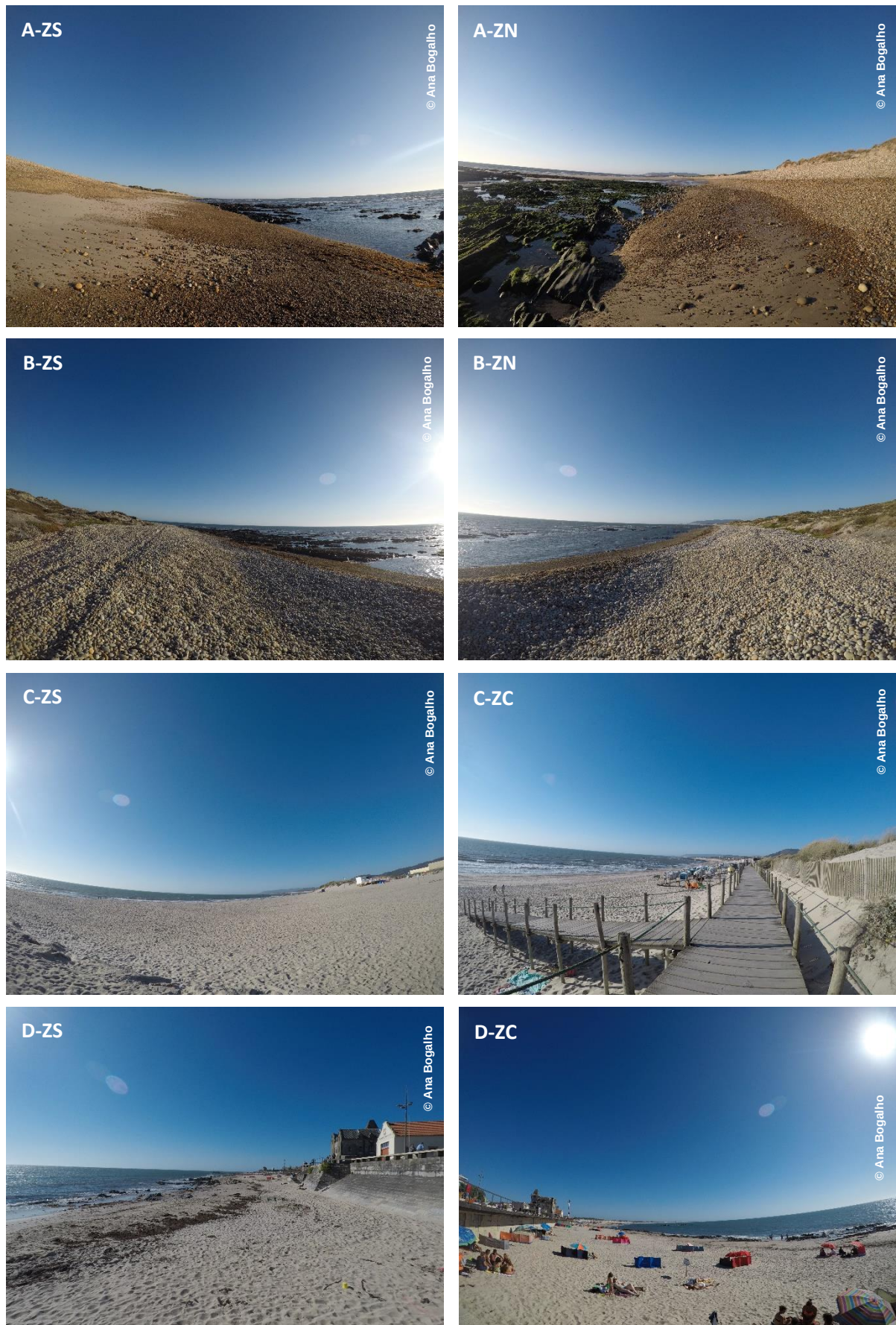


Fig. 5 – Praia da Carruagem (A), de Belinho (B), de Suave Mar (C) e da Apúlia (D) (ZS–Zona Sul, ZC–Zona Centro, ZN–Zona Norte, de cada praia) (Fotografias obtidas a 29 de agosto de 2020).

Foram executadas duas campanhas de amostragem, uma campanha de época alta (balnear) e outra de época baixa, que consistiu em duas amostragens em dois dias por cada praia, selecionados de forma aleatória, totalizando dezasseis amostragens. Estas foram realizadas durante a baixa-mar, sem horas definidas, durante aproximadamente 30 minutos a 1 hora, ao longo de cada praia. Para além disso, foram feitas observações relativas às condições atmosféricas e à vigilância das praias (bandeiras de sinalização do estado do mar e respetiva cor (verde, amarela, vermelha), que podem ser encontradas no **Anexo 1**.

A contabilização dos utilizadores nas quatro praias foi executada através de censos visuais, ao longo de transectos lineares. Para uma melhor contabilização, definiram-se duas categorias principais de utilizadores, nomeadamente pescadores lúdicos (apanhadores, pescadores embarcados e apeados) e turistas (visitantes e desportistas náuticos). Os censos visuais foram realizados paralelamente à linha de costa, de três maneiras diferentes: apenas um transecto ao longo de toda a extensão da praia – nos dias com abundância baixa a nula (particularmente na época baixa e nas praias com menor utilização); três transectos (norte, centro, sul) de 250 m x 30 m, com intervalos de 100 m – nos dias com abundância moderada; três transectos (norte, centro, sul) de 100 m x 30 m, com intervalos de 250 m – nos dias com abundância de utilizadores elevada. Mais detalhadamente:

- Na praia da Carruagem (**Figura 6**), em ambas as campanhas foram percorridas a extensão total da praia, ou seja, apenas um transecto;
- Na praia de Belinho (**Figura 7**), na campanha de época alta uma das amostragens foi percorrida a extensão total e na outra, foi utilizado o método dos três transectos de 250 m x 30 m; na campanha de época baixa, nas duas amostragens foram realizadas o percurso total.
- Na praia de Suave Mar (**Figura 8**), na campanha de amostragem de época alta foram realizados para um dos dias o transecto único e para o outro dia, o de três transectos de 100 m x 30 m; na campanha de amostragem de época baixa foram realizados para um dos dias o transecto único e para o outro dia, o de três transectos de 250 m x 30 m;
- Na praia da Apúlia (**Figura 9**), para ambas as campanhas de amostragem foram realizadas para um dos dias os transectos de 100 m x 30 m e para o outro dia os transectos de 250 m x 30 m;

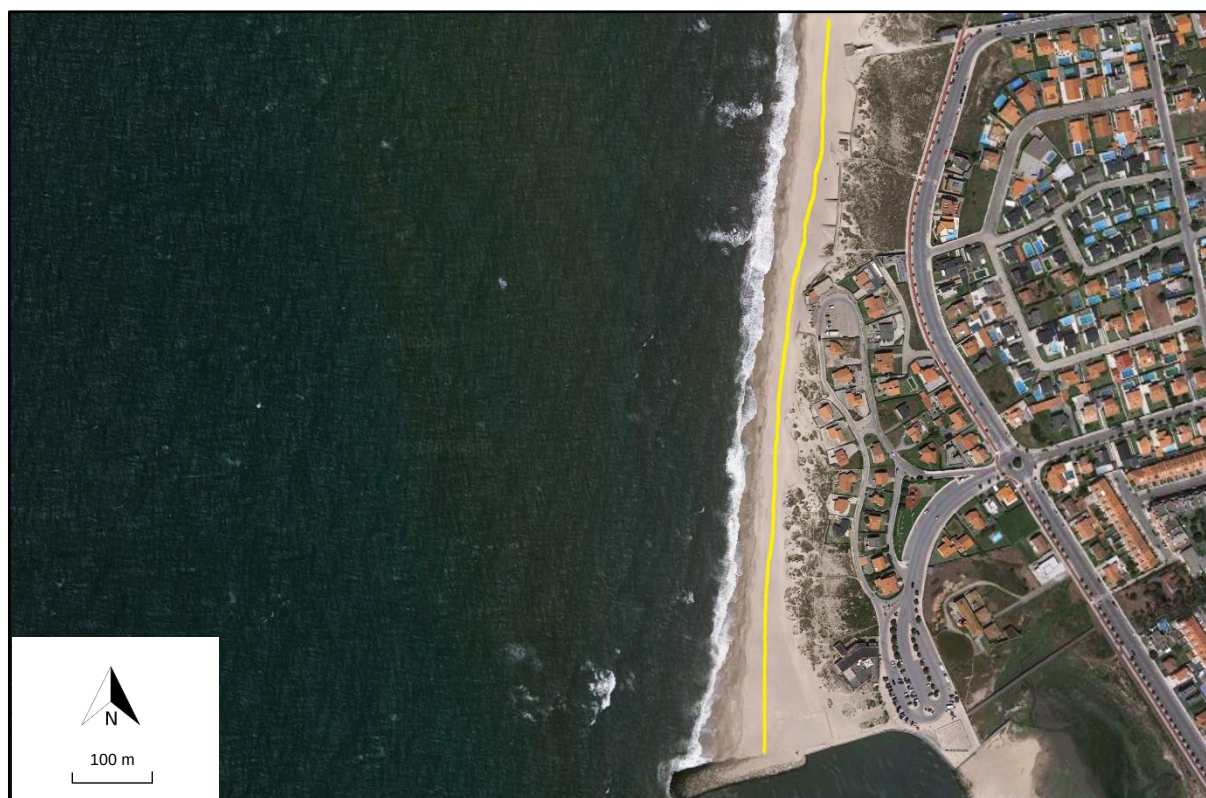
Devido à elevada afluência de utilizadores, em três amostragens, apenas uma pequena área (subamostra) de um dos três transectos foi contabilizada, tendo os valores sido posteriormente extrapolados para a área total do transecto.



Fig. 6 – Percurso efetuado para efeitos da recolha de campo, na praia da Carruagem (Google Earth, s.d.).



Fig. 7 – Percurso efetuado para efeitos da recolha de campo, na praia de Belinho (Google Earth, s.d.).



— Percurso efetuado

Fig. 8 – Percurso efetuado para efeitos da recolha de campo, na praia de Suave Mar (Google Earth, s.d.).



— Percurso efetuado

Fig. 9 – Percurso efetuado para efeitos da recolha de campo, na praia da Apúlia (Google Earth, s.d.).

As áreas de cada praia foram calculadas por membros da equipa do CIIMAR do projeto OMARE através do Google Earth (s.d.) e todas estas informações estão disponibilizadas de forma organizada para cada campanha (época alta e época baixa) no **Anexo 1**.

2.3.2 Componente ecológica

Tal como referido anteriormente, a recolha de dados da componente ecológica foi efetuada pela equipa do CIIMAR do projeto OMARE, tal como detalhado em Arenas et al. (2020).

2.3.2.1 Macroalgas

Para inventariação de espécies de macroalgas do *habitat* intertidal rochoso foram efetuadas três campanhas de amostragem sazonais, nos períodos outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019 em quatro praias com substrato rochoso, nomeadamente a praia da Carruagem, de Belinho, de São-Bartolomeu e a da Apúlia Norte. Foram utilizadas técnicas de amostragem destrutivas (técnicas de recolha de amostras – raspagens) e não-destrutivas (técnicas fotográficas), para avaliar de forma quantitativa e qualitativa, a diversidade e o estado ecológico deste *habitat*. As amostragens abrangeram três níveis: eulitoral superior, médio e inferior, definidos ao longo de três transectos separados (≈ 100 m entre si). Para cada uma das praias selecionadas, foram realizados três replicados em cada um dos três níveis, utilizando quadrados (30 x 30 cm) para recolha de organismos sésseis através da técnica de raspagem. Em paralelo, o mesmo aconteceu para as poças-de-maré. Em cada um dos três níveis selecionados, para a técnica não destrutiva, foram utilizadas câmaras fotográficas e respetivos tripés ajustados em quadrados (50 x 50 cm), selecionados aleatoriamente no substrato (separados por mais de 1 m) e capturadas dez fotografias. Em laboratório, as amostras recolhidas foram triadas e os espécimes de flora foram devidamente identificados até ao nível taxonómico mais baixo possível e foi determinada a biomassa de cada *taxa* presente.

A metodologia definida para a inventariação de espécies de macroalgas presentes no *habitat* subtidal rochoso realizou-se nos recifes ao longo de toda a extensão do PNLN, através de mergulho, com equipamento SCUBA (*Self Contained Underwater Breathing Apparatus*). Foram efetuadas três campanhas de amostragem sazonais, nos períodos de primavera-verão de 2018, 2019 e 2020, recorrendo a técnicas destrutivas (recolha de amostras biológicas) e não destrutivas (técnicas fotográficas e censos visuais). Os mergulhos foram realizados num intervalo entre 5 e 18 m de profundidade, onde em cada recife foram amostrados seis

quadrados (25 x 25 cm) para recolha de biomassa de macroalgas. Em laboratório, as amostras recolhidas foram triadas e os espécimes de macroalgas foram devidamente identificados até ao nível taxonómico mais baixo possível e foi determinada a biomassa de cada *taxa* presente.

2.3.2.2 Macroinvertebrados

A inventariação de espécies de macroinvertebrados dos *habitats* intertidal rochoso e subtidal rochoso foi realizada simultaneamente com as macroalgas, tendo sido efetuadas as mesmas campanhas e metodologias de amostragem, mencionadas acima. Com exceção da última parte no laboratório, em vez de ser determinada a biomassa de cada *taxa* presente, os macroinvertebrados foram contabilizados.

A metodologia de amostragem utilizada para a inventariação e monitorização de macroinvertebrados no *habitat* intertidal arenoso realizou-se em três praias arenosas, nomeadamente na praia da Carruagem, de Suave Mar e da Apúlia Norte. Foram efetuadas duas campanhas de amostragem sazonais nos períodos de outono-inverno de 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019. As amostragens abrangeram três níveis: eulitoral superior, médio e inferior, onde foram definidos transectos perpendiculares à linha de costa separados por 100 m e em cada um dos transectos foram recolhidas quatro réplicas de amostras de sedimento utilizando *corers* (cilindros de 20 cm de diâmetro e 30 cm de profundidade). As amostras foram crivadas no local, por um crivo de malhagem 0,5 mm e fixadas com formol tamponado a 4% (pH = 8), corado com corante de Rosa de Bengala. Em laboratório, as amostras recolhidas foram lavadas e triadas e os indivíduos foram devidamente identificados até ao nível taxonómico mais baixo possível e contabilizados.

A metodologia de amostragem utilizada para a inventariação e monitorização de macroinvertebrados presentes no *habitat* subtidal arenoso realizou-se em seis locais com fundos arenosos, nomeadamente dois em cada zona norte, zona centro e zona sul, distribuídos ao longo do PNLN. As campanhas de amostragens sazonais foram realizadas nos períodos de outono-inverno de 2019 e de primavera-verão de 2018 e 2019. As amostras de sedimento foram recolhidas através de uma draga Van Veen (1000 cm³), operada por um guincho elétrico. Após a recolha foram crivadas com um crivo de malhagem 0,5 mm. Em laboratório, as amostras recolhidas foram triadas e os indivíduos foram devidamente identificados até ao nível taxonómico mais baixo possível e contabilizados.

2.3.2.3 Peixes

Neste estudo os dados de peixes utilizados referiram-se aos dados de inventariação através de censos visuais e pescas experimentais. Para determinar a abundância de espécies de peixes, foram realizados censos visuais subaquáticos em três pontos equidistantes ao longo do PNLN, entre agosto de 2018 a junho de 2020, no *habitat* subtidal rochoso. Foram efetuados quatro transectos visuais (25 m comprimento e 4 m largura), abrangendo uma área total de 100 m² por recife.

As campanhas de pesca experimental foram efetuadas nos mesmos locais de amostragem, entre setembro de 2017 e setembro de 2019, mas no *habitat* subtidal arenoso. Para tal, foi utilizado um dispositivo especificamente desenhado, composto por redes de tresmalho associadas a redes de emalhar. Operou durante aproximadamente 24h em cada ponto de amostragem. Os exemplares foram armazenados até chegada a terra e posteriormente identificados, medidos e pesados.

2.3.2.4 Coluna de água pelágica

A metodologia de amostragem utilizada para a inventariação e monitorização do *habitat* coluna de água pelágica realizou-se em três zonas de amostragem: zona norte, zona centro e zona sul e em cada zona foram selecionados três locais de amostragem ao longo de um transecto perpendicular à praia (eixo Este-Oeste do PNLN), totalizando nove pontos de amostragem.

Foram efetuadas sete campanhas de amostragem sazonais, cinco de inventariação e duas de monitorização que ocorreram nos períodos de outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019. Recorreu-se a recolha de dados relativos às componentes da água (recolhas *in-situ* de parâmetros físico-químicos da água e recolhas de amostras de água) e plâncton (recolhas de amostras de ictioplâncton).

Parâmetros físico-químicos da água

Em cada local de amostragem foram efetuados perfis verticais, com medições de metro a metro dos vários parâmetros físico-químicos da água: temperatura (°C), salinidade, saturação (%) e concentração (mg L⁻¹) de oxigénio dissolvido, pH e turbidez (FTU), medidos *in-situ* através de uma sonda multiparamétrica YSI EXO1.

Para complementar o estudo da qualidade da água foi quantificada a concentração de nutrientes e matéria particulada, incluindo a fração orgânica, aplicando as metodologias descritas em Ramos et al. (2012) e Ramos et al. (2017). Assim, em cada ponto de amostragem foram recolhidas amostras de água de superfície e de fundo, com recurso a uma garrafa específica e transferidas para garrafas de 1,5 L. Em laboratório, as amostras de água foram processadas de modo a quantificar analiticamente a concentração de vários parâmetros: concentração de matéria total particulada, matéria orgânica particulada, nutrientes (nitritos, nitratos, amónia, sílica e fosfatos) e clorofila *a*. Para os três primeiros parâmetros descritos, as amostras de água foram filtradas por vácuo usando filtros GF/F (Ramos et al., 2012, 2017) e para a clorofila *a*, a concentração foi determinada pelo método espectrofotométrico com extração de pigmentos com acetona a 90% (Strickland & Parsons, 1972).

Ictioplâncton

Em cada local de amostragem foram realizados arrastos horizontais sub-superficiais de 10 minutos com uma rede cónica (1 m de diâmetro, 4 m de comprimento, 500 µm de malha) com um fluxómetro Hydro-Bios acoplado na boca da rede para determinar o volume de água filtrado. Posteriormente, as amostras foram armazenadas e fixadas em formol tamponado a 4% (pH = 8). Em laboratório, as amostras de plâncton foram lavadas e triadas, para identificação de ovos e larvas de peixe até ao nível taxonómico mais baixo.

2.4 NESTED ENVIRONMENTAL STATUS ASSESSMENT TOOL (NEAT)

A fim de avaliar o estado ambiental da área marinha protegida PNLN, utilizou-se a versão 1.4. do NEAT (Borja et al., 2016b). Neste sentido, aplicou-se a seguinte abordagem metodológica (Figura 10):

- Uma vez que o PNLN é composto por *habitats* bastante distintos, a área de estudo foi dividida em 3 SAUs: o *Intertidal* (subdividido em rochoso e arenoso), o *Subtidal* (subdividido em rochoso e arenoso) e o *Pelágico*, aninhados ao PNLN. Deste modo, no total foram testadas, 8 SAUs, para os dados globais (todas as estações) e para os dados das estações sazonais outono-inverno e primavera-verão; A SAU *Intertidal rochoso e arenoso*, correspondem aos *habitats* intertidal rochoso e arenoso, respetivamente. A SAU *Subtidal rochoso e arenoso*, correspondem aos *habitats* subtidal rochoso e arenoso, respetivamente. A SAU *Pelágico* corresponde ao *habitat* coluna de água pelágica.
- O PNLN foi dividido em 3 tipos de *habitat*: rochoso, arenoso, e coluna de água. Cada indicador foi associado a um *habitat*, que por sua vez, se encontra associado a uma componente ecossistémica. Foram definidas 8 componentes ecossistémicas: macroalgas, macroinvertebrados, peixes, fitoplâncton, ictioplâncton, parâmetros físico-químicos, metais e PAHs;
- Foram selecionados no total 20 indicadores para as várias componentes ecossistémicas consideradas (**Tabela 16 - Resultados**); e que representam 6 dos 11 descritores da DQEM, nomeadamente D1, D3, D4, D5, D6 e D8 (mencionados anteriormente no Capítulo 1, na secção 1.3.), nomeadamente:
 - (i) macroalgas – Índice MarMAT (*Marine Macroalgae Assessment Tool*) e índice de diversidade Shannon-Wiener;
 - (ii) macroinvertebrados – Riqueza específica, índice de diversidade Shannon-Wiener e índice M-AMBI (*Multivariate – AZTI's Marine Biotic Index*);
 - (iii) peixes – Índice MFCI (*Marine Fish Community Index*);
 - (iv) fitoplâncton – Percentil 90.º Clorofila *a*;
 - (v) ictioplâncton – Índice MFCI;
 - (vi) parâmetros físico-químicos – Oxigénio dissolvido, turbidez, concentração de nitratos, nitritos, amónia e fosfatos;

- (vii) metais na água – Concentração de cobre, zinco, cádmio, chumbo e níquel;
 - (viii) PAHs na água – Concentração de antraceno, fluoranteno e naftaleno.
- Atendendo ao tipo de dados disponíveis para o PNLN a escolha dos indicadores foi feita com base na disponibilização de dados de diferentes fontes, para elementos biológicos, como as macroalgas, macroinvertebrados e fitoplâncton, através das intercalibrações no âmbito da DQA (Carletti & Heiskaen, 2009; Comissão Europeia, 2013, 2018); legislação europeia a nacional para os contaminantes (Comissão Europeia, 2013); e, de literatura existente, para indicadores utilizados em ecossistemas costeiros marinhos semelhantes.
 - Para avaliar o estado ambiental, cada indicador necessita de valores de referência (valores para o estado ambiental Pior e Melhor) e para BEA (Borja et al., 2012b). Esses valores foram obtidos por diferentes fontes de literatura e encontram-se descritos na **Tabela 16**. Os restantes limites, como Mau/Pobre, Pobre/Moderado, Bom/Excelente, nos casos em que não foram calculados, a ferramenta NEAT calcula automaticamente por interpolação (Uusitalo et al., 2016; Berg et al., 2017).

Toda a informação utilizada no NEAT pode ser consultada na **Tabela 16**.

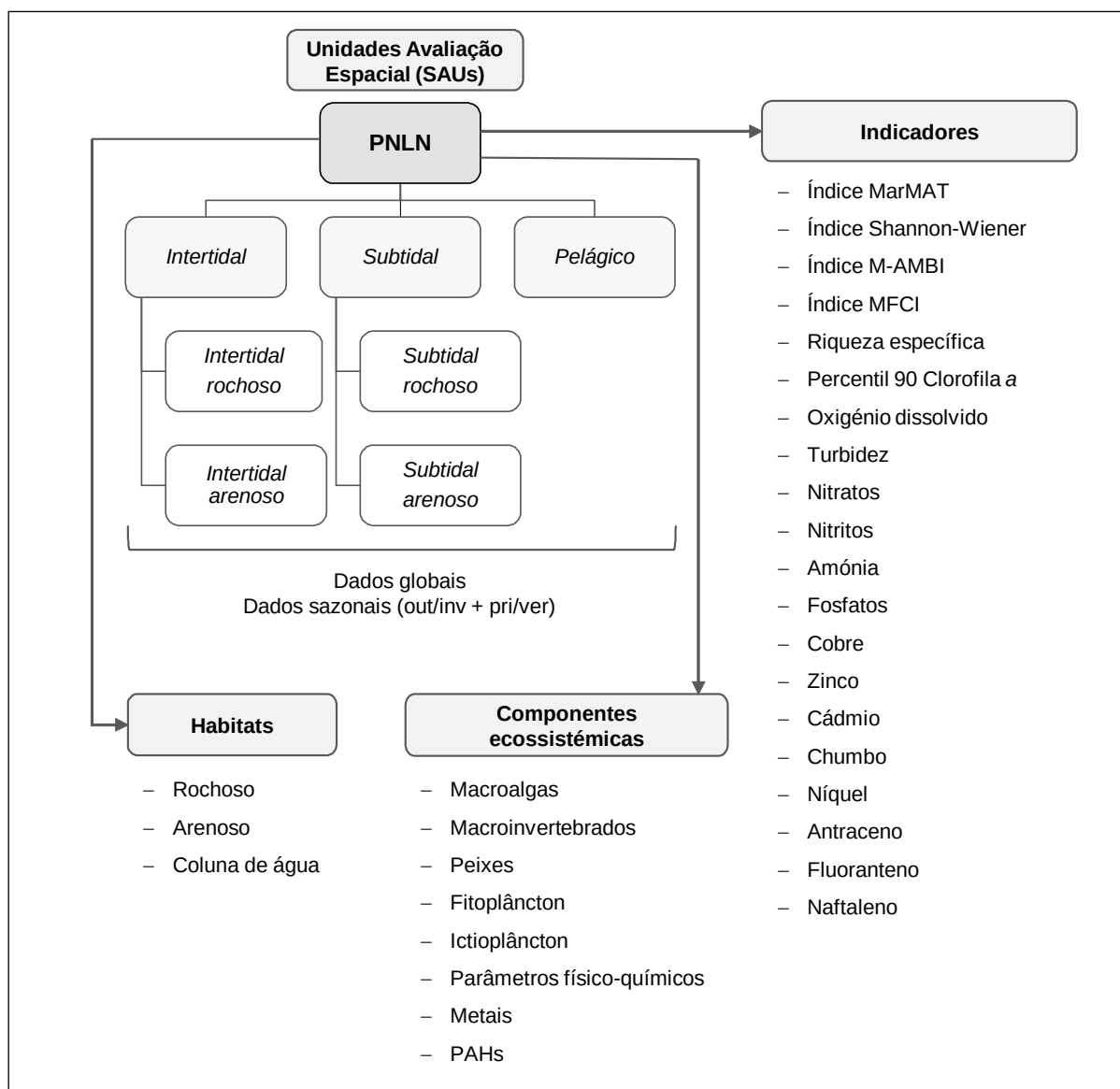


Fig. 10 – Esquema da abordagem metodológica na aplicação do NEAT.

Índice MarMAT (*Marine Macroalgae Assessment Tool*)

Para a componente ecossistémica macroalgas utilizou-se o índice mult métrico *Marine Macroalgae Assessment Tool* (MarMAT) (Gaspar et al., 2012; Neto et al., 2012), uma ferramenta que se encontra em conformidade com os requisitos da DQA e avalia a qualidade da água a partir das comunidades de macroalgas das costas rochosas, através de dados de composição e de abundância de macroalgas marinhas. As condições ecológicas de referência e as diferentes métricas utilizadas na avaliação das massas de água portuguesas foram definidas por Gaspar et al. (2012) e atualizadas por Neto et al. (2012). Esta ferramenta incorpora sete métricas diferentes:

- “Riqueza específica” (número total de espécies registadas no local);
- “Proporção de espécies verdes” (Chlorophyta) (proporção do número de verdes pelo número total de espécies registadas);
- “Número de espécies vermelhas” (Rhodophyta) (número total de espécies vermelhas registadas);
- “Número de oportunistas/Rácio ESG I” (rácio entre as espécies perenes ou de sucessão tardia (ESG I – *Ecological State Groups*) e as espécies anuais ou oportunistas (ESG II))
- “Proporção de oportunistas” (número de espécies que foram classificadas como oportunistas pelo número total de espécies registadas);
- “Descrição da costa” (pontuações atribuídas a várias parâmetros da morfologia da costa, a partir de um formulário composto por um sistema de pontuações (**Anexo 2**) que serve como fator de correção da riqueza específica, e que no cálculo final apenas a pontuação mais alta de cada grupo é contabilizada);
- “Percentagem de cobertura de oportunistas” (razão entre a área de cobertura pelas espécies oportunistas e a área de cobertura pela flora algal total).

Estas métricas, com exceção da “Descrição da costa” e a “Percentagem de cobertura de oportunistas” foram calculadas com base numa lista reduzida de *taxa* (**Anexo 3**), desenvolvida por Gaspar et al. (2012) para as espécies da costa norte de Portugal, que respeita as proporções das algas verdes, castanhas e vermelhas. As métricas “Riqueza específica” e “Percentagem de cobertura de oportunistas” possuem fator 2, ou seja, são contabilizadas duas vezes no final para realçar a sua importância.

O índice MarMAT tem como EQR (*Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica) e EQS (*Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica), 0 – 0,20 (Mau), 0,21 – 0,40 (Pobre), 0,41 – 0,60 (Moderado), 0,61 – 0,80 (Bom) e 0,81 – 1 (Excelente), respetivamente (**Anexo 4**). O EQR calculou-se através da divisão da soma das pontuações por 36, que são o máximo de pontuações possíveis. No caso da SAU *Subtidal rochoso*, dividiu-se por 28, uma vez que não foi possível calcular a métrica percentagem da cobertura de oportunistas, apesar de ter fator 2 e ter uma grande importância para o índice. Para calcular o índice foram utilizados todos os dados das espécies registadas das campanhas de amostragem do *habitat* intertidal rochoso (outono-inverno de 2017, 2018, e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Intertidal rochoso* e do *habitat* subtidal rochoso (primavera-verão de 2018, 2019 e 2020) para a SAU *Subtidal rochoso*.

Índice Shannon-Wiener

O Índice de diversidade de Shannon-Wiener, $H' = \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} - \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$, (Shannon & Weaver, 1963) foi calculado para as componentes ecossistémicas macroalgas e macroinvertebrados. Relativamente às macroalgas foram utilizados os dados das campanhas de amostragem do *habitat* intertidal rochoso (outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Intertidal rochoso* e do *habitat* subtidal rochoso (primavera-verão de 2018, 2019 e 2020) para a SAU *Subtidal rochoso*. Para a componente ecossistémica macroinvertebrados o índice de diversidade foi calculado através dos dados das campanhas de amostragem do *habitat* intertidal rochoso (outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Intertidal rochoso*; do *habitat* subtidal rochoso (primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Subtidal rochoso*; do *habitat* intertidal arenoso (outono-inverno de 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Intertidal arenoso*; e, do *habitat* subtidal arenoso (outono-inverno de 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Subtidal arenoso*. Com esses dados foram calculados os valores globais e sazonais médios e respetivos desvios padrão para cada SAU mencionada.

Riqueza específica

A riqueza específica representa o número total de indivíduos e demonstra que as espécies se mantêm aproximadamente constantes na ausência de modificações ambientais (Neto et al., 2012 e respetivas referências). Foram utilizados os dados das campanhas de amostragem do *habitat* intertidal rochoso (outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Intertidal rochoso* e do *subtidal rochoso* (primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Subtidal rochoso*, referentes à componente ecossistémica macroinvertebrados, para calcular os valores globais e sazonais médios e respetivos desvios padrão. Para a riqueza específica não foram encontrados valores de referência e por esse motivo foram calculados os percentis 10, 50 e 90, para os limites Pior, Moderado/Bom e Melhor, respetivamente.

Índice Multivariate-AMBI (M-AMBI)

Para avaliar a qualidade do estado ecológico das comunidades de macroinvertebrados bentónicos, no âmbito da DQA, foi utilizado o *AZTI's Marine Biotic Index* (AMBI), versão 5.0, que pode ser consultado em <http://ambi.azti.es> (Borja et al., 2004, 2012a). O AMBI inclui uma lista atualizada (dezembro de 2020) com 10 638 taxa de todos os mares, que são

representativos das comunidades mais importantes de fundo arenoso presentes nos estuários e sistemas costeiros (AMBI, s.d.). A utilização desta ferramenta sozinha pode induzir erros na avaliação, por consequência Muxika et al. (2007) refinaram o cálculo, passando a incluir o AMBI, a riqueza específica e a diversidade de Shannon-Wiener (Borja et al., 2004), passando a ter como nome *Multivariate AMBI* (M-AMBI) a nova ferramenta. Na ferramenta M-AMBI foi incorporado a derivação do AMBI, que pode ser utilizado como EQR definida pela DQA (Borja et al., 2004).

No cálculo do AMBI foram utilizados os dados globais e sazonais de macroinvertebrados de fundos arenosos e as suas respetivas densidades, referentes às campanhas de amostragem do *habitat* intertidal arenoso (outono-inverno de 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Intertidal arenoso* e do *habitat* subtidal arenoso (outono-inverno de 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Subtidal arenoso*.

Quando se correu o cálculo do AMBI alguns dos *taxa* foram incorporados ao cálculo, mas não foram atribuídos a um grupo ecológico (I, II, III, IV, V) (Borja et al., 2000) uma vez que não foram encontrados na lista de *taxa* da ferramenta. Desse modo, não foram incluídos 20 de 41 *taxa* do *Intertidal arenoso* (nomeadamente, Amphipoda, Annelida, Bivalvia, Chironomidae, Cirolanidae, *Diodora sp.*, Gastropoda, Haustoriidae, Iphimediidae, Isopoda, Lumbrineridae, Malacostraca, Nematoda, Nereidae, Oedicerotidae., Oligochaeta, Oweniidae., Polychaeta, Serpulidae); e 41 de 108 *taxa* do *Subtidal arenoso* (nomeadamente, *Ammodytes tobianus*, Ampharetidae, Amphipoda, Annelida, Aphroditidae, Arenicolidae, Argissidae, Arthropoda, Bathyporeiidae, Bivalvia, Bodotriidae, *Caprella caulerpensis*, Copepoda, Crustacea, Flabelligeridae, Foraminifera, Gastropoda, Goniadidae, Isopoda, Leucothoidae, *Littorina fabalis*, Lumbrineridae, Mysidae, *Natica prietoi*, Nereididae, Oedicerotidae, Opheliidae, Orbiniidae, *Owenia sp.*, Oweniidae, Pectinariidae, Phyllodocidae, Pilargidae, Pisionidae, Polychaeta, Priapulida, Sigalionidae, Syllidae, Synopiidae, Talitridae), que correspondem a mais de 20% dos indivíduos não atribuídos para cada *habitat* (**Anexo 5 e 6**). Para o cálculo do M-AMBI (valor EQR), a ferramenta utilizou as variáveis AMBI, riqueza específica e diversidade de espécies. Essas variáveis foram padronizadas a partir da subtração da média e pela divisão do desvio padrão (Borja et al., 2012a).

O AMBI 5.0 utilizou os limites atualizados do exercício de intercalibração bentónica europeia, para o Atlântico Nordeste (Borja et al., 2007), nomeadamente: 0 para o estado Pior, 0,20 para o limite Mau/Pobre, 0,39 para o limite Pobre/Moderado, 0,53 para o limite Moderado/Bom, 0,77 para o limite Bom/Excelente e 1 para o estado Melhor (Borja et al., 2004; Muxika et al., 2007).

Índice MFCI (*Marine Fish Community Index*)

Foi utilizado o *Marine Fish Community Index* (MFCI) (Henriques et al., 2008a) para avaliar o estado ecológico do meio marinho, no âmbito da DQEM, bem como na conservação e gestão sustentável do meio marinho, referente à componente ecossistémica peixes. Este índice encontra-se dividido em 4 tipologias (*habitat* subtidal rochoso, *habitats* superficial, intermédio e profundo de fundos moles) e possui um conjunto de métricas para cada tipologia, com base na comunidade típica associada e numa análise da abordagem DPSIR, para garantir que o índice tenha em conta as principais pressões antrópicas que afetam o meio marinho (Henriques et al., 2008a). O MFCI é um índice sensível e robusto na avaliação do estado ecológico, uma vez que a lista das métricas incorpora tanto a parte estrutural como funcional da comunidade de peixes, que são consideradas as mais representativas e afetadas pelas pressões antrópicas, encontrando-se dividida em 4 atributos principais, “diversidade e composição”, “abundância”, “função de viveiro” e “integridade trófica” (Henriques et al., 2008a).

Foram utilizados os dados globais e sazonais das campanhas de amostragem do *habitat* subtidal rochoso referentes aos dados de ictiofauna recolhidos pelos censos visuais subaquáticos (primavera-verão de 2018, 2019 e 2020) para a SAU *Subtidal rochoso*; do *habitat* subtidal arenoso referentes aos dados de ictiofauna amostrados através de pesca-experimental (primavera-verão de 2017, 2018 e 2019) para a SAU *Subtidal arenoso*; e, do *habitat* coluna de água pelágica referentes aos dados de ictioplâncton recolhidos através de arrastos horizontais sub-superficiais (outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Pelágico*. Apenas foram utilizadas 2 das 4 tipologias (*habitat* subtidal rochoso e *habitat* intermédio de fundos moles) de *habitat* contempladas pelo índice. A tipologia *habitat* subtidal rochoso foi utilizada para as SAUs *Subtidal rochoso* e *Pelágico*, e a tipologia *habitat* intermédio de fundos moles – 20 a 100 m – foi utilizada para a SAU *Subtidal arenoso*.

Para a tipologia do subtidal rochoso (**Anexo 7**) foram utilizadas as seguintes métricas:

- “Número total de espécies” (número total de espécies registadas);
- “Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies” (número de espécies raras e pouco comuns pelo número total de espécies registadas);
- “Número de espécies que constituem 90% da abundância”;
- “Rácio comercial/não comercial (em proporção de espécies)” (rácio entre as espécies com valor comercial médio e alto, pelas espécies sem valor comercial);

- “Proporção de espécies residentes” (espécies residentes no substrato associado à tipologia, ou seja, rocha, pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas (das famílias Gobiidae, Blenniidae, Tripterygiidae e Gobiesocidae), *Symphodus sp.* e *Labrus sp.* (da família Labridae)” (espécies dependentes do substrato associado à tipologia, ou seja, rocha, com exceção das espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*, pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*” (número total de espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.* pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies invertívoras” (número total de espécies invertívoras pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies omnívoras” (número total de espécies omnívoras pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras” (número total de espécies piscívoras e macrocarnívoras pelo número total de espécies registadas).

Para esta tipologia, as métricas “Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*” e “Proporção de espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*”, são redundantes e para não atribuir duplo peso ao resultado final desta tipologia, foi atribuída uma pontuação ponderada, concedendo o peso de uma única métrica – “Função de viveiro” – para o resultado (Henriques et al., 2008a). Para tal, primeiramente foi calculada a pontuação individual de cada métrica de acordo com os valores de referência e posteriormente, dependendo da pontuação individual das métricas, foi atribuída uma pontuação ponderada final, de acordo com a tabela que se encontra no **Anexo 8**.

As métricas utilizadas para a tipologia do subtidal arenoso (**Anexo 9**), foram as seguintes:

- “Número total de espécies;
- “Rácio pelágico/demersal (em número de espécies)” (rácio entre as espécies pelágicas, pelas espécies demersais);
- “Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies”;
- “Abundância total ($\ln(n + 1)$)”;

- “Número de espécies que constituem 90% da abundância, excluindo as espécies gregárias”;
- “Proporção de espécies de baixa e muito baixa resiliência” (número total de espécies com resiliência baixa e muito baixa pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies reprodutoras” (espécies dependentes do substrato da tipologia associada, ou seja, areia, pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies zooplantívoras” (número total de espécies zooplantívoras pelo número total de espécies registadas);
- “Proporção de espécies invertívoras”;
- “Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras”.

Para o cálculo das métricas é necessário reunir informação sobre parâmetros ecológicos característicos de cada espécie, nomeadamente, o grupo funcional, a residência e dependência de substrato, o substrato primário para a zona de desova e de viveiro, o grupo alimentar, o valor comercial, a abundância qualitativa e quantitativa, e a resiliência (**Anexo 10**). Essas informações foram reunidas com base em Henriques et al. (2008). Para as espécies ou *taxa* extra a esta lista, a informação foi reunida através de bases de dados como OMARE (2021) e Froese e Pauly (2021). Para os *taxa* com várias espécies associadas, como no caso do ictioplâncton, considerou-se como característica do *taxa* (e.g. grupo funcional) a mais frequente das possíveis para as espécies com ocorrência descrita para o PNLN (OMARE, 2021). Por exemplo, para um táxon com quatro potenciais espécies, em que três dessas espécies são consideradas como resilientes e apenas uma não, o táxon era classificado como resiliente. Sempre que não foi possível aplicar esta regra, os *taxa* não eram classificados.

Porém, houve algumas exceções, como: para a ordem Pleuronectiformes, só foi possível atribuir o grupo funcional, uma vez que representa seis famílias; para a família Clupeidae foi considerada a espécie *Sardina pilchardus*, por ser a mais representativa e abundante desta família, mais especificamente 96% (Ramos et al., 2009); para a espécie *Liparis montagui* foi apenas atribuído o grupo funcional e o grupo alimentar (Froese & Pauly, 2021; OMARE, 2021); para a espécie *Pegusa lascaris* foi apenas atribuído o grupo funcional, grupo alimentar e a residência em areia (Froese & Pauly, 2021; OMARE, 2021); para a espécie *Lipophrys trigloides* foram consideradas as espécies *L. canevae* e *L. pholis* como referência, mas apenas a *L. pholis* foi encontrada no PNLN; para a espécie *Scomber colias* foi considerada apenas a espécie *S. scombrus* como referência.

As espécies de peixes que foram utilizadas para a determinação da classificação dos parâmetros ecológicos foram as seguintes (**Anexo 11**):

Famílias:

- Blenniidae spp. (*Blennius ocellaris*, *Coryphoblennius galerita*, *Lipophrys pholis*, *Parablennius gattorugine*, *Parablennius incognitus*, *Parablennius pilicornis*, *Parablennius rouxi* e *Parablennius sanguinolentus*);
- Clupeidae spp. (*Sardina pilchardus*);
- Gadidae spp. (*Gadiculus argenteus*, *Merlangius merlangus*, *Micromesistius poutassou*, *Pollachius pollachius*, *Raniceps raninus* e *Trisopterus luscus*);
- Gobiidae spp. (*Aphia minuta*, *Buenia jeffreysii*, *Gobius auratus*, *Gobius buchichi*, *Gobius cobitis*, *Gobius cruentatus*, *Gobius gasteveni*, *Gobius niger*, *Gobius paganellus*, *Gobius roulei*, *Gobius xanthocephalus*, *Gobius flavescens*, *Lebetus guilleti*, *Lebetus scorpioides*, *Lesueurigobius sanzi*, *Pomatoschistus knerii*, *Pomatoschistus lozanoi*, *Pomatoschistus marmoratus*, *Pomatoschistus microps*, *Pomatoschistus minutus*, *Pomatoschistus pictus* e *Thorogobius ephippiatus*);
- Labridae spp. (*Acantholabrus palloni*, *Centrolabrus exoletus*, *Coris julis*, *Ctenolabrus rupestris*, *Labrus bergylta*, *Labrus merula*, *Labrus mixtus*, *Labrus viridis*, *Symphodus bailloni*, *Symphodus cinereus*, *Symphodus mediterraneus*, *Symphodus melops*, *Symphodus ocellatus*, *Symphodus roissali* e *Symphodus rostratus*);
- Sparidae spp. (*Boops boops*, *Dentex dentex*, *Dentex macrophthalmus*, *Dentex maroccanus*, *Diplodus annularis*, *Diplodus bellottii*, *Diplodus cervinus*, *Diplodus puntazzo*, *Diplodus sargus*, *Diplodus vulgaris*, *Lithognathus mormyrus*, *Oblada melanura*, *Pagellus acarne*, *Pagellus bellottii*, *Pagellus bogavaraveo*, *Pagellus erythrinus*, *Pagrus auriga*, *Pagrus caeruleostictus*, *Pagrus pagrus*, *Sarpa salpa*, *Sparus aurata* e *Spondyllosoma cantharus*);

Géneros:

- *Callionymus* spp. (*Callionymus lyra*, *C. maculatus*, *C. reticulatus* e *C. risso*);
- *Gobius* spp. (*Gobius auratus*, *G. buchichi*, *G. cobitis*, *G. cruentatus*, *G. gasteveni*, *G. niger*, *G. paganellus*, *G. roulei*, *G. xanthocephalus*);
- *Labrus* spp. (*Labrus bergylta*, *L. merula*, *L. mixtus* e *L. viridis*);

- *Pomatoschistus* spp. (*Pomatoschistus knerii*, *P. lozanoi*, *P. marmoratus*, *P. microps*, *P. minutus* e *P. pictus*);
- *Scomber* spp. (*Scomber scombrus*);
- *Scorpaena* spp. (*Scorpaena notata*, *S. porcus* e *S. scrofa*);
- *Symphodus* spp. (*Symphodus bailloni*, *S. cinereus*, *S. mediterraneus*, *S. melops*, *S. ocellatus*, *S. roissali* e *S. rostratus*);
- *Triptopterus* spp. (*Triptopterus luscus* e *T. minutus*).

Espécies:

- *Chelidonichthys cuculus* e *Chelidonichthys lucerna* (*Chelidonichthys obscurus* e *C. lastoviza*);
- *Lipophrys trigloides* (*Lipophrys canevae* e *L. pholis*);
- *Scomber colias* (*Scomber scombrus*).

O Índice MFCI varia entre 0,20 e 1, com os seguintes EQR e EQS: 0,20 – 0,35 (Mau), 0,36 – 0,51 (Pobre), 0,52 – 0,67 (Moderado), 0,68 – 0,83 (Bom) e 0,84 – 1 (Excelente), respetivamente (Henriques et al., 2008a) (**Anexos 7 e 9**). O EQR calculou-se através da divisão da soma das pontuações de todas as métricas, pela pontuação final máxima que pode ser atribuída, ou seja, por 45 na tipologia do subtidal rochoso e por 50 na tipologia do subtidal arenoso.

O ictioplâncton foi utilizado como mais um indicador na avaliação do estado ambiental do PNLN (Ramos et al., 2015). Mas, atendendo ao facto de o MFCI ter sido desenvolvido para peixes adultos, testaram-se as 4 tipologias de *habitat* do MFCI para verificar qual seria a mais adequada. Determinou-se que a tipologia subtidal rochoso seria a mais indicada, atendendo ao facto que a maioria das espécies de ictioplâncton que foram recolhidas serem associadas a recifes.

Percentil 90.º de Clorofila a

Para calcular o percentil 90.º de clorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$) foram utilizados os dados das campanhas de amostragem do *habitat* coluna de água pelágica (outono-inverno de 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Pelágico*. Utilizaram-se os dados das concentrações de clorofila a para obter os valores global e sazonais do percentil 90.º e os

respetivos desvios padrão. Os valores de referência para os estados Moderado/Bom e Bom/Excelente foram estipulados pela Comissão Europeia (2018) e por Carletti e Heiskanen (2009). No entanto, atendendo à ausência de valores de referência para os estados Pior e Melhor, estes foram estimados da seguinte forma:

- Pior = $2 \times (\text{valor referência Moderado/Bom})$
- Melhor = $(\text{valor referência Moderado/Bom})/2$

Parâmetros físico-químicos da água

Foram utilizados os dados dos vários parâmetros físico-químicos, nomeadamente: oxigénio dissolvido (mg L^{-1}), turbidez (FTU) e a concentração de nutrientes (nitratos, nitritos, amónia, e fosfatos) ($\mu\text{mol L}^{-1}$), das campanhas de amostragem do *habitat* coluna de água pelágica (outono-inverno de 2017, 2018 e 2019 e primavera-verão de 2018 e 2019) para a SAU *Pelágico*. Para tal, foram calculados os valores globais e sazonais médios e respetivos desvios padrão. Para estes indicadores foram utilizados valores de referência encontrados em Best et al. (2007) para o oxigénio dissolvido, em Bald et al. (2005) e Nematí et al. (2017) para a turbidez, em Bald et al. (2005) para a concentração dos nutrientes nitratos, amónia e fosfatos, e nitritos em Borja et al. (2016b), como descrito na **Tabela 16**. Porém, para as concentrações de amónia só existiam valores de referência para os estados Pior e Melhor, por isso calculou-se a média desses valores para obter o valor Moderado/Bom.

Metais e PAHs

Os dados referentes às concentrações dos metais (cobre, zinco, cádmio, níquel e chumbo) ($\mu\text{g L}^{-1}$) e dos PAHs (antraceno, fluoranteno e naftaleno) ($\mu\text{g L}^{-1}$) foram obtidos em colaboração com o projeto NetTAG (Almeida et al., 2019), que realizou três campanhas de amostragem durante o ano de 2019, no inverno (janeiro) e na primavera-verão (março e junho), onde foram selecionados um total de seis pontos de amostragem no PNLN. Com esses dados foram calculados os valores globais e sazonais médios e os seus respetivos desvios padrão.

Em relação, às concentrações dos metais cobre e zinco só foram encontrados valores atribuídos para o estado Moderado/Bom (Pavlidou et al. 2019), por isso assumiu-se o mesmo valor atribuído ao cádmio para o cobre e o mesmo valor atribuído ao níquel para o zinco, no estado Pior, devido à aproximação da ordem de grandeza dos valores (com base em Borja et al., 2019). Já para o estado Melhor considerou-se o valor zero para todos os metais

(Comissão Europeia, 2013; Borja et al., 2019). Os restantes metais (cádmio, níquel e chumbo) e PAHs (antraceno, fluoranteno e naftaleno) estão incluídos na base de dados da AEA, sobre o estado e qualidade das águas europeia de transição, costeiras e marinhas. Sendo, os valores de referência das águas costeiras assumidos (Comissão Europeia, 2013; Borja et al., 2019).

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Para a análise dos dados relativos à utilização das praias do PNLN foi utilizada a análise de variância (ANOVA, de 2 fatores) (**Anexos 12 e 13**), para investigar diferenças significativas entre épocas e locais de amostragem considerados. De modo a investigar a variação ao longo do tempo, definiram-se duas épocas distintas, época alta (junho, julho, agosto) e época baixa (novembro, dezembro, janeiro). A nível espacial, foram definidos quatro locais de amostragem (praia da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia). Para verificar os pressupostos da ANOVA, foram realizados testes de homocedasticidade (Cochran C) e de normalidade dos dados. Os testes foram realizados no *software* Statistica, versão 14.0.0.15. O intervalo de confiança utilizado na análise foi de 95%, ou seja, $\alpha = 0,05$.

CAPÍTULO 3 — RESULTADOS

3 — RESULTADOS

3.1 ATIVIDADES E USOS

3.1.1 Caracterização das atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos

Consoante a informação recolhida na pesquisa bibliográfica identificaram-se no total 12 setores de atividades humanas, com diferentes atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes (**Tabela 4**). Foram classificados setores de atividades locais, regionais e globais, de acordo com as várias atividades. Os locais onde ocorreram algumas dessas atividades e pressões encontram-se detalhados no final da **Tabela 4**.

A nível local, foram identificados 7 setores de atividades a que PNLN se encontra sujeito, nomeadamente, infraestruturas costeiras (proteção), navegação marítima e construção naval, urbanização, agricultura e pecuária, turismo e recreação, extração de recursos vivos (pesca profissional) e educação. Destes, destacam-se com maior número de atividades, mudanças das condições ambientais e impactes, os setores de infraestruturas costeiras, urbanização, turismo e recreação, e extração de recursos vivos. Das infraestruturas costeiras originam atividades como, obras de engenharia pesada de proteção (construção de paredões, esporões, quebra-mares), alimentação artificial de areia das praias e, dragagens e extração de inertes. Consequentemente, com principais pressões na alteração da dinâmica sedimentar e das condições oceanográficas, e ainda na destruição parcial ou total das formas naturais. Da urbanização originam atividades como a construção de loteamentos, estradas e passadiços, com principais pressões na destruição dos cordões dunares e dos ecossistemas costeiros. Do turismo e recreação destacam-se as atividades como, atividade turística na época balnear e desportos náuticos, pisoteio dunar e intertidal, e pesca lúdica. Com pressões turísticas, destruição dos cordões dunares, do coberto vegetal e dos recursos naturais, alteração/destruição de *habitats* e sobreexploração dos recursos marinhos. Da extração de recursos vivos (pesca profissional) destaca-se o incumprimento da legislação referente às áreas interditas de pesca, às artes de pesca utilizadas, à captura de indivíduos abaixo do tamanho mínimo e em estados iniciais, e ainda a desobediência dos períodos de defeso. Com principais pressões na destruição dos fundos marinhos, na sobreexploração dos recursos vivos e possíveis implicações no ciclo de vida das espécies de peixes, e na introdução de material sintético na cadeia alimentar através do abandono de artes de pesca.

Em termos de setores de atividades regionais, foram identificados 5 setores de atividades, nomeadamente, atividade urbana (descargas de águas residuais), atividade industrial

(plantas industriais), gestão dos recursos hídricos (construção de barragens), agricultura e pecuária (utilização de pesticidas e escorrências agrícolas), e recreação (pesca lúdica), com diversas pressões, mudanças das condições ambientais e impactes. Como pressões destacam-se as descargas constantes de micropoluentes orgânicos no meio ambiente, a exposição dos organismos aquáticos a misturas de compostos, a alteração do transporte dos sedimentos, a libertação de substâncias tóxicas e carcinogénicas para a água e o solo, e a sobreexploração do ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*).

A nível global foram registados 2 setores de atividades, nomeadamente, navegação marítima e aquacultura, com pressões como a introdução de espécies não indígenas e invasoras, e o ruído. E, quer a nível local, como regional e global foi reconhecido 1 setor de atividade em comum, as alterações climáticas. Que provocam o enfraquecimento dos afloramentos costeiros nos períodos de primavera-verão, o aumento da temperatura média superficial das águas costeiras, aceleração da subida do nível médio do mar e o aumento da frequência e intensidade de eventos extremos (tempestades, episódios de galgamento e inundação).

De acordo com a informação recolhida e reunida na **Tabela 4** verifica-se que o PNLN está essencialmente sujeito a atividades locais, embora também existam algumas atividades de âmbito regional e global. Assim, as atividades de âmbito regional e global são também merecedoras de atenção e devem ser tidas em consideração, uma vez que causam igualmente mudanças das condições ambientais, quer positivas como negativas nos ecossistemas e que podem comprometer a saúde ambiental do PNLN, acarretando consequentemente impactes no fornecimento de bens e benefícios sociais para o bem-estar humano.

Tab. 4 – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

Localização	Setores de Atividades	Atividades		Pressões	Mudanças das condições ambientais	Impactes	Referências
LOCAL	1. Infraestruturas costeiras (Proteção)	Obras de engenharia pesada de proteção costeira	Construção de paredões (Restinga de Ofir)	Redução da energia das ondas. Alteração das condições da dinâmica sedimentar. Manutenção constante.	Emagrecimento das praias devido à construção ao longo da duna ou num talude da praia.	Erosão das estruturas por ação das ondas, e consequente exposição. Recuo da linha de costa. Prejudica a prática de surf, uma atividade importante para o turismo.	Coelho, 2005; Palma et al., 2016; Rodrigues et al., 2019; Silva, 2014
			Construção de esporões (Castelo do Neiva; a sul do rio Cávado; Fão; Apúlia) *1.1	Alteração das condições da dinâmica sedimentar, obstáculo no transporte dos sedimentos, ocorrendo a sua retenção.	Instabilidade e desintegração cíclica e parcial no mar dos enrocamentos, originando poluição marinha.	Amplificação da erosão costeira a sotamar das estruturas. Recuo da linha de costa. Perigo para a navegação marítima.	Coelho, 2005; Faria, 2012; Granja, 1990; Rodrigues et al., 2019
			Construção de quebra-mares (Portos de pesca de Castelo do Neiva e Esposende; Praia de Ofir) *1.2	Alteração das condições oceanográficas locais. Alteração das condições da dinâmica sedimentar, induzindo fenómenos de difração, refração e reflexão da ondulação, consequente obstáculo no transporte de sedimentos.		Déficé sedimentar e erosão costeira. Recuo da linha de costa.	Coelho, 2005; Faria, 2012; Silva, 2014; Sousa Pinto et al., 2012
		Alimentação artificial Dragagens e extração de inertes (Restinga de Ofir e Porto de Esposende – doca de recreio e pesca; Extração de areias dunares) *1.3	Destruição parcial ou total das formas naturais. Aumento da turbidez e do ruído por períodos de tempo curtos e escoamento de óleos ou combustíveis para o mar. Alterações na dinâmica costeira e nos padrões de transporte sedimentar, provoca a modificação do padrão de refração e difração das ondas. Alterações na dinâmica marinha e fluvial. Remobilização profunda de sedimentos e comunidades bentónicas.	Elevada mortalidade das comunidades bentónicas, redução do sucesso de reprodução e alterações a longo-termo (remobilização profunda de sedimentos e comunidades bentónicas). Afeta diretamente as comunidades bentónicas autóctones aquando da deposição dos sedimentos e, indiretamente as restantes comunidades (e.g. aves marinhas, que dependem das comunidades bentónicas) que vivem nessa área e as praias intertidais. Desassoreamento de canais de navegação, lagoas, estuários e deltas. Depressões causadas pela elevada explo-	Efeitos drásticos nos ecossistemas costeiros que têm consequências no funcionamento do ecossistema e na qualidade da água. Défices de abastecimento sedimentar, promovem a erosão de forma local ou regional, provocando alteração na posição e configuração da linha de costa, ocorrendo o consequente recuo da linha de costa. Erosão nas praias adjacentes. Perda de capacidade de atenuar a força das ondas. Diminuição da capacidade de defesa, de recuperação, reorganização, regeneração e resposta da orla costeira.	Benedet et al., 2013; Cabaço et al., 2008; Coelho, 2005; C. Pinto et al., 2018; Dean, 2002; Dolbeth et al., 2003; E. Dias et al., 2012; Faria, 2012; Gravens et al., 2006; Greene, 2002; Loureiro, 2006; Peterson & Bishop, 2005; RCM n.º 175/2008 de 24 novembro; Silva, 2014; Sousa Pinto et al., 2012	

Tab. 4 (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactos antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

LOCAL				ração de inertes, algumas foram tão inadequadas que atingiram o nível freático. Desequilíbrio das zonas dragadas.		Rodrigues et al., 2019; Valiela et al., 1997
	2. Navegação marítima e Construção Naval	Construção de infraestruturas portuárias comerciais e náuticas Criação de canais de navegação (Porto de Esposende) *2.1	Alteração do transporte sedimentar e remoção de volumes de sedimentos importantes - intervenção de dragagens permanentes. Alteração no balanço sedimentar e equilíbrio morfológico do sistema costeiro. Alterações na direção residual do transporte sedimentar (das correntes de vazante e enchente). Aumento do potencial do sumidouro do canal dragado. Alterações nas velocidades de fluxo de prisma de maré. Alteração dos mecanismos de bypassing sobre o delta de vazante.		Elevados impactos a nível sedimentar, hidrodinâmico e ecológico.	C. Pinto et al., 2018; E. Dias et al., 2012; Domingos et al., 2017; Silva, 2014
	3. Urbanização	Construção de loteamentos clandestinos e moradias Urbanismo desordenado (São Bartolomeu do Mar, Cepães, Esposende, Apúlia, Complexo turístico da praia de Ofir, construções na praia da Bonança, aglomerados urbanos das Pedrinhas e Cedovém) *3.1	Destrução do cordão dunar e consequente perda de capacidade de atenuação da força das ondas. Modificação dos <i>habitats</i> originais. Destrução dos ecossistemas costeiros. Aumento da impermeabilização do solo, diminuindo a sua capacidade de filtração. Fauna e flora são frequentemente substituídos por espécies não nativas. Pressão urbanística e turística.	Contribuição para o recuo das arribas. Águas escoam apenas à superfície.	As praias ficam sem as suas maiores reservas de areia devido à eliminação do cordão dunar. Favorecimento da ocorrência de cheias e erosão acentuada do solo (águas escoam apenas à superfície). Perigo para os prédios urbanos construídos sobre o cordão dunar frontal. Diminuição da capacidade de defesa, de recuperação, reorganização, regeneração e resposta da orla costeira.	Lindegarth & Hoskins, 2001; Loureiro, 2006; Magura et al., 2009; Quercus, 2014; RCM n.º 175/2008 de 24 novembro; Silva, 2014; Sousa Pinto et al., 2012
		Construção de estradas, passadiços e ferrovias paralelas aos sistemas dunares Construção de bares, restaurantes e escolas de surf (Praia de Ofir) *3.1	Destrução do cordão dunar. Modificação dos <i>habitats</i> originais. Destrução dos ecossistemas costeiros. Aumento da impermeabilização do solo, diminuindo a sua capacidade de filtração.	Águas escoam apenas à superfície.	Favorecimento da ocorrência de cheias e erosão acentuada do solo (águas escoam apenas à superfície). Diminuição da capacidade de defesa, de recuperação, reorganização, regeneração e resposta da orla costeira.	Lindegarth & Hoskins, 2001; Loureiro, 2006; Magura et al., 2009; Sousa Pinto et al., 2012

Tab 4 (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

LOCAL	4. Agricultura e Pecuária	Ocupação e alargamento das áreas cultivadas Produção intensiva de alimentos (Praia de São Bartolomeu do Mar) *4.1	Fragmentação e destruição dos recursos naturais. Eliminação de dunas. Utilização inadequada do solo.	Contribuição para o recuo da arribas. Degradação ambiental. Poluição atmosférica.	Erosão, recuo de arribas arenosas e compactação dos solos. Perigo para as explorações agrícolas na retaguarda do cordão dunar. Riscos de incêndio.	Esposende Ambiente, s.d.; Loureiro, 2006
		Utilização intensiva de agroquímicos (fertilizantes, pesticidas, fungicidas)	Libertação de substâncias tóxicas e carcinogénicas para a água e o solo.	Aumento de nitratos e fosfatos por escorrências agrícolas para os sistemas costeiros suportam o crescimento excessivo de fitoplâncton, algas epífitas e macroalgas. Consequentemente ocorre o aumento pela competição de nutrientes e luz. E assim, a diminuição dos níveis de oxigénio dissolvido, sufocando as folhas das ervas marinhas. Poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola.	Eventuais problemas de saúde pública a produtos potencialmente tóxicos. Potencial toxicidade, elevada persistência e eventual efeito cumulativo desses pesticidas a nível do ambiente e dos animais. Riscos de exposição ocupacional. Território de Esposende é classificado como Zona Vulnerável.	Cabaço et al., 2007; Diniz et al., 2003; Esposende Ambiente, s.d.; Hauxwell et al., 2001; Leite & Haie, 2008; Liu et al., 2009; Loureiro, 2006; Sousa et al., 2020; A. Teixeira, 2010
		Regas dos campos agrícolas adjacentes aos sistemas dunares	Exploração dos lençóis freáticos. Aumento das escorrências agrícolas.	Eutrofização.	Erosão muito forte e intensificação dos fenómenos de ravinamento. Diminuição da capacidade de defesa, de recuperação, reorganização, regeneração e resposta da orla costeira.	Loureiro, 2006
	5. Turismo e Recreação	Época balnear (Restinga de Ofir) *5.1	Pressão turística, aumento da população e procura de alojamentos. Assim como do turismo de natureza e das atividades náuticas. Utilização balnear maciça implica uma pressão elevada sobre as aves nidificantes (Ex: Borrelho-de-coleira-interrompida)			Garcin et al., 2011; Silva, 2014; Rodrigues et al., 2019
		Desportos náuticos (surf, kitesurf, stand-up-paddle, canoagem, mergulho) (Zona da restinga e as suas praias; estuário do Cávado; Apúlia e recifes rochosos)	Interferência na nidificação das aves (as que são praticadas no estuário).			Rodrigues et al., 2019

Tab. 4 (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

LOCAL	5. Turismo e Recreação	Pedestrianismo, BTT, cicloturismo		Colocação em zonas de preferência podem constituir uma ameaça latente (passadiços).			Rodrigues et al., 2019; Sousa Pinto et al., 2012
		Pisoteio dunar e intertidal Estacionamento selvagem		Destuição dos cordões dunares, do coberto vegetal e dos recursos naturais. Danificação dos recifes biogénicos de <i>Sabellaria alveolata</i> (pisoteio). Pressão imposta às macroalgas marinhas.	Aparecimento de corredores eólicos, facilitando os galgamentos oceânicos.	Diminuição da capacidade de defesa, de recuperação, reorganização, regeneração e resposta da orla costeira.	Loureiro, 2006; Quercus, 2014; Sousa Pinto et al., 2012
		Eliminação das macroalgas (moledo) por um veículo pesado a motor		Eliminação da fonte de alimento dos invertebrados.	Prejudica a alimentação de muitas aves e de invertebrados que vivem na zona dunar.		Sousa Pinto et al., 2012
		Limpeza mecânica das praias e circulação de veículos motorizados		Grande alteração da estrutura sedimentar. Destuição dos cordões dunares, do coberto vegetal e dos recursos naturais. Prejudica as comunidades bentónicas		Aumento da taxa de erosão.	Quercus, 2014; Sousa Pinto et al., 2012
		Desinfecção química das praias *5.2		Impede a existência da pulga do mar.			Rodrigues et al., 2019
		Abandono de lixo		Introdução de detritos nas praias. Introdução de material sintético na cadeia alimentar marinha.	Poluição marinha.	Depauperamento a nível ecológico e económico.	Ferreira et al, 2015
		Construção de diversos tipos de infraestruturas		Põem em causa o estado de certos <i>habitats</i> e espécies.			Rodrigues et al., 2019
		Pesca lúdica (apeada, recreativa, submarina e lúdica geral) (Castelo do Neiva, Cavalos de Fão, Apúlia) *5.3	Operações próximas das praias Violação do cumprimento da legislação referente às áreas interdidas de pesca, tamanhos mínimos das espécies e época de captura (defeso) Utilização de artes de pesca ilícitas Captura excessiva	<i>Habitats</i> de pequena profundidade e ecologicamente mais sensíveis, são frequentemente mais utilizados. Captura de espécies abaixo do tamanho mínimo e desrespeito pelo ciclo de vida. Destuição de <i>habitats</i> . Sobreexploração dos recursos marinhos.		Grande ameaça e sacrifício de ecossistemas marinhos de rara importância. Problema para a pesca profissional.	Quercus, 2014; Sousa Pinto et al., 2012; Rodrigues et al., 2019

Tab 4. (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

LOCAL			Apanha de <i>Paracentrotus lividus</i>	Sobreexploração de <i>Paracentrotus lividus</i> .	Redução dos stocks. Redução na variação dos tamanhos dos indivíduos. Redução da abundância dos indivíduos (Comparação desta AMP com outras áreas não protegidas e não há diferenças significativas dos resultados, existe falta de efeito positivo no PNLN, o que é preocupante).	Impactes na conservação das populações de <i>P. lividus</i> e na gestão da pesca local. Impacto nas necessidades biológicas humanas (alimentação).	Bertocci et al., 2012, 2014
			Apanha de <i>Sabellaria alveolata</i>	Destruição dos recifes biogénicos que criam.	Alteração no papel funcional que esta espécie tem para os ecossistemas, nomeadamente nos processos físicos e biológicos de estabilização do substrato, na promoção da diversidade de microhabitats e na alimentação de outros organismos, pois são importantes depósitos de alimentos.		Sousa Pinto et al., 2012
	6. Extração de recursos vivos (Pesca profissional)	Utilização de artes ilegais, desobediência dos períodos de defeso, operações efetuadas muito próximas das praias		Destruição dos fundos marinhos devido ao arrasto de vara. Bastante prejudicial para as áreas subtidais arenosas. Captura de indivíduos em estados iniciais.	Implicações na reprodução e desenvolvimento dos organismos.	Provoca grande mortalidade de bivalves de interesse comercial.	Rodrigues et al., 2019; Sousa Pinto et al., 2012
		Captura ilegal do camarão-legítimo-branco (<i>Palaemon serratus</i>) *6.1		O ciclo de vida da espécie é posto em causa.			Sousa Pinto et al., 2012
		Falta de fiscalização		Redução não quantificada de biomassa explorável.		Falta de conhecimento sobre a exploração dos recursos.	Sousa Pinto et al., 2012
		Abandono das artes de pesca (Pesca fantasma) (Redes de emalhar, de tresmalho, covos e linhas de anzóis)		Introdução de material sintético na cadeia alimentar marinha. Introdução de espécies invasoras. Introdução de detritos nas praias.	Poluição marinha. Mortalidade dos recursos naturais devido à captura constante e incontável de peixes, tartarugas, aves e mamíferos marinhos.	Depauperamento a nível ecológico e económico. Danos e acidentes nas embarcações.	Ferreira et al, 2015
	7. Educação	Falta de comunicação eficiente entre os utilizadores, pescadores e os gestores do PNLN		Não cumprimento das regras estabelecidas.		Ameaça à capacidade de os ecossistemas marinhos providenciarem os seus serviços de ecossistema que geram benefícios sociais e económicos.	Barbier et al., 2012; Turner & Schaafsma, 2015; Rodrigues et al., 2019

Tab 4. (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

REGIONAL	1. Atividade urbana	Descargas de águas residuais (Região Norte de Portugal; Rio Leça; Rio Douro) * ⁸	Descargas constantes de micropoluentes orgânicos no meio ambiente. Eliminação incompleta de produtos farmacêuticos e metabólicos nas estações de tratamento de águas residuais (ETARs) atingem compartimentos ambientais. Diminuição da qualidade da água do estuário. Exposição dos organismos aquáticos a misturas de compostos em vez de substâncias únicas.	Poluição marinha. Poluição de águas residuais, superficiais, subterrâneas e água potável pelos micropoluentes. Organismos aquáticos podem sofrer toxicidade aguda ou crónica (exposição dos organismos aquáticos a misturas de compostos em vez de substâncias únicas).	Efeitos negativos na biodiversidade marinha.	Fernandes et al., 2020; Gredilla et al., 2015; Nikolaou et al., 2007; Ortiz de García et al., 2013; Rodrigues et al., 2019; Sousa et al., 2020
	2. Atividade industrial	Plantas industriais (Porto de Leixões; Refinaria de petróleo de Leça de Palmeira) * ⁹	Descargas constantes de micropoluentes orgânicos no meio ambiente. Exposição dos organismos aquáticos a misturas de compostos em vez de substâncias únicas.	Poluição urbana e industrial. Organismos aquáticos podem sofrer toxicidade aguda ou crónica (exposição dos organismos aquáticos a misturas de compostos em vez de substâncias únicas).	Contaminação de águas superficiais pelos micropoluentes. Efeitos negativos na biodiversidade marinha.	Bertocci et al., 2012, 2014; FAO, 2004; Ghekiere et al., 2013; Gredilla et al., 2015; Sánchez-Avila et al., 2012; Sousa et al., 2018, 2020
		Extração mineira (Estuário do rio Cávado) * ⁹	Drenagem das águas mineiras inativas pode ainda afetar a qualidade dos sedimentos a jusante. Poluentes metálicos nos sedimentos de superfície.			Gredilla et al., 2015
	3. Gestão dos recursos hídricos	Construção de barragens (Barragem de Venda Nova e Salamonde) * ¹⁰	Alteração do transporte de sedimentos dos rios até à costa, sendo responsáveis pela retenção de mais de 80% de areias. Criação de barreiras artificiais para os peixes migratórios (Ex: meixão).		Défi de alimentação sedimentar da orla costeira, o que provoca erosão costeira.	Coelho, 2005; Faria, 2012; J. Dias, 1993; Rodrigues et al., 2019
	4. Agricultura e Pecuária	Utilização de pesticidas (Região Norte de Portugal) * ¹¹ Escorrências agrícolas	Libertação de substâncias tóxicas e carcinogénicas para a água e o solo.	Poluição das águas superficiais e subterrâneas com nitratos de origem agrícola. Aumento das ocorrências agrícolas com níveis elevados de nitratos e fosfatos para os sistemas costeiros suportam o crescimento excessivo de fitoplâncton, algas epífitas e macroalgas. Consequentemente ocorre o aumento	Riscos de exposição ocupacional. Eventuais problemas de saúde pública a produtos potencialmente tóxicos. Potencial toxicidade, elevada persistência e eventual efeito cumulativo desses pesticidas a nível do ambiente e dos animais.	Cabaço et al., 2007; Gredilla et al., 2015; Hauxwell et al., 2001; Liu et al., 2009; Sousa et al., 2020

Tab. 4 (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactos antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

REGIONAL					Pela competição de nutrientes e luz. E assim, a diminuição dos níveis de oxigénio dissolvido, sufocando as folhas das ervas marinhas.		
	5. Recreação	Pesca lúdica (Praia Areosa, Praia Norte, Praia Congreira, Carreço, Angeiras, Vilã chã) *12	Apanha de <i>Paracentrotus lividus</i>	Sobreexploração de <i>Paracentrotus lividus</i>	Não se encontram indivíduos da classe mais pequena (<10 mm). Redução da densidade total dos indivíduos. Redução da abundância dos indivíduos maiores (> 40 mm, tamanho comercialmente valioso) Aumento da abundância dos indivíduos de tamanho comercial (> 50 mm) no período de apanha (outubro-abril), mas um decréscimo abrupto de 90% após esse período. Redução da biomassa. Reduções drásticas nos stocks locais.	Impactes na conservação das populações de <i>P. lividus</i> e na gestão da pesca local.	Barnes & Crook, 2001; Bertocci et al., 2012, 2014, 2018; FAO, 2004;
GLOBAL	1. Navegação marítima	Movimento das hélices das embarcações		Provoca ruído.	Provoca stress numa grande variedade de organismos. Interfere na comunicação de espécies que interagem através de sons.		Domingos et al., 2017
		Troca de águas de lastro			Poluição marinha.		
		Deslocação das embarcações para diferentes localizações geográficas		Incrustação de espécies nos cascos das embarcações. Introdução de espécies não indígenas: <i>Corella eumyota</i> , <i>Undaria pinnatifida</i> , <i>Grateloupia turuturu</i> e <i>Styela clava</i> .			Araújo et al., 2003, 2009; Davis & Davis, 2005; Domingos et al., 2017
	2. Aquacultura	Fuga das jaulas		Introdução de espécies invasoras (<i>Sargassum muticum</i>).		Impactes ecológicos (na flora local) e económicos.	Carlton, 1996; Engelen & Santos, 2009; Sousa Pinto et al., 2012

Tab. 4 (continuação) – Tabela dos setores de atividades, atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos a nível local (dentro do PNLN), regional (fora do PNLN) e global. * exemplos onde ocorrem essas atividades (adaptado de Arenas et al., 2020).

LOCAL REGIONAL GLOBAL	1. Alterações climáticas	Emissões de gases de estufa *15	Enfraquecimento dos afloramentos costeiros nos períodos primavera-verão.	Modificação na área de distribuição de algumas espécies marinhas na costa portuguesa.		Collén et al., 2014; Gómez-Gesteira et al., 2008; Lemos & Pires, 2004; Lima et al., 2007; Melo, 2018; Metaxas & Scheibling, 1993; Piñeiro-Corbeira et al., 2016
			Aumento da temperatura média superficial das águas costeiras	Ameaça significativa para as macroalgas durante a baixa-mar e variações nos padrões de variação das macroalgas (diminuição de espécies de águas frias e invasões biológicas).		
			Aceleração da subida do nível médio do mar.			
			Alteração do regime de agitação.			
			Aumento da frequência e intensidade de eventos extremos (tempestades, episódios de galgamento e inundação).		Aumento do défice sedimentar e erosão costeira.	

São apresentados os exemplos (*) (adaptado de Arenas et al., 2020) onde ocorrem as várias atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes antrópicos mencionados na **Tabela 4**, nomeadamente:

***1.1 Construção de esporões (Obras transversais)** – Castelo do Neiva – “induziu recuos na linha de costa na ordem de dezenas de metros na orla costeira de Antas, Belinho, São Bartolomeu e Marinhas” (Faria, 2012, p. 66); A sul da foz do rio Cávado – induziu “taxas de recuo da linha de costa anuais muito elevadas compreendidas entre as ribeiras da Apúlia, do Alto e na orla costeira a sul da ribeira do Alto” (Faria, 2012, p. 67); Defesa costeira de Ofir – “os enrocamentos não são estáveis e desintegram-se cíclica e parcialmente no mar”, constituindo uma ameaça para a navegação e poluição marinha (Rodrigues et al., 2019, p. 31).

***1.2 Construção de quebra-mares (Obras destacadas)** – Molhes dos portos de pesca de Castelo do Neiva e Esposende (Faria, 2012); Entre Pedrinhas e a Foz do Cávado – existem 3 quebra-mares (Sousa Pinto et al., 2012); Praia de Ofir – Implementação de vários geotubos (estrutura tubular composta por um invólucro geossintético extremamente resistente, preenchido por sedimentos) na Restinga de Ofir, ao fim de algum tempo ficaram expostos, uma vez que a areia que os cobria foi erodida, e um dos dos geotubos rompeu-se (Palma et al., 2016).

***1.3 Alimentação artificial/Dragagens e extração de inertes** – Porto de Esposende (doca de recreio e pesca) – o progressivo assoreamento requer “a realização de dragagens de manutenção para reposição de cotas de seguranças” (E. Dias et al., 2012, p. 345); Praia/Restinga de Ofir – “alterações da sua morfologia à dinâmica marinha e fluvial, chegando a ocorrer a sua rotura nas áreas mais frágeis obrigando à alimentação artificial da sua extremidade”, com vista ao seu robustecimento e requalificação ambiental (Gomes, 2011, citado em E. Dias et al., 2012, p. 345); em 1994, 2001 e 2006, foram realizadas dragagens de manutenção do rio Cávado e da barra para melhoria das condições de estabilidade da linha de costa e, em 2015 dragagem da barra e canal de navegação da embocadura do rio Cávado, para os mesmos efeitos (C. Pinto et al., 2018); Construção civil – Antes do Decreto-Lei n.º 49/2006 de 29 de Agosto, grande parte das areias dunares eram extraídas descontroladamente (RCM n.º 175/2008 de 24 novembro); Castelo do Neiva – “Recuo 80,7 m entre 1985 e 1992” (Faria, 2012, p. 66).

***2.1 Construção de infraestruturas portuárias comerciais e náuticas – Porto de Esposende (doca de recreio e pesca)** – “Remoção de sedimentos portuários para garantir condições de navegabilidade marítima-portuária” (E. Dias et al., 2012, p. 346).

***3.1 Construção de loteamentos clandestinos e moradias/Urbanismo desordenado** – Loteamentos clandestinos, moradias, complexo da praia de Ofir, construções na praia da Bonança, aglomerados (Quercus, 2014). **Praia de Ofir** – “A zona dunar foi eliminada para a construção de prédios e restaurantes” (Sousa Pinto et al., 2012, p. 46). **Praia de São Bartolomeu, Apúlia e Ofir** – “Frentes edificadas sobre a duna frontal” impedem o “ajuste do perfil de equilíbrio da praia e contribuem para um aumento do recuo das arribas, que provocará a destruição das urbanizações a curto/médio prazo” (Loureiro, 2006, p. 207); **Cepães, Esposende e Ofir** – “Habitações sobre dunas” impedem a “mobilidade natural e as trocas sedimentares com a praia”, ficando “expostas à invasão das areias transportadas pelos ventos” (Loureiro, 2006, p. 207).

***4.1 Ocupação e alargamento das áreas cultivadas** – **Praia de São Bartolomeu do Mar** – “Eliminação de dunas e posterior transformação em campos agrícolas relativamente próximos da zona de preia-mar” (a menos de 50 m) (Loureiro, 2006, p. 207)

***5.1 Época Balnear** – Borrelho-de-coleira-interrompida (*Charadrius alexandrinus*), zona da **restinga de Ofir** com elevada pressão nas aves nidificantes (Rodrigues et al., 2019).

***5.2 Desinfecção das praias** – Registada em duas praias no PNLN e os produtos químicos impedem a existência da pulga-do-mar (Rodrigues et al., 2019).

***5.3 Pesca lúdica** – “Existem embarcações que trabalham perto demais do porto base, a uma distância de ¼ milha da foz do rio Cávado, contra os regulamentos em vigor e com impacto não quantificável” (Sousa Pinto et al., 2012, p. 42); Foi observada a captura de indivíduos em estados iniciais de vida e detetada a utilização de artes de malhagem, de dimensão e quantidade ilegal (Sousa Pinto et al., 2012, pp. 41–42); **Cavalos de Fão** – “foram vistas várias embarcações a trabalhar, inclusive na época de defeso de espécies” (Sousa Pinto et al., 2012, p. 42), ocorrendo uma prática de apanha excessiva e realizando dessa maneira um grande impacte negativo (Rodrigues et al., 2019)

^{*6.1} **Pesca profissional** – Captura ilegal do camarão-legítimo-branco (*Palaemon serratus*) pela arte de arrasto de vara (Sousa Pinto et al., 2012); “As descargas na lota, muitas delas não são contabilizadas e não aparecem nos dados fornecidos pela DGRM” (Sousa Pinto et al., 2012, p. 42).

^{*8} **Descargas de águas residuais** – Região Norte de Portugal – Em amostras estuarinas foram encontrados produtos farmacêuticos com maior frequência e em concentrações mais elevadas. Em alguns casos, a carbamazepina com risco médio a alto para as algas (Sousa et al., 2020); Rio Leça e rio Douro – Fernandes et al. (2020) comprovaram a existência de concentrações elevadas de vários produtos farmacêuticos tanto nas águas dos rios, como nos sedimentos.

^{*9} **Plantas industriais e extração mineira** – Estuário do rio Cávado – Na região da nascente dos rios Rabagão e Homem, existia uma importante área mineira. Esta atividade terminou há várias décadas mas a drenagem das águas das minas inativas ainda pode afetar a qualidade dos sedimentos a jusante. Para além disso, existem outras atividades, nomeadamente o fabrico de têxteis, de cerâmicas e de cartão, matadouros e galvanoplastia. Resumidamente, foram medidas concentrações elevadas de metais tóxicos (cobalto, cobre, zinco e estanho) na parte superior do estuário do que na parte inferior. E, apenas dois locais do estuário apresentaram concentrações significativamente maiores de níquel e crómio, porém não apresentam ameaça tóxica para o ambiente (Gredilla et al., 2015).

^{*10} **Construção de barragens** – Barragem de Venda Nova e Barragem de Salomonde – diminuíram significativamente os volumes sedimentares transportados por via fluvial ao longo do século XX no Rio Cávado (Loureiro, 2006). Meixão (*Anguilla anguilla*) – encontra-se ameaçado, “morre ao subir o rio pela existência de mini-hídricas” (Rodrigues et al., 2019, p. 28).

^{*11} **Utilização de pesticidas** – Região Norte de Portugal – Em amostras estuarinas e marítimas foram encontrados pesticidas (alacolor, atrazina, clorfenvinphos, isoproturon, simazina, acetamiprida, tiaclopride, tiametoxam, ácido clofíbrico) distribuídos nestas águas provavelmente devido à localização dispersa de indústrias agroquímicas, agricultura e pecuária (Sousa et al., 2020).

^{*12} **Pesca lúdica** – Apanha de ouriço-do-mar (*Paracentrotus lividus*) – No norte de Portugal, as populações de *P. lividus* têm sido apanhadas comercialmente na última década (FAO, 2004); Praia Norte, Carreço, Angeiras, Vila Chã – verificou-se uma redução de densidade total e redução de abundância nos indivíduos de tamanho comercialmente valioso (> 40mm (Bertocci et al., 2014); Praia Areosa, Norte e Congreira - a apanha intensiva provocada pelo Homem provocou uma redução drástica na abundância dos indivíduos de tamanho comercial, de 90% (Bertocci et al., 2018); Vila Chã – Em Janeiro de 2016 e Dezembro de 2017 foi observada a apanha ilegal de *P. lividus*, falta de licenciamento e captura fora dos limites permitidos (Bertocci et al., 2014).

^{*15} **Alterações climáticas** – Portugal – Lemos e Pires (2004) relataram um regime de afloramentos costeiros enfraquecido desde 1940 com a temperatura superficial das águas costeiras a aumentar uma taxa de 0,01 °C/ano e Gómez-Gesteira et al. (2008) observaram médias de aumento de 0,05 ° C/ano desde 1985; Praia de Belinho (PNLN) – De 2010/2011 a 2017/2018, no outono-inverno e primavera-verão, respetivamente, foi observado um decréscimo da abundância das espécies *Mastocarpus stellatus* e *Chondracanthus acicularis* (Melo, 2018), uma vez que são espécies de água fria e se verificou o aumento da temperatura superficial da água (Piñeiro-Corbeira et al., 2016); De 2010/2011 a 2017/2018, no outono-inverno, ocorreu um aumento significativo de biomassa da espécie *Chondrus crispus* (Melo, 2018) devido ao aumento da temperatura da água (Collén et al., 2014); Desde 2010/2011 até 2017/2018 o *Codium* spp. apresentou um aumento significativo da sua abundância (Melo, 2018); Região norte de Portugal – Araújo (2015) afirma que as populações de *Codium* spp. têm apresentado uma expansão e ocupação nas comunidades intertidais em algumas regiões da costa norte de Portugal (como citado em Melo, 2018, p. 43).

3.1.2 Utilização das praias

Visitação das praias

O número de visitantes das quatro praias do PNLN estudadas apresentou variações espaciais e também temporais (**Figura 11**). Os resultados da análise ANOVA mostraram que o número de visitantes variou significativamente para o fator local (ANOVA, $F = 7,23$, $p < 0,05$) e para o fator época (ANOVA, $F = 60,91$, $p < 0,05$) (**Anexos 12 e 13**). O número de visitantes variou significativamente entre a época alta e a época baixa ($F = 60,91$, $p < 0,05$).

Na época alta, o número de visitantes foi consideravelmente superior em todas as praias estudadas (**Figura 11**). Nas praias da Apúlia e de Suave Mar o número de visitantes foi significativamente superior a todas as praias na época baixa ($p < 0,05$) e à praia de Belinho na época alta ($p < 0,05$), com exceção das praias da Carruagem e de Suave Mar, e das praias Carruagem e da Apúlia, na época alta, respetivamente. Assim, as praias da Apúlia e de Suave Mar apresentaram um número elevado de visitantes, com valores médios e desvios padrão de $82,72 \pm 50,10$ e $76,66 \pm 45,24$, respetivamente (**Anexo 14**). Comparativamente, as praias da Carruagem e de Belinho foram muito menos frequentadas, $18,71 \pm 10,97$ e $1,46 \pm 0,66$ visitantes, respetivamente, mas a praia da Carruagem variou significativamente em relação à praia de Belinho na época baixa ($p < 0,05$).

Na época baixa, o nível de visitação foi significativamente inferior em relação à época alta ($p < 0,05$), nomeadamente, na praia de Suave Mar que teve uma descida do número total de visitantes de três ordens de grandeza ($0,31 \pm 0,31$) e na praia da Apúlia com uma descida de duas ordens de grandeza, mas que continuou a ser a mais frequentada com valores médio e desvio padrão de visitantes de $1,94 \pm 1,72$ (**Figura 11**). Porém, na praia de Belinho o número de visitantes encontrados foi muito reduzido ($0,02 \pm 0,02$).

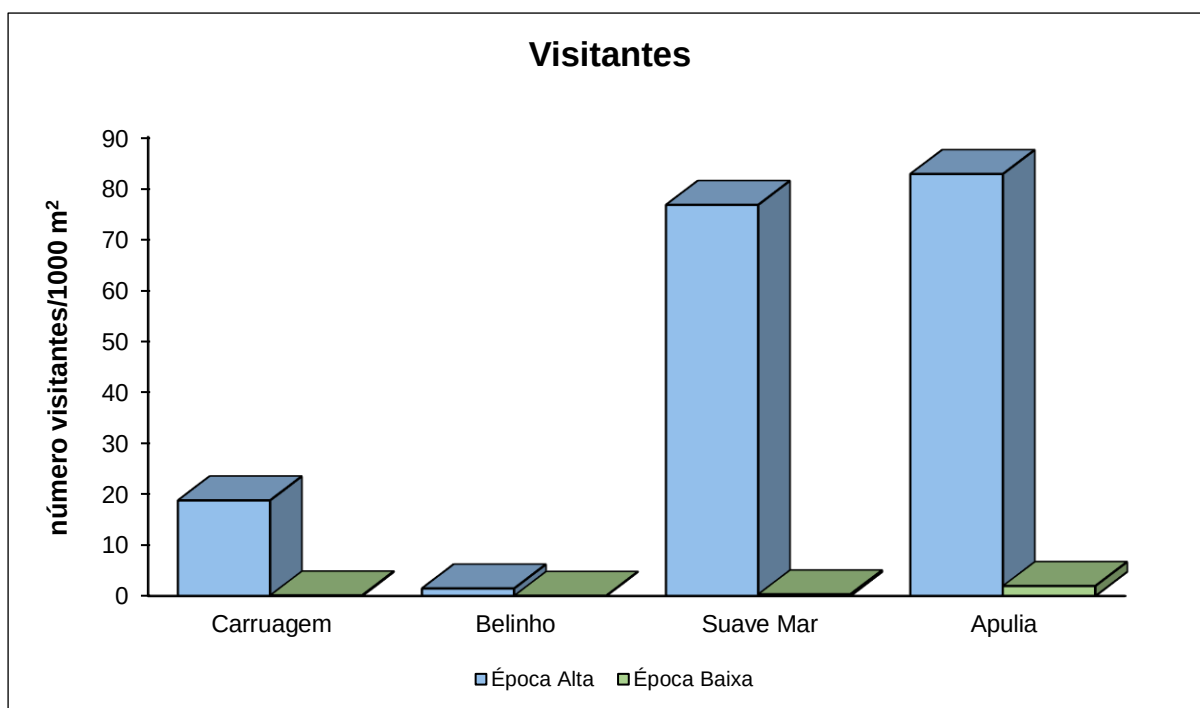


Fig. 11 – Número de visitantes/1000 m² nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia (adaptado de Arenas et al., 2020).

Outras atividades

Relativamente às outras atividades nas praias, verificou-se que a apanha lúdica e a pesca lúdica (apeada) foram observadas em todas as praias, exceto na praia de Suave Mar e na praia de Belinho, respetivamente (**Figura 12**). No entanto, só se observaram desportistas náuticos na praia de Suave Mar e pesca lúdica (embarcada) nas praias de Suave Mar e de Belinho, durante a época alta.

Na praia da Carruagem apenas foram contabilizados utilizadores na época alta, nomeadamente, apanhadores (94,44%) e pescadores apeados (5,56%) (**Figura 12** e **Anexo 15**). Na praia de Belinho e de Suave Mar, na época alta foram contabilizados apanhadores (66,76%) e pesca lúdica (embarcada) (33,24%), e pesca lúdica (embarcada) (40,74%), desportistas náuticos (32,59%) e pescadores apeados (26,67%), respetivamente. Porém, estas duas praias na época baixa, apenas observou-se um apanhador e um desportista náutico, correspondendo a 100%, respetivamente. Na praia da Apúlia, tanto na época alta (69,28% e 38,30%) como na época baixa (30,72% e 61,70%), contabilizaram-se pescadores apeados e apanhadores, respetivamente.

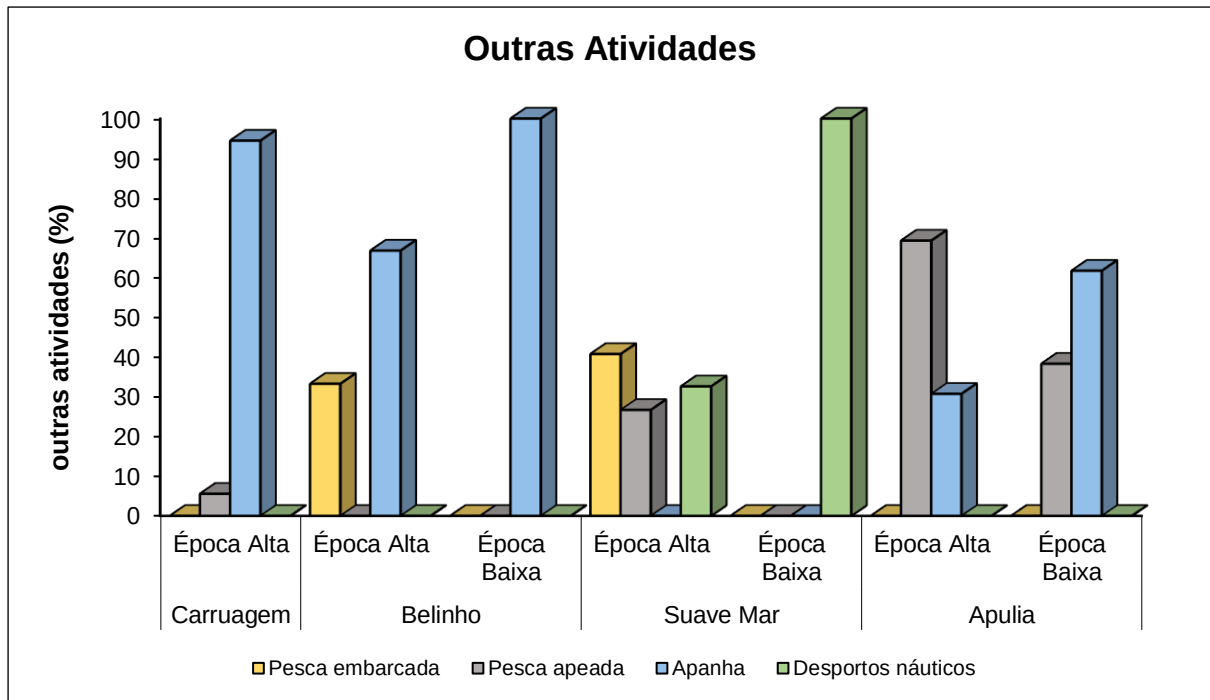


Fig. 12 – Atividades de pesca lúdica (embarcada e apeeda), apanha lúdica e desportos náuticos (%) nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia (adaptado de Arenas et al., 2020).

3.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO AMBIENTAL

A avaliação do estado ambiental do PNLN foi realizada de acordo com a aplicação da ferramenta NEAT, através do cálculo de 20 indicadores, nomeadamente: índice MarMAT, índice Shannon-Wiener, índice M-AMBI, índice MFCI, riqueza específica, percentil 90º de clorofila *a*, oxigénio dissolvido, turbidez, nitratos, nitritos, amónia, fosfatos, cobre, zinco, cádmio, chumbo, níquel, antraceno, fluoranteno e naftaleno.

3.2.1 Índices multimétricos

Índice MarMAT (*Marine Macroalgae Assessment Tool*)

De acordo com os dados disponíveis para a componente ecossistémica macroalgas foi elaborada uma listagem de espécies referentes às SAUs *Intertidal rochoso* e *Subtidal rochoso* (**Tabela 5**). Na **Tabela 5** encontram-se assinaladas as espécies que pertencem à lista reduzida de *taxa*, que foram registadas com os dados globais e sazonais (outono-inverno e primavera-verão) da SAU *Intertidal rochoso* e com os dados globais, referentes apenas à primavera-verão da SAU *Subtidal rochoso*, do PNLN. O *Intertidal rochoso* foi a SAU que apresentou maior riqueza específica, na primavera-verão com 40 espécies e no outono-inverno com 36 espécies, e a nível global com 40 espécies. Consequentemente, o *Subtidal rochoso* apresentou menor riqueza específica, na primavera-verão com 25 espécies. O número de espécies vermelhas foi sempre superior ao número de espécies castanhas e verdes, para ambas as SAUs.

Encontram-se apresentados os vários parâmetros para a avaliação da descrição da costa e os respetivos resultados para cada praia da SAU *Intertidal rochoso*, na **Tabela 6**, e da SAU *Subtidal rochoso*, na **Tabela 7**, com o resultado final para cada SAU. O *Subtidal rochoso* apresentou 10 como resultado, sendo maior que no *Intertidal rochoso* e por isso, teve maior fator de ponderação de correção.

Tab. 5 – Registo das espécies de acordo com a lista reduzida de taxa de macroalgas, com os respetivos grupos de estado ecológico (ESG - *Ecological State Groups*), das SAUs *Intertidal* e *Subtidal rochoso*, referente aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). A SAU *Subtidal rochoso* apenas tem dados de pri-ver. I, rácio entre as espécies perenes ou de sucessão tardia; II, espécies anuais ou oportunistas (adaptado de Gaspar et al., 2012 e Arenas et al., 2020).

Espécies	ESG	Oportunistas	Intertidal		Subtidal	
			Global	out-inv	pri-ver	Global (pri-ver)
Chlorophyta						
<i>Bryopsis</i> spp.	II	Sim				
Outras Chlorophyta “Filamentosas” (1)	II	Sim	X		X	X
<i>Cladophora</i> spp.	II	Sim	X	X	X	
<i>Codium</i> spp.	II		X	X	X	
<i>Ulva</i> spp. ("Laminares") / <i>Ulvaria obscura</i> / <i>Prasiola stipitata</i> (2)	II	Sim	X	X	X	X
<i>Ulva</i> spp. ("Tubulares") / <i>Blidingia</i> spp. (3)	II	Sim	X	X	X	
Phaeophyceae (Ochrophyta)						
<i>Bifurcaria bifurcate</i>	I		X	X	X	
<i>Cladostephus spongiosus</i>	I		X	X	X	X
<i>Colpomenia</i> spp./ <i>Leathesia marina</i>	II					
<i>Cystoseira</i> spp.	I		X	X	X	X
<i>Desmarestia ligulata</i>	II					
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	II		X	X	X	X
<i>Dictyota</i> spp.	II		X	X	X	X
Phaeophyceae “Filamentosas” (4)	II	Sim				
<i>Fucus</i> spp.	I		X	X	X	
<i>Halopteris filicina</i> / <i>Halopteris scoparia</i>	II		X	X	X	
<i>Himanthalia elongata</i>						
<i>Laminaria</i> spp.			X		X	X
<i>Pelvetia canaliculata</i>						
<i>Ralfsia verrucosa</i>						
<i>Saccorhiza polyschides</i>			X	X	X	X
Rhodophyta						
<i>Acrosorium ciliolatum</i> / <i>Callophyllis laciniata</i> / <i>Cryptopleura ramosa</i>	II		X	X	X	X
<i>Ahnfeltia plicata</i>	I		X	X	X	
<i>Ahnfeltiopsis</i> spp./ <i>Gymnogongrus</i> spp.	II		X	X	X	X
<i>Apoglossum ruscifolium</i> / <i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	II		X	X	X	X

<i>Asparagopsis armata/Falkenbergia rufolanosa</i>	II					
<i>Bornetia spp./Griffithsia spp.</i>	II		X	X	X	
<i>Calliblepharis spp.</i>	I		X	X	X	X
<i>Catenella caespitosa/Caulacanthus ustulatus</i>	II		X	X	X	
Champiaceae (5)	II		X	X	X	X
<i>Chondracanthus acicularis</i>	II		X	X	X	
<i>Chondracanthus teedei</i>	II		X	X	X	
<i>Chondria spp.</i>	II		X	X	X	X
<i>Chondrus crispus</i>	I		X	X	X	X
Calcárias incrustantes (6)	I		X	X	X	X
Calcárias eretas (7)	I		X	X	X	X
<i>Dilsea carnosa/Schizymenia dubyi</i>	II		X		X	X
Gelidiales (8)	I		X	X	X	X
<i>Gigartina pistillata</i>	II		X	X	X	
<i>Gracilaria spp.</i>	II		X	X	X	
<i>Grateloupia filicina</i>	II					
<i>Halurus equisetifolius</i>	II		X	X	X	X
<i>Hildenbrandia spp.</i>	I					
<i>Laurencia spp./Osmundea spp.</i>	II		X	X	X	
<i>Mastocarpus stellatus/Petrocelis cruenta</i>	I		X	X	X	
<i>Nitophyllum punctatum</i>	II					
Outras Rhodophyta “Filamentosas” (9)	II	Sim	X	X	X	X
<i>Phyllophora spp./Rhodymenia pseudopalmata</i>	II					X
<i>Palmaria palmata</i>	I					
<i>Peyssonnelia spp.</i>	I					
<i>Plocamium cartilagineum/Sphaerococcus coronopifolius</i>	I		X	X	X	X
<i>Porphyra spp.</i>	II	Sim	X	X	X	X
<i>Pterosiphonia complanata</i>	II		X	X	X	X
<i>Scinaia furcellata</i>	I		X		X	
Total de taxa			40	36	40	25

(1) *Chaetomorpha*, *Pseudendoclonium*, *Rhizoclonium*, *Ulothricales*; (2) *Ulva* spp. “Tipo Laminar” em oposição a; (3) “Tipo Tubular” como a “ex-*Enteromorpha* spp.”; (4) *Ectocarpales/Sphacelaria* spp.; (5) *Champia*, *Chylocladia*, *Gastroclonium*, *Lomentaria*; (6) *Lithophyllum*, *Melobesia*, *Mesophyllum*, *Phymatolithon*; (7) *Amphiroa*, *Corallina*, *Jania*; (8) *Gelidium*, *Pterocladia*; (9) *Acrochaetium*, *Aglaothamnion*, *Antithamnion*, *Bangia*, *Boergeseniella*, *Brongniartella*, *Colaenema*, *Callithamnion*, *Ceramium*, *Composothamnion*, *Dasya*, *Erythrotrichiaceae*, *Herposiphonia*, *Heterosiphonia*, *Janczewskia*, *Leptosiphonia*, *Lophosiphonia*, *Ophidocladus*, *Pleonosporium*, *Plumaria*, *Polysiphonia*, *Pterosiphonia* (exceto *P. complanata*), *Pterothamnion*, *Ptilothamnion*, *Rhodothamniella*, *Streblocladia*, *Vertebrata*.

Tab. 6 – Avaliação da descrição da costa da SAU *Intertidal rochoso*, nomeadamente das praias da Carruagem, de Belinho, de São Bartolomeu, de Suave Mar e da Apúlia (adaptado de Wells et al., 2007).

Parâmetros	Pontuações	Intertidal				
		Carruagem	Belinho	São Bartolomeu	Suave Mar	Apúlia
Descrição da costa						
Presença de turbidez (conhecida como não antropogénica)						
Sim	0	0	0		0	0
Areia limpa						
Sim	0	0	0		0	0
Resultado						
Tipo de costa dominante						
Crista/Afloramento/Plataforma rochosa	4	4	4	4		
Rocha irregular	3	3	3	3		3
Grandes/Médios/Pequenos blocos rochosos	3	3	3	3		
Parede vertical/Inclinada	2					2
Seixos/Pedras	1	1	1	1		
Areão/Areia grossa	0	0	0		0	0
Resultado		4	4	4	0	3
Sub-Habitats						
Poças grandes pouco profundas (> 3m largura e < 50 cm profundidade)	4	4	4	4		
Poças extensas (> 6 m comprimento)	4	4	4	4		
Poças profundas (50% > 1 m profundidade)	4	4	4	4		
Poças (outras)	3	3	3	3		3
Fendas grandes	3	3	3	3		
Balcões grandes e paredes verticais	2					2
Outros habitats	2	2	2	2		2
Nenhum	0				0	
Resultado		4	4	4	0	3
Número total de sub-habitats						
> 4	4	4	4	4		
3	3					3
0	0				0	
Resultado		4	4	4	0	3
Soma das pontuações		12	12	12	0	9
Média das pontuações		9				

Tab. 7 – Avaliação da descrição da costa da SAU *Subtidal rochoso*, nomeadamente das praias da Carruagem, de Belinho, de São Bartolomeu e da Apúlia (adaptado de Wells et al., 2007).

Parâmetros	Pontuações	Subtidal			
		Carruagem	Belinho	São Bartolomeu	Apúlia
Descrição da costa					
Presença de turbidez (conhecida como não antropogénica)					
Sim	0	0	0	0	0
Areia limpa					
Sim	0	0	0	0	0
Resultado					
Tipo de costa dominante					
Rocha irregular	3	3	3	3	3
Grandes/Médios/Pequenos blocos rochosos	3	3	3	3	3
Areão/Areia grossa	0	0	0	0	0
Resultado		3	3	3	3
Sub-Habitats					
Fendas grandes	3	3	3	3	3
Balcões grandes e paredes verticais	2	2	2	2	2
Outros <i>habitats</i>	2	2	2	2	2
Grutas	1	1	1	1	1
Resultado		3	3	3	3
Número total de sub-habitats					
> 4	4	4	4	4	4
Resultado		4	4	4	4
Soma das pontuações		10	10	10	10
Média das pontuações		10			

Os resultados do índice multimétrico MarMAT e as respetivas métricas por SAUs são apresentadas na **Tabela 8**. De um modo geral, ambas as SAUs *Intertidal rochoso* e *Subtidal rochoso* apresentaram EQS **EXCELENTE**, a nível global e sazonal.

A qualidade das massas de água das SAUs *Intertidal rochoso* e *Subtidal rochoso* foram classificadas como estando em EQS **EXCELENTE** (EQR = 0,97 e EQR = 0,86, respetivamente) (**Tabela 8**), tanto a nível global como sazonal. Este resultado era esperado, visto que apenas a métrica “Descrição da costa” foi a única classificada com pontuação inferior a 4 na SAU *Intertidal rochoso*, e apenas as métricas “Riqueza específica”, “Número de vermelhas” e “Descrição da costa” foram classificadas com pontuação inferior a 4 na SAU *Subtidal rochoso*.

Tab. 8 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MarMAT, das SAUs *Intertidal* e *Subtidal rochoso*, referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). A SAU *Subtidal rochoso* apenas tem dados de pri-ver. EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Arenas et al., 2020).

Métricas MarMAT		Intertidal		Subtidal
		Global	out-inv	Global
RESULTADOS	Riqueza específica (*)	40,00	36,00	40,00
	Proporção de verdes	0,13	0,11	0,13
	Número de vermelhas	26,00	24,00	26,00
	Número de oportunistas/Rácio ESG I	0,46	0,42	0,46
	Proporção de oportunistas	0,15	0,14	0,15
	Descrição da costa	9,00	9,00	9,00
	Cobertura de oportunistas (%) (*)	3,36	3,36	3,36
PONTUAÇÕES	Riqueza específica *	4 (8)	4 (8)	4 (8)
	Proporção de verdes	4	4	4
	Número de vermelhas	4	4	4
	Número de oportunistas/Rácio ESG I	4	4	4
	Proporção de oportunistas	4	4	4
	Descrição da costa	3	3	3
	Cobertura de oportunistas (%) (*)	4 (8)	4 (8)	4 (8)
Soma das pontuações		35	35	35
Rácio de Qualidade Ecológica (EQR)		0,97	0,97	0,97
Rácio de Estado Ecológico (EQS)		Excelente	Excelente	Excelente

(*) fator 2, é contabilizado 2 vezes na soma final

Índice Multivariate-AMBI (M-AMBI)

As **Tabelas 9** e **10** representam os resultados do índice AMBI e do índice M-AMBI para a SAU *Intertidal arenoso*, respetivamente. Na **Tabela 9**, o AMBI no outono-inverno e na primavera-verão, apresentaram um índice biótico correspondente ao valor 2, uma vez que apresentaram na sua maioria taxa de ESG III, ou seja, indicadores de pior qualidade ambiental (75,1% e 69,7%, respetivamente), tendo como classificação ligeiramente

perturbável, ou seja, locais ligeiramente poluídos (Grall & Glémarec, 1997). A riqueza específica e a diversidade de espécies foram menores no outono-inverno, com 26 espécies e 2,38 de diversidade, comparativamente à primavera-verão, com 34 espécies e 3,03 de diversidade. Estas variáveis foram baixas comparativamente com a SAU *Subtidal arenoso*. Aos grupos ecológicos não foram atribuídos mais de 20% dos taxa, nomeadamente 77,7% e 76,2%, no outono-inverno e na primavera-verão, respetivamente.

Os resultados do M-AMBI (**Tabela 10**), que resultou da utilização das variáveis AMBI, riqueza específica e diversidade de espécies indicou, um EQS **EXCELENTE** da SAU *Intertidal arenoso*, a nível global (M-AMBI = 0,915) e sazonal (M-AMBI = 0,831, outono-inverno; M-AMBI = 1,000, primavera-verão).

Tab. 9 – Resultados do índice AMBI, da SAU *Intertidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). I a V, grupos de estado ecológico (ESG - *Ecological State Groups*); IB, Índice Biótico; N.A., Taxa Não Atribuídos ao índice AMBI.

Dados	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	AMBI	IB	Classificação Perturbação	Riqueza	Diversidade	N.A (%)
out-inv	20,3	1,8	75,1	2,8	0,0	2,332	2	Ligeiramente perturbável	26	2,38	77,7
pri-ver	27,3	3,0	69,7	0,0	0,0	2,131	2	Ligeiramente perturbável	34	3,03	76,2

Tab. 10 – Resultados do índice M-AMBI, da SAU *Intertidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)) e dados globais. X, Y e Z, eixos da análise fatorial.

Dados	AMBI	Riqueza	Diversidade	X	Y	Z	M-AMBI	Estado
out-inv	2,332	26	2,382	-0,538	0,550	-0,000	0,831	Excelente
pri-ver	2,131	34	3,034	-1,332	1,241	-0,000	1,000	Excelente
global	2,232	47	2,708	-0,935	0,896	-0,000	0,915	Excelente

As **Tabelas 11** e **12** representam os resultados do índice AMBI e do índice M-AMBI para a SAU *Subtidal arenoso*, respetivamente. Na **Tabela 11**, o AMBI no outono-inverno e na primavera-verão, apresentaram um índice biótico correspondente ao valor 1, uma vez que apresentaram sua maioria taxa do ESG II (64,0%) e I (83,7%), respetivamente, sendo classificados como imperturbáveis, ou locais não poluídos (Grall & Glémarec, 1997). No outono-inverno a riqueza específica e a diversidade de espécies corresponderam a 46 espécies e 4,34 de diversidade. Na primavera-verão observou-se um aumento da riqueza específica (86 espécies) e ligeira diminuição da diversidade (4,13). Não foram atribuídos aos grupos ecológicos mais de 20% dos taxa, nomeadamente 69,5% e 29,6%, respetivamente.

Segundo o cálculo do M-AMBI (**Tabela 12**), que derivou da utilização das variáveis AMBI, riqueza específica e diversidade de espécies, indicou um EQS **EXCELENTE** da SAU *Subtidal arenoso*, a nível global (M-AMBI = 0,904) e sazonal (M-AMBI = 0,823, outono-inverno; M-AMBI = 0,984, primavera-verão).

Tab. 11 – Resultados do índice AMBI, da SAU *Subtidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). I a V, grupos ecológicos; IB, Índice Biótico; N.A., Taxa Não Atribuídos ao índice AMBI.

Dados	I (%)	II (%)	III (%)	IV (%)	V (%)	AMBI	IB	Classificação Perturbação	Riqueza	Diversidade	N.A (%)
out-inv	34,8	64,0	1,2	0,0	0,0	0,997	1	Imperturbável	46	4,34	69,5
pri-ver	83,7	9,4	6,7	0,1	0,1	0,652	1	Imperturbável	86	4,13	29,6

Tab. 12 – Resultados do índice M-AMBI, da SAU *Subtidal arenoso*, referentes aos dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)) e dados globais. X, Y e Z, eixos da análise fatorial.

Dados	AMBI	Riqueza	Diversidade	X	Y	Z	M-AMBI	Estado
out-inv	0,997	46	4,336	-0,690	-0,321	-0,003	0,823	Excelente
pri-ver	0,652	86	4,134	-1,225	-1,183	-0,009	0,984	Excelente
global	0,825	66	4,235	-0,958	-0,752	-0,006	0,904	Excelente

Índice MFCI (Marine Fish Community Index)

A qualidade e o estado ecológico obtido do índice MFCI e as respetivas métricas por tipologia e SAUs são apresentadas nas **Tabelas 13-15**, e **Anexo 10**. De um modo geral, as SAUs *Subtidal arenoso* e *Subtidal rochoso* apresentaram um EQS **BOM** e **MODERADO**, a nível global e a nível sazonal (primavera-verão), respetivamente. Todavia, a SAU *Pelágico*, apresentou a nível global um EQS **MODERADO** e a nível sazonal (outono-inverno e primavera-verão) um EQS **BOM**.

A SAU *Subtidal rochoso* foi classificada com EQS **MODERADO** (EQR = 0,62), por apresentar pontuações mais baixas nas métricas relativas ao atributo diversidade e composição (“Número total de espécies” e “Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies”), e nas métricas “Proporção de espécies reprodutoras, excluindo espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*” e “Proporção de espécies invertívoras”, relativas aos atributos função de viveiro e integridade trófica, respetivamente (**Tabela 13**).

Tab. 13 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MFCI, da SAU *Subtidal rochoso*, referentes aos dados globais, apenas referentes aos dados de primavera-verão (pri-ver). EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Arenas et al., 2020).

Métricas MFCI	Resultados	Pontuações
Número total de espécies	18,00	2
Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies	0,00	1
Número de espécies que constituem 90% da abundância	11,00	3
Rácio comercial/não comercial (em proporção de espécies)	0,70	4
Proporção de espécies residentes	0,50	5
Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i> *	0,33	1
Proporção de espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i> *	0,33	3
Função de viveiro (ponderação das métricas *)	3,00	3
Proporção de espécies invertívoras	0,22	2
Proporção de espécies omnívoras	0,22	3
Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras	0,33	5
Soma das pontuações		28
Rácio de Qualidade Ecológica (EQR)		0,62
Rácio de Estado Ecológico (EQS)		Moderado

A SAU *Subtidal arenoso* foi classificada com EQS **BOM** (EQR = 0,68), por apresentar pontuações intermédias e elevadas nas métricas relativas ao atributo diversidade e composição (“Número total de espécies”, “Rácio pelágico e demersal” e “Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies”), a métrica “Número de espécies que constituem 90% da abundância, excluindo espécies gregárias” do atributo abundância relativa e as métricas do atributo integridade trófica (“Proporção de espécies zooplanctívoras” e “Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras”) (**Tabela 14**).

Tab. 14 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MFCI, da SAU *Subtidal arenoso*, referentes aos dados globais, apenas referentes aos dados de primavera-verão (pri-ver). EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Arenas et al., 2020).

Métricas MFCI	Resultados	Pontuações
Número total de espécies	33,00	4
Rácio pelágico/demersal (em número de espécies)	0,44	5
Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies	0,15	5
Abundância total ($\ln(n + 1)$)	2,98	2
Número de espécies que constituem 90% da abundância, excluindo espécies gregárias	9,00	5
Proporção de espécies de baixa e muito baixa resiliência	0,18	2
Proporção de espécies reprodutoras	0,09	1
Proporção de espécies zooplanctívoras	0,09	4
Proporção de espécies invertívoras	0,18	2
Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras	0,64	4
Soma das pontuações		34
Rácio de Qualidade Ecológica (EQR)		0,68
Rácio de Estado Ecológico (EQS)		Bom

A SAU *Pelágico* foi classificada com EQS **MODERADO** a nível global (EQR = 0,67), por possuir pontuações baixas nas métricas relativas aos atributos abundância relativa (“Número de espécies que constituem 90% da abundância” e “Rácio comercial/não comercial”), função de viveiro (“Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*”) e integridade trófica (“Proporção de espécies invertívoras”) (**Tabela 15**). A pontuação obtida teve um valor muito próximo do bom da escala de qualidade ecológica, encontrando-se no limite do moderado.

A nível sazonal, a SAU *Pelágico* foi classificada com EQS **BOM** (EQR = 0,82 – outono-inverno; EQR = 0,71 – primavera-verão). No outono-inverno por possuir pontuações elevadas nas métricas dos quatro atributos, nomeadamente, diversidade e composição (“Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies”), abundância relativa (“Proporção de espécies residentes”), função de viveiro (“Proporção de espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*”) e integridade trófica (“Proporção de espécies omnívoras” e “Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras”). Na primavera-verão por possuir três métricas com pontuações elevadas, nomeadamente, “Proporção de espécies residentes”, “Proporção de espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*” e “Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras”, referentes a três atributos, abundância relativa, função de viveiro e integridade trófica, respetivamente.

Tab. 15 – Resultados e respetivas pontuações das métricas do índice MFCI, da SAU *Pelágico*, referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica; EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica.

Métricas MFCI		Global	out-inv	pri-ver
RESULTADOS	Número total de espécies	41,00	27,00	31,00
	Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies	0,12	0,15	0,063
	Número de espécies que constituem 90% da abundância	6,00	4,00	6,00
	Rácio comercial/não comercial (em proporção de espécies)	0,28	0,22	0,20
	Proporção de espécies residentes	0,37	0,41	0,42
	Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i> *	0,22	0,19	0,19
	Proporção de espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i> *	0,41	0,41	0,45
	Função de viveiro (ponderação das métricas *)	3,00	3,00	3,00

(RESUL. (CONT.))	Proporção de espécies invertívoras	0,29	0,26	0,29
	Proporção de espécies omnívoras	0,20	0,15	0,23
	Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras	0,24	0,26	0,19
PONTUAÇÕES	Número total de espécies	4	3	3
	Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies	4	5	2
	Número de espécies que constituem 90% da abundância	2	1	2
	Rácio comercial/não comercial (em proporção de espécies)	2	2	2
	Proporção de espécies residentes	4	5	5
	Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i> *	1	1	1
	Proporção de espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i> *	5	5	5
	Função de viveiro (ponderação das métricas *)	3	3	3
	Proporção de espécies invertívoras	2	2	2
	Proporção de espécies omnívoras	4	5	3
	Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras	5	5	4
	Soma das pontuações	30	37	32
	Rácio de Qualidade Ecológica (EQR)	0,67	0,82	0,71
	Rácio de Estado Ecológico (EQS)	Moderado	Bom	Bom

3.2.2 Nested Environmental status Assessment Tool (NEAT)

Os valores médios e os respetivos desvio-padrão, globais ^(G) e sazonais (outono-inverno ^(OI) e primavera-verão ^(PV)), de todos os indicadores calculados para as diferentes componentes ecossistémicas e SAUs estão resumidos na **Tabela 16**, nomeadamente:

- macroalgas – Índice MarMAT ($0,97 \pm 0,50^{G, OI, PV}$; $0,86 \pm 0,20^{G, PV}$) e Índice Shannon-Wiener ($0,70 \pm 0,53^G$, $0,65 \pm 0,51^{OI}$ e $0,73 \pm 0,54^{PV}$; $0,84 \pm 0,41^{G, PV}$), para as SAUs *Intertidal rochoso* e *Subtidal rochoso*, respetivamente;
- macroinvertebrados – Riqueza específica ($8,13 \pm 5,47^G$, $8,94 \pm 6,43^{OI}$ e $7,60 \pm 4,66^{PV}$; $9,49 \pm 5,03^{G, PV}$) e Índice de Shannon-Wiener ($1,15 \pm 0,69^G$, $1,11 \pm 0,70^{OI}$ e $1,17 \pm 0,69^{PV}$; $1,58 \pm 0,57^{G, PV}$), para as SAUs *Intertidal rochoso* e *Subtidal rochoso*,

respetivamente; Índice de Shannon-Wiener ($0,33 \pm 0,49^G$, $0,30 \pm 0,45^{OI}$ e $0,36 \pm 0,53^{PV}$; $1,37 \pm 0,58^G$, $1,17 \pm 0,65^{OI}$ e $1,47 \pm 0,52^{PV}$;) e M-AMBI ($0,92 \pm 0,12^G$, $0,83 \pm 0,27^{OI}$ e $1,00 \pm 0,02^{PV}$; $0,90 \pm 0,11^G$, $0,82 \pm 0,00^{OI}$ e $0,98 \pm 0,00^{PV}$), para as SAUs *Intertidal arenoso* e *Subtidal arenoso*, respetivamente;

- (iii) peixes – Índice MFCI ($0,62 \pm 0,50^{G, PV}$; $0,68 \pm 0,50^{G, PV}$), para as SAUs *Subtidal rochoso* e *Subtidal arenoso*, respetivamente;
- (iv) fitoplâncton – Percentil 90.º de clorofila a ($6,97 \pm 4,15^G$, $11,80 \pm 5,10^{OI}$ e $9,77 \pm 4,41^{PV}$), para a SAU *Pelágico*;
- (v) ictioplâncton – Índice MFCI ($0,67 \pm 0,50^G$, $0,82 \pm 0,50^{OI}$ e $0,71 \pm 0,50^{PV}$), para a SAU *Pelágico*;
- (vi) parâmetros físico-químicos – Oxigénio dissolvido ($8,05 \pm 0,71^G$, $8,20 \pm 0,69^{OI}$ e $8,16 \pm 0,81^{PV}$), turbidez ($1,05 \pm 1,02^G$, $1,12 \pm 1,10^{OI}$ e $0,75 \pm 0,89^{PV}$), nitratos ($7,40 \pm 4,75^G$, $6,64 \pm 4,41^{OI}$ e $7,21 \pm 4,93^{PV}$), nitritos ($0,33 \pm 0,13^G$, $0,38 \pm 0,12^{OI}$ e $0,29 \pm 0,11^{PV}$), amónia ($2,08 \pm 3,13^G$, $2,55 \pm 3,87^{OI}$ e $2,11 \pm 3,56^{PV}$) e fosfatos ($0,74 \pm 0,44^G$, $0,87 \pm 0,49^{OI}$ e $0,53 \pm 0,26^{PV}$), para a SAU *Pelágico*.
- (vii) metais – Cobre ($0,001 \pm 0,001^G$, $0,001 \pm 0,000^{OI}$ e $0,002 \pm 0,000^{PV}$), zinco ($0,004 \pm 0,004^G$, $0,002 \pm 0,002^{OI}$ e $0,005 \pm 0,004^{PV}$), cádmio ($0,000 \pm 0,000^{G, OI, PV}$), chumbo ($0,001 \pm 0,001^{G, OI, PV}$) e níquel ($0,002 \pm 0,001^{G, OI, PV}$), para a SAU *Pelágico*.
- (viii) PAHs – Antraceno, fluoranteno e naftaleno ($0,002 \pm 0,000^{G, OI, PV}$), para a SAU *Pelágico*.

Conjuntamente, na **Tabela 16**, estão descritos todos os valores de referência considerados e respetivas fontes bibliográficas.

^G refere-se aos dados globais

^{OI} refere-se aos dados de outono-inverno

^{PV} refere-se aos dados de primavera-verão

Tab. 16 – Unidades de Avaliação Espacial (SAUs), *habitats*, componentes ecossistémicas, indicadores e valores médios e desvios padrão incluídos no NEAT para o cálculo da avaliação do PNLN. Os valores médios e desvios padrão são referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). Os valores das condições de referência usados (Pior, Mau/Pobre, Pobre/Moderado, Moderado/Bom, Bom/Excelente, Melhor) para cada indicador estão indicados nas referências (adaptado de Arenas et al., 2020).

SAUs	Área (ha)	Habitat	Componente Ecosistémica	Indicador	Valor ± DP		Condições de referência							Referência
					Global	out/inv	pri/ver	Pior	Mau/Pobre	Pobre/Mod.	Mod./Bom	Bom/Excel.	Melhor	
PNLN	7 950													
Intertidal	356													
Intertidal Rochoso	180	Rochoso	Macroalgas	Índice MarMAT	0,97 ± 0,50	0,97 ± 0,50	0,97 ± 0,50	0,20	0,21	0,41	0,61	0,81	1,00	Carletti & Heiskanen, 2009; Comissão Europeia, 2018; Gaspar et al., 2012; Neto et al., 2012; Wells et al., 2007
				Índice Shannon-Wiener	0,70 ± 0,53	0,65 ± 0,51	0,73 ± 0,54	0,00			2,00		4,10	Shannon & Weaver, 1963
			Macroinvertebrados	Riqueza de específica	8,13 ± 5,47	8,94 ± 6,43	7,60 ± 4,66	2,00			7,00		16,00	
				Índice Shannon-Wiener	1,15 ± 0,69	1,11 ± 0,70	1,17 ± 0,69	0,00			2,00		4,10	Shannon & Weaver, 1963
Intertidal Arenoso	176	Arenoso	Macroinvertebrados	Índice Shannon-Wiener	0,33 ± 0,49	0,30 ± 0,45	0,36 ± 0,53	0,00			2,00		4,10	Shannon & Weaver, 1963
				Índice M-AMBI	0,92 ± 0,12	0,83 ± 0,27	1,00 ± 0,02	0,00	0,20	0,39	0,53	0,77	1,00	Borja et al., 2004, 2007, 2009b, 2012b; Carletti & Heiskanen, 2009; Comissão Europeia, 2013
Subtidal	6 708													
Subtidal Rochoso	5 565	Rochoso	Macroalgas	Índice MarMAT	0,86 ± 0,50	-	0,86 ± 0,50	0,20	0,21	0,41	0,61	0,81	1,00	Carletti e Heiskanen, 2009; Comissão Europeia, 2018; Gaspar et al., 2012; Neto et al., 2012; Wells et al., 2007
				Índice Shannon-Wiener	0,84 ± 0,41	-	0,84 ± 0,41	0,00			2,00		4,10	Shannon & Weaver, 1963
			Macroinvertebrados	Riqueza específica	9,49 ± 5,03	-	9,49 ± 5,03	3,80			8,00		16,00	
				Índice Shannon-Wiener	1,58 ± 0,57	-	1,58 ± 0,57	0,00			2,00		4,10	Shannon & Weaver, 1963
			Peixes	Índice MFCI	0,62 ± 0,50	-	0,62 ± 0,50	0,35	0,36	0,52	0,68	0,84	1,00	Henriques et al., 2008a
Subtidal Arenoso	1 143	Arenoso	Macroinvertebrados	Índice Shannon-Wiener	1,37 ± 0,58	1,17 ± 0,65	1,47 ± 0,52	0,00			2,00		4,10	Shannon & Weaver, 1963
				Índice M-AMBI	0,90 ± 0,11	0,82 ± 0,00	0,98 ± 0,00	0,00	0,20	0,39	0,53	0,77	1,00	Borja et al., 2004, 2007, 2009b, 2012b; Carletti e Heiskanen, 2009; Comissão Europeia, 2013
			Peixes	Índice MFCI	0,68 ± 0,50	-	0,68 ± 0,50	0,35	0,36	0,52	0,68	0,84	1,00	Henriques et al., 2008a

Tab. 16 (continuação) – Unidades de Avaliação Espacial (SAUs), *habitats*, componentes ecossistémicas, indicadores e valores médios e desvios padrão incluídos no NEAT para o cálculo da avaliação do PNLN. Os valores médios e desvios padrão são referentes aos dados globais e dados sazonais (outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver)). Os valores das condições de referência usados (Pior, Mau/Pobre, Pobre/Moderado, Moderado/Bom, Bom/Excelente, Melhor) para cada indicador estão indicados nas referências (adaptado de Arenas et al., 2020).

Pelágico	7 770												
	Coluna de água	Fitoplâncton	90.º Percentil de clorofila a (µg L ⁻¹)	6,97 ± 4,15	11,80 ± 5,10	9,77 ± 4,41	24,00			12,00	8,00	4,00	Carletti & Heiskanen, 2009; Comissão Europeia, 2018
	(zona eufótica)	Ictioplâncton	Marine Fish Community Index (MFCI)	0,67 ± 0,50	0,82 ± 0,50	0,71 ± 0,50	0,35	0,36	0,52	0,68	0,84	1,00	Henriques et al., 2008a
Parâmetros		Oxigénio Dissolvido (mg L ⁻¹)	8,05 ± 0,71	8,20 ± 0,69	8,16 ± 0,81	1,50		1,60	2,40	4,00	5,70	Best et al., 2007	
Físico-Químicos		Turbidez (FTU)	1,05 ± 1,02	1,12 ± 1,10	0,75 ± 0,89	100,00			5,00		0,00	Bald et al., 2005; Nemati et al., 2017	
			Nitratos (µmol L ⁻¹)	7,40 ± 4,75	6,64 ± 4,41	7,21 ± 4,93	163,03			98,00		58,71	Bald et al., 2005
			Nitritos (µmol L ⁻¹)	0,33 ± 0,13	0,38 ± 0,12	0,29 ± 0,11	10,00			0,45		0,00	Borja et al., 2016b
			Amónia (µmol L ⁻¹)	2,08 ± 3,13	2,55 ± 3,87	2,11 ± 3,56	50,41			27,55		4,69	Bald et al., 2005
			Fosfatos (µmol L ⁻¹)	0,74 ± 0,44	0,87 ± 0,49	0,53 ± 0,26	10,58			4,70		1,06	Bald et al., 2005
		Metais	Cobre (µg L ⁻¹)	0,001 ± 0,001	0,001 ± 0,000	0,002 ± 0,000	10,00			0,52		0,00	Pavlidou et al., 2019
			Zinco (µg L ⁻¹)	0,004 ± 0,004	0,002 ± 0,002	0,005 ± 0,004	1000			7,52		0,00	Pavlidou et al., 2019
			Cádmio (µg L ⁻¹)	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	0,000 ± 0,000	10,00	1,80	0,60	0,20		0,00	Borja et al., 2019; Comissão Europeia, 2013
			Chumbo (µg L ⁻¹)	0,001 ± 0,000	0,001 ± 0,000	0,001 ± 0,000	100,00	11,70	3,90	1,30		0,00	Borja et al., 2019; Comissão Europeia, 2013
			Níquel (µg L ⁻¹)	0,002 ± 0,001	0,002 ± 0,001	0,002 ± 0,001	1000	77,40	25,80	8,60		0,00	Borja et al., 2019; Comissão Europeia, 2013
		PAHs	Antraceno (µg L ⁻¹)	0,002 ± 0,000	0,002 ± 0,000	0,002 ± 0,000	10,00	0,90	0,30	0,10		0,00	Borja et al., 2019; Comissão Europeia, 2013
			Fluoranteno (µg L ⁻¹)	0,002 ± 0,000	0,002 ± 0,000	0,002 ± 0,000	10,00	0,057	0,019	0,0063		0,00	Borja et al., 2019; Comissão Europeia, 2013
			Naftaleno (µg L ⁻¹)	0,002 ± 0,000	0,002 ± 0,000	0,002 ± 0,000	100,00	18,00	6,00	2,00		0,00	Borja et al., 2019; Comissão Europeia, 2013

3.2.2.1 Avaliação global

O NEAT foi calculado para as várias SAUs consideradas, nomeadamente, o *Intertidal rochoso* e *arenoso*, o *Subtidal rochoso* e *arenoso* e o *Pelágico*, relativamente às componentes ecossistémicas (macroalgas, macroinvertebrados, peixes, fitoplâncton, ictioplâncton, parâmetros físico-químicos, metais e PAHs) e aos *habitats* (rochoso, arenoso e coluna de água), para avaliar o estado ambiental do PNLN.

De maneira a poder comparar a influência das áreas de cada SAU na avaliação do estado ambiental, o valor final do NEAT foi calculado sem e com ponderação da área de cada SAU considerada. Os resultados da avaliação do NEAT para o PNLN e para cada uma das SAUs, sem e com ponderação da área de cada SAU, são apresentados na **Tabela 17**.

Ao integrar todas as informações provenientes dos 20 indicadores utilizados num tratamento sem ponderação, o valor NEAT (0,742) indicou que a área de estudo se encontra em BEA, ou seja, em estado ambiental **BOM** (**Tabela 17**). Este resultado apresentou um bom valor de confiança. Com a ponderação da área de cada SAU, os resultados foram ligeiramente diferentes, uma vez que foi dado maior peso às SAUs com maior área do PNLN, nomeadamente, as SAUs *Pelágico* e *Subtidal rochoso*. Neste caso, a avaliação integrada classificou novamente o PNLN em estado ambiental **BOM**, com valor NEAT (0,799) e com valor de confiança entre bom e excelente (**Tabela 17**).

No que diz respeito às SAUs individualmente, a SAU *Pelágico* apresentou estado ambiental **EXCELENTE** (NEAT = 0,932, sem e com ponderação), as SAUs *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,727, sem e com ponderação), *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,656, sem e com ponderação) e *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,641, sem e com ponderação), apresentaram estado ambiental **BOM**. Apenas a SAU *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,564, sem e com ponderação) foi classificada com estado ambiental **MODERADO**. O tratamento com ponderação deu mais importância às SAUs *Pelágico* e *Subtidal rochoso*, uma vez que representam uma grande parte da área total do PNLN.

Das seis componentes ecossistémicas que indicaram BEA, quatro apresentaram estar em estado ambiental **EXCELENTE**, nomeadamente: fitoplâncton (NEAT = 0,852, sem e com ponderação), parâmetros físico-químicos (NEAT = 0,937, sem e com ponderação), metais (NEAT = 1,000, sem e com ponderação), PAHs (NEAT = 0,953, sem e com ponderação). Em estado ambiental **BOM** foram classificadas duas componentes ecossistémicas, nomeadamente: macroalgas (NEAT = 0,744, sem ponderação; NEAT = 0,687, com ponderação) e macroinvertebrados (NEAT = 0,624, sem ponderação; NEAT = 0,679, com ponderação). Apenas as componentes ecossistémicas peixes (NEAT = 0,572, sem

ponderação; NEAT = 0,544, com ponderação) e ictioplâncton (NEAT = 0,587, sem e com ponderação), indicaram estar em estado ambiental **MODERADO**.

A componente ecossistémica macroalgas apresentou estar em estado ambiental **BOM** nas SAUs *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,786, sem e com ponderação) e *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,682, sem e com ponderação). A componente ecossistémica macroinvertebrados apresentou estar em estado ambiental **BOM** em todas as SAUs, *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,640, sem e com ponderação), *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,695, sem e com ponderação) e *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,662, sem e com ponderação), com exceção da SAU *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,564, sem e com ponderação). A componente ecossistémica peixes apresentou estar em estado ambiental **BOM** na SAU *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,600, sem e com ponderação), porém em estado ambiental **MODERADO** na SAU *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,525, sem e com ponderação). Todas as componentes ecossistémicas da SAU *Pelágico* apresentaram estar em estado ambiental **EXCELENTE**, como exceção da componente ictioplâncton, com estado ambiental **MODERADO**.

Dos três *habitats* considerados, todos eles apresentaram estar em BEA, a coluna de água com estado ambiental **EXCELENTE** (NEAT = 0,932, sem e com ponderação), o *habitat rochoso* (NEAT = 0,692, sem ponderação; NEAT = 0,658, com ponderação) e o *habitat arenoso* (NEAT = 0,603, sem ponderação; NEAT = 0,631, com ponderação) em estado ambiental **BOM**. No *habitat rochoso*, ambas as SAUs *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,727, sem e com ponderação) e *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,656, sem e com ponderação) apresentaram estado ambiental **BOM**. No entanto, no *habitat arenoso*, a SAU *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,641, sem e com ponderação) apresentou estado ambiental **BOM**, mas a SAU *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,564, sem e com ponderação) estado ambiental **MODERADO**.

Tab. 17 – Sumário dos valores globais da avaliação, para o PNLN, das SAUs *Intertidal*, *Subtidal* e *Pelágico* e as suas subzonas, sem e com a ponderação por SAU. Valores para as componentes ecossistémicas (Macroalgas; Macroinvert., Macroinvertebrados; Peixes; Fito., Fitoplâncton; Ictio., Ictioplâncton; FQ, Parâmetros Físico-Químicos; Metais; PAHs; Peixes; FQ, Parâmetros Físico-Químicos) e para os *habitats* (Rochoso, Arenoso, Coluna de Água). As cores indicam o estado ambiental: Elevado: azul; Bom (BEA): verde; Moderado: amarelo; Pobre: laranja; Mau: vermelho (adaptado de Arenas et al., 2020).

Sem ponderação															
SAUs	Área (ha)	Peso SAU	Valor NEAT	Nível Confiança	Componente Ecossistémica								Habitat		
					Macro Algas	Macro Invert.	Peixes	Fito.	Ictio.	FQ	Metais	PAHs	Rochoso	Arenoso	Coluna Água
PNLN	1	0,000	0,742		0,744	0,624	0,572	0,852	0,587	0,937	1,000	0,953	0,692	0,603	0,932
Intertidal	1	0,000	0,646		0,786	0,586							0,727	0,564	
Intertidal Rochoso	1	0,167	0,727		0,786	0,640							0,727		
Intertidal Arenoso	1	0,167	0,564			0,564								0,564	
Subtidal	1	0,000	0,649		0,682	0,675	0,572						0,656	0,641	
Subtidal Rochoso	1	0,176	0,656		0,682	0,695	0,525						0,656		
Subtidal Arenoso	1	0,167	0,641			0,662	0,600							0,641	
Pelágico	1	0,333	0,932					0,852	0,587	0,937	1,000	0,953			0,932

Ponderação por SAU															
SAUs	Área (ha)	Peso SAU	Valor NEAT	Nível Confiança	Componente Ecossistémica								Habitat		
					Macro Algas	Macro Invert.	Peixes	Fito.	Ictio.	FQ	Metais	PAHs	Rochoso	Arenoso	Coluna Água
PNLN	7 950	0,000	0,799		0,687	0,679	0,544	0,852	0,587	0,937	1,000	0,953	0,658	0,631	0,932
Intertidal	356	0,000	0,647		0,786	0,586							0,727	0,564	
Intertidal Rochoso	180	0,012	0,727		0,786	0,640							0,727		
Intertidal Arenoso	176	0,012	0,564			0,564								0,564	
Subtidal	6 708	0,000	0,653		0,682	0,687	0,544						0,656	0,641	
Subtidal Rochoso	5 565	0,375	0,656		0,682	0,695	0,525						0,656		
Subtidal Arenoso	1 143	0,077	0,641			0,662	0,600							0,641	
Pelágico	7 770	0,524	0,932					0,852	0,587	0,937	1,000	0,953			0,932

3.2.2.2 Variação sazonal

Os valores finais do NEAT mostraram não haver variação sazonal no estado ambiental do PNLN. A área de estudo encontrava-se em BEA no outono-inverno (NEAT = 0,677, sem ponderação; NEAT = 0,767, com ponderação) e na primavera-verão (NEAT = 0,703, sem ponderação; NEAT = 0,769, com ponderação), com bons valores de confiança sem ponderação; e entre bons e excelentes valores de confiança com ponderação da área de cada SAU (**Tabelas 18 e 19**).

Outono-inverno

No que diz respeito às SAUs, a SAU *Pelágico* foi a única que apresentou estado ambiental **EXCELENTE** (NEAT = 0,926 sem e com ponderação), uma vez que as SAUs *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,546, sem e com ponderação), *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,471, sem e com ponderação) e *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,597, sem e com ponderação) obtiveram uma classificação de estado ambiental **MODERADO** (**Tabelas 18 e 19**).

Das quatro componentes ecossistémicas que indicaram BEA, três apresentaram estar em estado ambiental **EXCELENTE**, nomeadamente: parâmetros físico-químicos (NEAT = 0,929, sem e com ponderação), metais (NEAT = 1,000, sem e com ponderação), PAHs (NEAT = 0,953, sem e com ponderação); duas apresentaram estar em estado ambiental **BOM**, nomeadamente: fitoplâncton (NEAT = 0,610, sem e com ponderação) e ictioplâncton (NEAT = 0,775, sem e com ponderação) (**Tabelas 18 e 19**). As componentes ecossistémicas macroalgas (NEAT = 0,582, sem e com ponderação) e macroinvertebrados (NEAT = 0,549, sem ponderação; NEAT = 0,593, com ponderação) indicaram estar em estado ambiental **MODERADO**.

A componente ecossistémica macroalgas apresentou estar em estado ambiental **MODERADO** na SAU *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,582, sem e com ponderação). A componente ecossistémica macroinvertebrados apresentou estar em estado ambiental **MODERADO** em todas as SAUs, *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,510, sem e com ponderação), *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,471, sem ponderação) e *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,597, sem e com ponderação). Todas as componentes ecossistémicas da SAU *Pelágico* apresentaram estar em estado ambiental **EXCELENTE**, com exceção das componentes fitoplâncton e ictioplâncton.

Dos três *habitats* (**Tabelas 18 e 19**), apenas a coluna de água apresentou estar em BEA, com estado ambiental **EXCELENTE** (NEAT = 0,926, sem e com ponderação), sendo que o *habitat* arenoso (NEAT = 0,555, sem ponderação; NEAT = 0,594, com ponderação), e o *habitat*

rochoso (NEAT = 0,546, sem e com ponderação) apresentaram em estado ambiental **MODERADO**. No *habitat* arenoso, ambas as SAUs *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,471, sem e com ponderação) e *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,597, sem e com ponderação) apresentaram estado ambiental **MODERADO**.

Primavera-verão

Relativamente às SAUs, a SAU *Pelágico* apresentou estado ambiental **EXCELENTE** (NEAT = 0,947, sem e com ponderação), a SAU *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,675, sem e com ponderação) estado ambiental **BOM** e as SAUs *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,541, sem e com ponderação), *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,554, sem e com ponderação) e *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,556, sem e com ponderação), estado ambiental **MODERADO** (Tabelas 18 e 19).

Das quatro componentes ecossistémicas classificadas com BEA, três apresentaram estar em estado ambiental **EXCELENTE**, nomeadamente: parâmetros físico-químicos (NEAT = 0,990, sem e com ponderação), metais (NEAT = 1,000, sem e com ponderação), PAHs (NEAT = 0,953, sem e com ponderação); duas apresentaram estar em estado ambiental **BOM**, nomeadamente: fitoplâncton (NEAT = 0,712, com e sem ponderação) e ictioplâncton (NEAT = 0,637, sem e com ponderação) (Tabelas 18 e 19). As componentes ecossistémicas peixes (NEAT = 0,572, sem ponderação; NEAT = 0,544, com ponderação), macroalgas (NEAT = 0,573, sem ponderação; NEAT = 0,554, com ponderação) e macroinvertebrados (NEAT = 0,585, sem ponderação) indicaram estar em estado ambiental **MODERADO**, com exceção da componente macroinvertebrados (NEAT = 0,604, com ponderação), que indicou estar em estado ambiental **BOM**.

A componente ecossistémica macroalgas apresentou estar em estado ambiental **MODERADO** na SAU *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,594, sem e com ponderação) e *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,552, sem e com ponderação). A componente ecossistémica macroinvertebrados apresentou estar em estado ambiental **BOM** na SAU *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,712, sem e com ponderações) e em estado ambiental **MODERADO** nas restantes SAUs, *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,489, sem e com ponderação), *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,554, com e sem ponderação) e *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,574, sem e com ponderação). A componente ecossistémica peixes apresentou estar em estado ambiental **BOM** na SAU *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,600, sem e com ponderação) e em estado ambiental **MODERADO** na SAU *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,525, sem e com ponderação). Todas as componentes ecossistémicas da SAU *Pelágico* apresentaram estar em estado ambiental **EXCELENTE**, como exceção das componentes fitoplâncton e ictioplâncton, com estado ambiental **BOM**.

Dos três *habitats* (**Tabelas 18 e 19**), a coluna de água apresentou estar em BEA, com estado ambiental **EXCELENTE** (NEAT = 0,947, sem e com ponderação), o *habitat* arenoso (NEAT = 0,614, sem ponderação; NEAT = 0,658, com ponderação) em estado ambiental **BOM** e o *habitat* rochoso (NEAT = 0,548, sem ponderação; NEAT = 0,555, com ponderação) em estado ambiental **MODERADO**. No *habitat* rochoso, ambas as SAUs *Intertidal rochoso* (NEAT = 0,541, sem e com ponderação) e *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,556, sem e com ponderação) apresentaram estado ambiental **MODERADO**. No entanto, no *habitat* arenoso, a SAU *Subtidal arenoso* (NEAT = 0,675, sem e com ponderação) apresentou estado ambiental **BOM**, mas a SAU *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,554, sem e com ponderação) apresentou estado ambiental **MODERADO**.

Tab. 18 – Sumário dos valores sazonais outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver) da avaliação, para o PNLN, das SAUs *Intertidal*, *Subtidal* e *Pelágico* e as suas subzonas, sem ponderação por SAU. Valores para as componentes ecossistémicas (Macroalgas; Macroinvert., Macroinvertebrados; Peixes; Fito., Fitoplâncton; Ictio., Ictioplâncton; FQ, Parâmetros Físico-Químicos; Metais; PAHs; Peixes; FQ, Parâmetros Físico-Químicos) e para os *habitats* (Rochoso, Arenoso, Coluna de Água). As cores indicam o estado ambiental: Elevado: azul; Bom (BEA): verde; Moderado: amarelo; Pobre: laranja; Mau: vermelho.

Sem ponderação – out-inv															
SAUs	Área (ha)	Peso SAU	Valor NEAT	Nível Confiança	Componente Ecosistémica								Habitat		
					Macro Algas	Macro Invert.	Peixes	Fito.	Ictio.	FQ	Metais	PAHs	Rochoso	Arenoso	Coluna Água
PNLN	1	0,000	0,677		0,582	0,549		0,610	0,775	0,929	1,000	0,953	0,546	0,555	0,926
Intertidal	1	0,000	0,508		0,582	0,484							0,546	0,471	
Intertidal Rochoso	1	0,167	0,546		0,582	0,510							0,546		
Intertidal Arenoso	1	0,167	0,471			0,471								0,471	
Subtidal	1	0,000	0,597			0,597								0,597	
Subtidal Rochoso	1	0,176													
Subtidal Arenoso	1	0,167	0,597			0,597								0,597	
Pelágico	1	0,333	0,926					0,610	0,775	0,929	1,000	0,953			0,926

Sem ponderação – pri-ver															
SAUs	Área (ha)	Peso SAU	Valor NEAT	Nível Confiança	Componente Ecosistémica								Habitat		
					Macro Algas	Macro Invert.	Peixes	Fito.	Ictio.	FQ	Metais	PAHs	Rochoso	Arenoso	Coluna Água
PNLN	1	0,000	0,703		0,573	0,585	0,572	0,712	0,637	0,990	1,000	0,953	0,548	0,614	0,947
Intertidal	1	0,000	0,548		0,594	0,532							0,541	0,554	
Intertidal Rochoso	1	0,167	0,541		0,594	0,489							0,541		
Intertidal Arenoso	1	0,167	0,554			0,554								0,554	
Subtidal	1	0,000	0,615		0,552	0,660	0,572						0,556	0,675	
Subtidal Rochoso	1	0,167	0,556		0,552	0,574	0,525						0,556		
Subtidal Arenoso	1	0,167	0,675			0,712	0,600							0,675	
Pelágico	1	0,333	0,947					0,712	0,637	0,990	1,000	0,953			0,947

Tab. 19 – Sumário dos valores sazonais outono-inverno (out-inv) e primavera-verão (pri-ver) da avaliação, para o PNLN, das SAUs *Intertidal*, *Subtidal* e *Pelágico* e as suas subzonas, com a ponderação por SAU. Valores para as componentes ecossistémicas (Macroalgas; Macroinvert., Macroinvertebrados; Peixes; Fito., Fitoplâncton; Ictio., Ictioplâncton; FQ, Parâmetros Físico-Químicos; Metais; PAHs; Peixes; FQ, Parâmetros Físico-Químicos) e para os *habitats* (Rochoso, Arenoso, Coluna de Água). As cores indicam o estado ambiental: Elevado: azul; Bom (BEA): verde; Moderado: amarelo; Pobre: laranja; Mau: vermelho.

Com ponderação – out-inv															
SAUs	Área (ha)	Peso SAU	Valor NEAT	Nível Confiança	Componente Ecosistémica								Habitat		
					Macro Algas	Macro Invert.	Peixes	Fito.	Ictio.	FQ	Metais	PAHs	Rochoso	Arenoso	Coluna Água
PNLN	7 950	0,000	0,767		0,582	0,593		0,610	0,775	0,929	1,000	0,953	0,546	0,594	0,926
Intertidal	356	0,000	0,509		0,582	0,484							0,546	0,471	
Intertidal Rochoso	180	0,012	0,546		0,582	0,510							0,546		
Intertidal Arenoso	176	0,012	0,471			0,471								0,471	
Subtidal	6 708	0,000	0,597			0,597								0,597	
Subtidal Rochoso	5 565	0,375													
Subtidal Arenoso	1 143	0,077	0,597			0,597								0,597	
Pelágico	7 770	0,524	0,926					0,610	0,775	0,929	1,000	0,953			0,926

Com ponderação – pri-ver															
SAUs	Área (ha)	Peso SAU	Valor NEAT	Nível Confiança	Componente Ecosistémica								Habitat		
					Macro Algas	Macro Invert.	Peixes	Fito.	Ictio.	FQ	Metais	PAHs	Rochoso	Arenoso	Coluna Água
PNLN	7 950	0,000	0,769		0,554	0,604	0,544	0,712	0,637	0,990	1,000	0,953	0,555	0,658	0,947
Intertidal	356	0,000	0,548		0,594	0,535							0,541	0,554	
Intertidal Rochoso	180	0,012	0,541		0,594	0,489							0,541		
Intertidal Arenoso	176	0,012	0,554			0,554								0,554	
Subtidal	6 708	0,000	0,576		0,552	0,609	0,544						0,556	0,675	
Subtidal Rochoso	5 565	0,375	0,556		0,552	0,574	0,525						0,556		
Subtidal Arenoso	1 143	0,077	0,675			0,712	0,600							0,675	
Pelágico	7 770	0,524	0,947					0,712	0,637	0,990	1,000	0,953			0,947

CAPÍTULO 4 — DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4 — DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 ATIVIDADES E USOS

A extensiva pesquisa bibliográfica e a aplicação da metodologia DAPSI(W)R(M) (Elliott et al., 2017), permitiu caraterizar as principais atividades e pressões antrópicas que existem dentro do PNLN, e fora da área de estudo, a nível regional e global. Através desta análise foram recolhidas informações sobre os vários elementos: Atividades (A), Pressões (P), Mudanças das condições ambientais (S) que afetam o estado ecológico dos ecossistemas do PNLN e, Impactes que afetam o Bem-estar da sociedade (I)(W), com exceção das Motivações (D) e Respostas na forma de Medidas regulatórias (R)(M). Foi assim construído um primeiro contexto histórico e sistematização das interações entre os sistemas naturais e sociais, que permite reconhecer as ligações importantes entre os componentes abióticos e bióticos no meio marinho, utilizando uma abordagem holística e integrada, a AE (de Jonge et al., 2012; Atkins et al., 2014; Elliott, 2014; Borja et al., 2016b). Esta abordagem poderá ser importante para atingir uma gestão bem sucedida e sustentável desta AMP (Elliott et al., 2017). Esta abordagem permite também a determinação dos indicadores e componentes ecossistémicas para a avaliação do estado ambiental do PNLN.

No entanto, a caraterização das atividades e pressões antrópicas do PNLN, está incompleta. Tal deve-se ao facto de ter sido baseada em informação recolhida na literatura e, porque não foram encontrados registos de algumas atividades e pressões, como por exemplo, pesca lúdica, apanha de organismos como ouriços-do-mar (*P. lividus*). Assim, no futuro recomenda-se avaliar principalmente os setores de atividades locais, nomeadamente as infraestruturas costeiras, a urbanização, o turismo e a recreação, e a extração de recursos vivos, por se terem destacado com um maior número de atividades, mudanças de condições ambientais e impactes. E ainda, pela falta de informação e de dados quantitativos, os setores de agricultura e pecuária, como o de turismo e recreação. De alguns destes setores, destacam-se essencialmente algumas atividades, como por exemplo, as descargas urbanas e agrícolas, a atividade turística, incluindo a pesca lúdica, e o lixo marinho. Recomenda-se também, aprofundar os dados existentes relativos à pesca profissional. É preciso ter em consideração que o facto de não haver bibliografia sobre estas atividades mencionadas, não significa que estas não existam.

No entanto, esta caraterização pode ser bastante útil para descrever melhor algumas Pressões, Mudanças das condições ambientais e Impactes que atuam no Bem-estar humano, como efeitos da extração de recursos vivos, do turismo e recreação, e das alterações climáticas. Possibilita ainda, uma avaliação completa das Respostas na forma de Medidas e

identificação de estratégias de uma gestão mais holística, através das ligações entre as Motivações, Atividades e Pressões (Atkins et al., 2011; Scharin et al., 2016).

Como demonstrado neste estudo, o uso da abordagem DAPSI(W)R(M) permite harmonizar conceitos e abordagens mais holísticas e integradas e ser utilizado como um exemplo real (Elliott et al., 2017), como comprovado noutros estudos (Scharin et al., 2016; Fiandra, 2019; Lovcraft & Meek, 2019), contribuindo diretamente na área da ciência marinha para a gestão do PNLN, e de outras áreas marinhas (Borja et al., 2016a).

Visitação das praias

As praias da Apúlia e de Suave Mar são praias arenosas com um areal de grande extensão, sendo desta maneira propícias para a atividade balnear. Adicionalmente, apresentam vários serviços de segurança (vigilância das praias - bandeiras de sinalização do estado do mar, primeiros socorros), serviços de apoio (parques de estacionamento, parques de estacionamento para viaturas que transportem pessoas com deficiência portadoras de cartão de estacionamento, restaurantes/bares/cafetarias, sanitários), serviços de comodidade (chuveiros/lava-pés, aluguer de barracas/toldos, áreas de guarda-sóis e cadeira anfíbia, esta última apenas na praia da Apúlia), e com serviços de prática desportiva náutica (escolas de surf, bodyboard, windsurf, kitesurf) (POCCE, 2018a; POCCE, 2018b; Visite Esposende, 2021). Encontrando-se apenas alguns destes serviços disponíveis na época balnear. Os acessos de rede de estradas destas duas praias são fáceis, com estacionamentos próximos, com acesso a cadeiras de rodas e também com acessos a partir de passadiços em madeira e da Ecovia do Litoral Norte. Além disso, na sua proximidade e principalmente juntos à linha de costa localizam-se aglomerados urbanos populacionais mais importantes, como as povoações da Apúlia, Fão e Esposende (ICNF, s.d.).

Contrariamente, Carruagem e Belinho são praias com seixos e de areal reduzido com fundo rochoso, sem serviços de segurança, de apoio, de comodidade e de prática desportiva, em qualquer altura do ano. Os acessos são menos acessíveis e de estradas em terra batida (POCCE, 2018c; Visite Esposende, 2021). Também existem aglomerados populacionais, mas ligeiramente mais para o interior, não tão perto da zona costeira como as praias de Suave Mar e da Apúlia.

Assim, como seria de esperar, houve diferenças consideráveis relativamente ao número de visitantes nas quatro praias estudadas e também entre as épocas alta e baixa. Como expectado, o número de visitantes foi bastante superior na época alta em todas as praias, uma vez que coincidiu com a época balnear, período sazonal cerca-anual durante o qual as

condições meteorológicas para a prática de banho e natação recreativa são mais favoráveis. As condições naturais, como a composição do substrato e a extensão do areal, e os serviços de vigilância, de apoio, de comodidade e de prática desportiva podem explicar a diferença do número total de visitantes das quatro praias estudadas, principalmente nas praias que foram mais frequentadas, nomeadamente as praias da Apúlia e de Suave Mar.

Na época baixa o número reduzido de visitantes foi expectável, uma vez que as condições meteorológicas não são tão favoráveis nessa altura do ano. No entanto, das quatro praias estudadas, as praias da Apúlia e de Suave Mar continuaram a ser mais frequentadas, certamente por alguns dos serviços continuarem ativos na época baixa e dos acessos serem mais acessíveis.

Estes resultados indicam que as condições naturais das praias, presença de serviços de vigilância, de apoio, de comodidade e de prática desportiva, e ainda pelos acessos, são fatores determinantes para o número de visitantes de cada praia. De salientar, que a prática balnear é uma das atividades que condiciona o nível de visitação e por consequência, as pressões e impactes negativos desta atividade humana.

Outras atividades

As outras atividades inventariadas no PNLN foram a pesca lúdica (embarcada e apeada), a apanha lúdica e os desportos náuticos. Considerando o Decreto-Lei n.º 101/2013 de 2 de julho, *“entende-se por pesca lúdica em águas oceânicas e em águas interiores marítimas e não marítimas, a captura de espécies marinhas, vegetais ou animais, sem fins comerciais ou científicos”*, através de quatro modalidades: (i) *“apanha lúdica, que se pratica manualmente e sem recurso a utensílios de captura; (ii) pesca apeada, que se pratica de terra firme ou de formações rochosas ilhadas; (iii) pesca embarcada, que se pratica a bordo de uma embarcação de recreio registada ou que exerça a atividade marítimo turística; (iv) pesca submarina, que se exerce em flutuação ou em submersão na água em apneia, nela se incluindo a apanha feita manualmente e com recurso a utensílios de captura”* (artigo 2.º e 2.º-A). A pesca lúdica apeada e a pesca lúdica embarcada *“apenas podem ser exercidas com linhas, cada praticante não pode operar com mais de três linhas e mais de nove anzóis, e com os utensílios e artes de pesca apeada identificados”* (Portaria n.º 14/2014 de 23 de janeiro, artigo 10.º).

No PNLN, nas áreas de proteção parcial de tipologia I (áreas de recifes e respetivas áreas de proteção), a pesca lúdica em todas as modalidades não é permitida, somente com a autorização do ICNF, para os atos de mergulho com escafandro autónomo e navegação

marítima-turística (RCM n.º 175/2008 24 de novembro, artigo 43.º). No entanto, nas áreas de proteção parcial do tipo II (áreas não assinaladas como recifes), a pesca lúdica é permitida com condicionalismos suplementares à atividade de pesca à linha, de acordo com o artigo 48.º na RCM n.º 175/2008 24 de novembro, pelo POPNLN. Perante a legislação da pesca lúdica no PNLN, contabilizaram-se apenas os apanhadores lúdicos, pescadores lúdicos apeados e pescadores lúdicos embarcados.

A inventariação das atividades do PNLN mostrou que a apanha lúdica foi registada em três das quatro praias, nomeadamente na praia da Carruagem, de Belinho e da Apúlia. Tal pode ser explicado pelo facto de as primeiras duas praias serem essencialmente rochosas, e a praia da Apúlia possuir alguns afloramentos rochosos, que são os *habitats* das espécies-alvo da apanha, nomeadamente mexilhões e ouriços-do-mar.

Relativamente à pesca lúdica apeada, esta atividade foi característica nas praias da Carruagem, de Suave Mar e da Apúlia, dado que possuem afloramentos costeiros (Carruagem e Apúlia) e obras costeiras denominados esporões, ou também conhecidas como molhes de pesca, a sul (Suave Mar e Apúlia). De acordo com Burchmore et al. (1985) e Wilson (1997), os molhes rochosos, assim como os afloramentos rochosos podem funcionar como recifes artificiais, “mesmo não tendo sido originalmente desenhados para tal efeito” (como citado em M. Oliveira, 2003, p. 79).

No que diz respeito aos desportos náuticos, apenas foram visualizados desportistas na praia de Suave Mar, o que pode ser justificado pela existência de uma escola de surf e bodyboard (*Espozende Surf School*). Apesar de na praia da Apúlia também existirem duas escolas de surf, *Salt Flow – Surf School Apúlia* e *Luhu Surf Camp & Surf School*, não foram encontrados desportistas nesta praia nos dias de amostragem. Assim, esta atividade pode ter sido sub-representada com a metodologia utilizada.

Em síntese, as quatro praias foram frequentadas para praticar várias atividades, nomeadamente apanha lúdica, pesca lúdica embarcada e apeada, e desportos náuticos. A atividade mais frequente foi a apanha lúdica, tendo sido registada nas praias de Belinho e da Apúlia, tanto na época alta, como na época baixa, e na praia da Carruagem, na época alta. A praia de Suave Mar foi a única requisitada por três dos quatro tipos de utilizadores, pescadores lúdicos apeados, pescadores lúdicos embarcados, e desportistas náuticos, na época alta, mas apenas por desportistas náuticos na época baixa. Em relação ao tipo de usos entre épocas, este não variou muito nas praias de Belinho e da Apúlia, contrariamente à praia da Carruagem, que apenas teve utilização na época alta.

A escolha espacial das praias para as quatro atividades estudadas (apanha lúdica, pesca lúdica apeada, pesca lúdica embarcada, desportos náuticos) não esteve relacionada com os

acessos de rede de estradas, nem com a proximidade da linha de costa, nem com os serviços de segurança, de apoio e de comodidades, mas sim com as condições naturais características de cada praia do PNLN. Não obstante, a prática destas atividades foi superior na época alta, talvez por as condições ambientais serem mais propícias, e também pela maior disponibilidade/tempos livres/férias nesta altura do ano.

4.2 AVALIAÇÃO DO ESTADO AMBIENTAL

Através de uma avaliação holística e aplicação da ferramenta NEAT (Borja et al., 2016b), a área marinha protegida PNLN foi classificada em BEA, durante o período de 2017 a 2020. Verificou-se também que não houve variação sazonal, uma vez que o estado ambiental do PNLN no outono-inverno e na primavera-verão também foi BEA.

A nível global e sazonal, o BEA do PNLN foi estimado em ambos os tratamentos, ou seja, sem e com ponderação das áreas que cada SAU representa na área total do PNLN. Estes tratamentos mostraram que houve ligeiras diferenças nos valores NEAT, uma vez que existem áreas de maior dimensão no PNLN e portanto, atribuído um maior peso. Embora, essas diferenças não alterem os valores finais NEAT, ou seja, não modificaram a classificação de estado ambiental, a SAU *Pelágico* (componentes ecossistémicas fitoplâncton, ictioplâncton, parâmetros físico-químicos, metais e PAHs) contribuiu fortemente para o estado ambiental do PNLN, pois representa uma grande parte da área total do PNLN. Por isso, a ponderação por área de SAUs mostrou ser uma importante ferramenta do NEAT. Assim, na discussão dos resultados foram considerados os valores do NEAT com ponderação.

Embora o estado ambiental do PNLN tenha sido BEA, houve determinadas comunidades que refletiram não estar em BEA, mas sim num Estado Ambiental Moderado. Em particular, os macroinvertebrados, peixes, ictioplâncton e macroalgas apresentaram algum tipo de pressão.

Macroinvertebrados

Os invertebrados bentónicos possuem um papel central no funcionamento do ecossistema marinho e são frequentemente utilizados como bioindicadores nas avaliações do estado da qualidade ambiental, pois os macroinvertebrados bentónicos respondem relativamente rápido a distúrbios naturais e antrópicos (Pearson & Rosenberg, 1978; Dauer, 1993; Aloui-Bejaoui & Afli, 2012; Ghosh & Biswas, 2015; Jayachandran et al., 2020). Os macroinvertebrados

bentónicos possuem hábitos de baixa mobilidade (e.g. sésseis, sedentários ou quase sedentários), ou seja, não conseguem evitar as variações da qualidade da água/sedimentos; têm um ciclo de vida relativamente longo, usufruem assim da capacidade de indicar e integrar as condições da qualidade da água/sedimentos; possuem diferentes tolerâncias ao stress; e, um papel importante nos ciclos biogeoquímicos de nutrientes entre os sedimentos e a coluna de água (Borja et al., 2000 e respetivas referências). Desse modo, são utilizadas as comunidades de fundo arenoso na construção dos índices, nomeadamente os macroinvertebrados bentónicos (Borja et al., 2000 e respetivas referências). Por esses motivos, os macroinvertebrados foram utilizados como componente ecossistémica do PNLN.

As comunidades de macroinvertebrados apresentaram valores de BEA, a nível global (NEAT = 0,679). Nestas comunidades foram verificadas variações sazonais, com BEA na primavera-verão (NEAT = 0,604) e Estado Ambiental Moderado no outono-inverno (NEAT = 0,593).

A nível global, todas as SAUs estudadas apresentaram BEA, com exceção da SAU *Intertidal arenoso* (NEAT = 0,564). De acordo com Arenas et al. (2020), o número de taxa de macroinvertebrados na SAU *Intertidal arenoso* foi similar a outros estudos, nomeadamente estudos anteriores no PNLN (33 taxa, Sousa Pinto et al., 2012), ou estudos na praia da Figueira da Foz (12 a 15 espécies, Gonçalves et al., 2009) e na Galiza (5 a 25 espécies, Rodil et al., 2007). Na SAU *Subtidal arenoso* foram encontrados um total de 108 taxa, o que foi ligeiramente superior quando comparado com estudos anteriores realizados no PNLN que reportaram 65 espécies (Sousa Pinto et al., 2012).

A SAU *Intertidal arenoso* a nível global foi a que teve pior classificação ambiental. Tal pode ser devido a diferentes fatores, quer metodológicos quer ecológicos. Um fator metodológico pode estar associado aos valores de referência do índice Shannon-Wiener terem sido demasiado elevados para este *habitat*, que naturalmente já é um ambiente físico extremo, com reduzidas interações biológicas (Defeo & McLachlan, 2005). De facto, os valores de referência considerados foram iguais para as quatro SAUs (*Intertidal* e *Subtidal rochoso*, *Intertidal* e *Subtidal arenoso*), apesar de serem *habitats* diferentes e com diferentes níveis de biodiversidade.

Por outro lado, os valores baixos do NEAT podem ser indicativos de pressões decorrentes das atividades humanas, uma vez que valores baixos no índice Shannon-Wiener são considerados indicadores de poluição, pois a diversidade e as perturbações humanas são inversamente relacionadas (Shannon & Weaver, 1963; Ghosh & Biswas, 2015). Como por exemplo, as obras de engenharia pesada de proteção costeira (construção de paredões, esporões, quebra-mares), que causam alterações nas condições da dinâmica sedimentar, e posteriormente défice sedimentar, erosão costeira e recuo da linha de costa (Coelho, 2005;

Faria, 2012; Sousa Pinto et al., 2012; Silva, 2014). Assim como, a alimentação artificial de areia das praias que afeta diretamente as comunidades bentónicas autóctones aquando da deposição dos sedimentos (C. Pinto et al., 2018). A urbanização, como a construção de loteamentos, estradas e passadiços que consequentemente destroem os ecossistemas costeiros (Loureiro, 2006; Sousa Pinto et al., 2012). As escorrências agrícolas que promovem a libertação de substâncias orgânicas, tóxicas e carcinogénicas para o solo (A. Teixeira, 2010; Gredilla et al., 2015; Sousa et al., 2020). O turismo e recreação, como a utilização balnear, o pisoteio intertidal, a limpeza mecânica e desinfeção química das praias e, a eliminação de algas marinhas. Estas atividades exercem uma pressão no intertidal, eliminação de uma fonte de alimentos dos macroinvertebrados, grande alteração da estrutura sedimentar e destruição dos recursos naturais, especialmente na época balnear (Loureiro, 2006; Sousa Pinto et al., 2012; Quercus, 2014; Rodrigues et al., 2019). Todas estas atividades podem conduzir a reduções da abundância e diversidade das comunidades de macroinvertebrados que habitam as praias do PNLN.

Tal facto pode ser corroborado pelo AMBI, uma vez que determinou que a maioria das espécies dominantes pertenciam ao ESG III, ou seja, espécies tolerantes ao excesso de enriquecimento de matéria orgânica, que podem ser indicativas de ligeiras situações de desequilíbrio (Grall & Glémarec, 1997), pelo que a classificação foi considerada ligeiramente perturbável. No entanto, os índices bióticos AMBI e M-AMBI são baseados na sensibilidade dos invertebrados bentónicos ao gradiente de poluição orgânica, conseguindo por sua vez distinguir diferentes problemas antrópicos num ecossistema referentes a essa poluição (e.g. descargas urbanas, eutrofização) (Borja et al., 2009a). Porém, é necessário ter noção de que não possuem a capacidade de detetar outros tipos de perturbações (Glémarec & Hily, 1981, como citado em Aloui-Bejaoui & Afli, 2012, p. 100). Sendo, de acordo com outros estudos (Aloui-Bejaoui & Afli, 2012; Spagnolo et al., 2014; Jayachandran et al., 2020), justificável as diferenças contrastantes quando comparamos os índices Shannon-Wiener, AMBI e M-AMBI. Por isso, parece que o NEAT conseguiu contrabalançar estas diferenças entre índices. Desta maneira, seria importante integrar metodologias de amostragem complementares, como avaliar a matéria orgânica, metais e PAHs disponíveis no solo. E, aprofundar o conhecimento das atividades e pressões humanas nas comunidades de macroinvertebrados de fundo arenoso do PNLN.

Sazonalmente, apenas a SAU *Subtidal arenoso* apresentou BEA (NEAT = 0,712). O AMBI corroborou tal resultado, pois no outono-inverno determinou que maioria das espécies dominantes pertenciam ao ESG II, ou seja, espécies indiferentes ao enriquecimento orgânico (Grall & Glémarec, 1997). E, na primavera-verão, que a maioria das espécies pertenciam ao ESG I, ou seja, muito sensíveis ao enriquecimento orgânico e presentes em condições não

poluídas (Grall & Glémarec, 1997). Ou seja, a SAU *Subtidal arenoso* em ambas as sazonalidades foi considerada imperturbável.

Nas SAUs *Intertidal rochoso* e *Subtidal rochoso* os valores de Estado Ambiental Moderado podem ser um resultado das condições físicas e oceanográficas que ocorrem naturalmente, uma vez que as costas intertidais e as zonas subtidais são *habitats* extremamente diferentes. As espécies intertidais estão expostas a pressões ambientais extremas do ambiente marinho e terrestre, enquanto as condições ambientais a que as espécies subtidais estão expostas são mais favoráveis (Arenas et al., 2020). Pode também ser um reflexo das alterações climáticas, pois de acordo com Arenas et al. (2020) foram encontradas espécies de cracas *Chthamalus montagui*, espécies que têm afinidade por águas frias e as temperaturas locais registadas foram $> 2,5$ °C das suas preferências térmicas.

Por outro lado, os valores mais baixos do NEAT, podem refletir os efeitos negativos das atividades humanas, que direta ou indiretamente podem estar a afetar as comunidades de macroinvertebrados de *habitats* rochosos, tanto intertidais como subtidais. Dessas atividades destacam-se:

- a utilização banhar, o pisoteio, a limpeza mecânica e desinfecção química das praias, a remoção das algas marinhas, e a dispersão do lixo, provenientes do turismo e recreação (Loureiro, 2006; Sousa Pinto et al., 2012; Quercus, 2014; Ferreira et al., 2015; Rodrigues et al., 2019);
- a pesca lúdica não regulamentada de espécies, como o ouriço-do-mar (*P. lividus*) e o mexilhão (*Mytilus galloprovincialis* x *edulis*) (Bertocci et al., 2012, 2014; Arenas et al., 2020), ou a pesca profissional, que causa alterações/destruição dos *habitats* (Sousa Pinto et al., 2012; Rodrigues et al., 2019);
- obras de engenharia pesada de proteção costeira (paredões, esporões, quebra-mares) (Coelho, 2005; Faria, 2012; Sousa Pinto et al., 2012; Silva, 2014) e a construção de infraestruturas (loteamentos, estradas e passadiços) (Loureiro, 2006; Sousa Pinto et al., 2012), que causam alterações nas condições oceanográficas e da dinâmica sedimentar, e posteriormente défice sedimentar, erosão costeira e recuo da linha de costa (Coelho, 2005; Faria, 2012; Sousa Pinto et al., 2012; Silva, 2014).

Contudo, os resultados dos macroinvertebrados de fundo rochoso devem ser considerados com moderação, uma vez que foram utilizados índices estruturais (riqueza específica e Shannon-Wiener) e não funcionais. Portanto, seria importante aplicar um índice multimétrico construído especificamente para os macroinvertebrados de fundo rochoso, como por exemplo o *Rocky Shore Macroinvertebrates Assessment Tool* (RMAT) (Vinagre et al., 2016, 2017), que não foi utilizado devido ao tipo de dados necessários. Seria também importante, testar

para o fundo arenoso outros índices ecológicos com um espectro de pressões antrópicas mais amplo do que o M-AMBI. Assim como, aprofundar o conhecimento das atividades e pressões humanas nas comunidades de macroinvertebrados do PNLN, principalmente da pesca lúdica.

Peixes

As comunidades de peixes foram utilizadas como uma das componentes ecossistémicas do PNLN, uma vez que podem ser descritas de acordo com uma variedade de atributos principais, diversidade, composição, abundância, função de viveiro e integridade trófica (Coates et al., 2004; Henriques et al., 2008a). Estes atributos podem ser utilizados para monitorizar o funcionamento do estado ecológico de um ecossistema em particular (Whitfield & Elliott, 2002; Cabral et al., 2012; Ramos et al., 2015).

As comunidades de peixes apresentaram valores de Estado Ambiental Moderado, tanto a nível global (NEAT = 0,544) como sazonal (NEAT = 0,544, primavera-verão). Em comparação com estudos anteriores realizados no PNLN (Sousa Pinto et al., 2012), o número de *taxa* amostrados pelos censos visuais subaquáticos e pesca experimental durante o período de 2017 a 2020 foi superior, uma vez que passou de 12 *taxa* para 44 *taxa* (Arenas et al., 2020). Em relação a outros estudos de AMPs de Portugal Continental, os valores de riqueza específica do PNLN foram semelhantes aos da Reserva Natural das Berlengas (48 *taxa*, Vasco-Rodrigues et al., 2011) e ao Parque Natural do Sudoeste Alentejano e Costa Vicentina (60 *taxa*, T. Pereira et al., 2017), mas bastante inferiores quando comparado com o Parque Natural da Arrábida (115 *taxa*, Henriques et al., 2008a). Por outro lado, de acordo com T. Pereira et al. (2017) e Sousa Pinto et al. (2012), os valores verificados no PNLN encontraram-se dentro do esperado para este tipo de *habitat* de Portugal Continental (Arenas et al., 2020).

Para uma boa avaliação do estado ecológico, o esforço de amostragem é extremamente importante na utilização de métricas baseadas no número de espécies (Keough & Quinn, 1991; Henriques et al., 2008a), como é o caso do MFCI. Por isso, os resultados do NEAT devem ser considerados com moderação, porque as metodologias de amostragem utilizadas, nomeadamente os censos visuais subaquáticos e a pesca experimental, podem ter subestimado a riqueza específica e a abundância das espécies das comunidades de peixes do PNLN. Além disso, é necessário ter em consideração que os censos visuais subaquáticos foram realizados em recifes rochosos, logo o esforço de amostragem foi menor. E, de todas as espécies de peixes amostradas na pesca experimental, apenas três espécies foram consideradas sem valor comercial, nomeadamente as espécies *Callionymus lyra*, *Zeugopterus punctatus* e *Centrolabrus exoletus* (Arenas et al., 2020), o que pode indicar que

outras espécies sem valor comercial têm sido subamostradas. Assim, para monitorizações futuras seria importante investir no esforço de amostragem, para aumentar a caracterização da biodiversidade das comunidades de peixes do PNLN.

Por outro lado, estes valores moderados do NEAT podem ser indicativos de pressões humanas, como a pesca lúdica e profissional, que causam alterações/destruição dos *habitats*, principalmente em *habitats* de pequena profundidade e ecologicamente mais sensíveis (SAU *Subtidal rochoso* – recifes rochosos) e em *habitats* subtidais arenosos (SAU *Subtidal arenoso*) (Sousa Pinto et al., 2012; Rodrigues et al., 2019). Assim como, o incumprimento da legislação referente às áreas interditas de pesca, as áreas de proteção parcial tipo I, onde os recifes rochosos estão incluídos (Sousa Pinto et al., 2012). O incumprimento da legislação relativamente às artes de pesca utilizadas, à captura de indivíduos abaixo do tamanho mínimo e em estados iniciais, e ainda a desobediência dos períodos de defeso, podem ter implicações no ciclo de vida das espécies de peixes, como a sua reprodução e desenvolvimento (Sousa Pinto et al., 2012; Rodrigues et al., 2019). Como também das alterações climáticas, uma vez que o PNLN é caracterizado por espécies de águas frias que atingem os seus limites de distribuição mais meridionais (Arenas et al., 2020).

Analisando o índice MFCI, na SAU *Subtidal rochoso* (NEAT = 0,525), as métricas com menores pontuações corroboraram o efeito do aumento das pressões humanas. Como foi o caso da métrica “Número total de espécies”, indicando que a diversidade pode ter diminuído e, consequentemente ter sido afetada pelos impactos sobre o meio marinho (Henriques et al., 2008a). Assim como, a métrica “Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies”, que pode ter ocorrido a diminuição ou extinção local destas espécies devido ao aumento das pressões (Keough & Quinn, 1991; Harrison & Whitfield, 2004). E, a métrica “Proporção de espécies invertívoras” indicou que pode ter ocorrido o desequilíbrio ou remoção dos grupos alimentares, com consequências na integridade do sistema (Khalaf & Kochzius, 2002). A métrica “Proporção de espécies reprodutoras, excluindo espécies crípticas, *Symphodus sp.* e *Labrus sp.*”, corrobora as alterações/destruição no *habitat*, uma vez que as espécies crípticas são bons indicadores destas alterações, pois dependem completamente do substrato rochoso para que ocorra o recrutamento (Almada et al., 1999; Henriques et al. 2008b).

No caso da SAU *Subtidal arenoso*, apesar de ter apresentado BEA (NEAT = 0,600), verificaram-se valores baixos para as métricas abundância, indicando que o aumento do stress no meio ambiente pode ser uma causa do decréscimo da abundância (Henriques et al., 2008a e respetivas referências). E, a métrica “Proporção de espécies reprodutoras”, pode ser indicativo de alterações/modificações no *habitat*, uma vez que as espécies reprodutoras incluídas na avaliação do MFCI são dependentes do substrato desta tipologia (Henriques et

al., 2008a). Assim, tal como referido anteriormente, será importante em futuras monitorizações incorporar diferentes metodologias de amostragem da ictiofauna do PNLN.

Ictioplâncton

O ictioplâncton, ou seja, estados larvares planctónicos de peixes, são indicadores altamente sensíveis das condições ambientais (Ramos et al., 2012, 2015 e respetivas referências),

O ictioplâncton apresentou valor de Estado Ambiental Moderado a nível global (NEAT = 0,587), valor esse muito próximo do BEA, mas a nível sazonal BEA (NEAT = 0,775, outono inverno) (NEAT = 0,637, primavera-verão). De acordo com R. Pereira (2020), as comunidades de larvas de peixes do PNLN foram semelhantes a outras áreas costeiras marinhas, com ou sem estatuto de conservação.

É preciso ter em consideração que este índice não foi desenhado para estágios larvares planctónicos de peixes, mas sim para peixes juvenis e adultos. Logo, nem todas as métricas e valores correspondentes, podem ser os mais adequados para a avaliação do estado ecológico da componente ecossistémica ictioplâncton. Porém, o MFCI foi testado para as 4 tipologias (*habitat* subtidal rochoso, *habitats* superficial, intermédio e profundo de fundos moles) para verificar o que aconteceria caso uma métrica do índice fosse removida e se o estado ecológico final seria conservado, o que mostrou responder robustamente. Por outro lado, o valor de Estado Ambiental Moderado pode ser um reflexo da alteração/destruição dos *habitats* através da pesca lúdica e profissional, ou de outras pressões humanas que podem comprometer as comunidades de larvas de peixes do PNLN.

As larvas são importantes fontes de informação acerca das zonas de desova e de viveiro (Ramos et al., 2012, 2015). O índice utilizado permitiu refletir que o PNLN funciona como local de refúgio para estes estados iniciais de vida, as larvas de peixes. Deste modo, seria importante em futuras monitorizações integrar diferentes metodologias de amostragem e aprofundar o conhecimento do ictioplâncton do PNLN.

De acordo com os resultados do NEAT, não foi verificada variação sazonal no ictioplâncton, pois tanto no outono-inverno, como na primavera-verão os valores foram de BEA, indicando que a variabilidade natural das condições do ambiente não afetam o estado ambiental em termos de estados larvares de peixes.

Macroalgas

As macroalgas foram utilizadas como uma das componentes ecossistémicas do PNLN, uma vez que são indicadores de qualidade ambiental pois podem responder a pressões ambientais (e.g. alteração da concentração dos nutrientes, substâncias tóxicas) (Neto et al., 2012). As comunidades de macroalgas apresentaram valores de BEA, a nível global (NEAT = 0,687). No entanto, a nível sazonal apresentaram Estado Ambiental Moderado, no outono-inverno (NEAT = 0,582) e na primavera-verão (NEAT = 0,554).

Relativamente ao índice MarMAT, seis das suas sete métricas foram classificadas com EQS Excelente, indicando uma excelente qualidade das massas de água do PNLN. A riqueza específica das comunidades manteve-se aproximadamente constante, pelo que não houve a substituição das espécies mais sensíveis por espécies oportunistas. Estes resultados indicam que não houve modificações ambientais (Neto et al., 2012 e respetivas referências) como pode ser comprovada pela classificação do Estado Ambiental Excelente dos parâmetros físico-químicos (turbidez e nutrientes). O “Número de oportunistas/razão ESG I”, demonstrou que não ocorreu a substituição das macroalgas marinhas de sucessão tardia por espécies oportunistas (dominantes em condições ricas em nutrientes) (Orfanidis et al., 2001), ou seja, não ocorreram processos de eutrofização no PNLN. A “Descrição da costa” indicou que houve uma ligeira influencia da morfologia da costa na variação da riqueza específica (Wells et al., 2007). De um modo geral, de acordo com os valores de referência do índice MarMAT, os resultados indicaram que não ocorreram alterações ambientais relevantes para as macroalgas, nem para os *habitats* e, nem ocorreu degradação das macroalgas.

No entanto, apesar do índice MarMAT ter obtido valores de EQS Excelente, o índice Shannon-Wiener apresentou valores Maus e Pobres, sugerindo a presença de pressões antrópicas (Shannon & Weaver, 1963; Ghosh & Biswas, 2015). De acordo com Arenas et al. (2020) algumas macroalgas presentes nestes *habitats* vivem em condições ambientais mais quentes que as suas preferências térmicas, como é o caso de *Fucus spiralis*, *Mastacarpus stellatus* e *Chondrus crispus*, no intertidal rochoso e as florestas de *Laminaria hyperborea*, no subtidal rochoso. Ou seja, estes resultados parecem indicar efeitos das alterações climáticas. Por outro lado, pode ser um reflexo dos efeitos diretos e/ou indiretos das atividades humanas nas comunidades de macroalgas, nomeadamente pisoteio e remoção das algas marinhas.

Desta maneira, para monitorizações futuras seria importante investir em metodologias complementares para aprofundar as atividades e pressões humanas nas comunidades de macroalgas, principalmente nas florestas de laminárias, dado o seu importante papel ecológico.

Fitoplâncton e parâmetros físico-químicos

A biomassa do fitoplâncton, como o percentil 90º de clorofila *a*, foi utilizada na componente ecossistémica fitoplâncton, pois responde rapidamente ao enriquecimento de nutrientes e alterações das condições ambientais (e.g. clima, hidrologia), sendo dessa maneira um indicador de eutrofização e da qualidade da água (Brito et al., 2012 e respetivas referências). Existe uma relação entre a concentração de nutrientes (azoto e fósforo) e o crescimento do fitoplâncton (e.g. Edwards et al., 2005), e as atividades humanas, como as descargas urbanas e os escoamentos agrícolas, que são importantes nesta relação. O enriquecimento excessivo pode originar processos de eutrofização (Tett et al., 2007).

Os resultados dos parâmetros físico-químicos, nomeadamente a concentração de oxigénio dissolvido e os níveis baixos de nutrientes indicaram uma boa oxigenação e qualidade da água. Foram detetados níveis de metais cobre, zinco e níquel ligeiramente baixos e, níveis de metais cádmio e chumbo inferiores aos estabelecidos nas diretrizes da Comissão Europeia (2013). Da mesma forma, foram detetados níveis muito baixos de PAHs (antraceno, fluoranteno, naftaleno). Quanto aos parâmetros físico-químicos, de acordo com Arenas et al. (2020), os resultados apresentaram valores típicos para zonas costeiras temperadas. Os resultados do fitoplâncton estavam de acordo com outros estudos realizados no noroeste de Portugal (Ramos et al., 2017; APA, 2019), assim como os níveis de metais e PAHs (Rocha et al., 2018; APA, 2019).

Assim, os resultados das várias componentes ecossistémicas (fitoplâncton, parâmetros físico-químicos, metais e PAHs) corroboram o Estado Ambiental Excelente avaliado pelo NEAT. Indicando que não houve casos de eutrofização, nem contaminação por metais ou PAHs na coluna de água.

A nível sazonal, apenas a componente ecossistémica fitoplâncton apresentou uma alteração de Estado Ambiental Excelente para Bom. Esse facto, pode ser explicado pelo aumento da concentração de clorofila *a*, devido a fatores naturais que ocorrem naturalmente, os afloramentos costeiros (*upwelling*), que são bastante frequentes na zona costeira do norte de Portugal.

4.2.1 Desafios e qualidades do NEAT

Para avaliar o estado ambiental de qualquer ecossistema, é necessário uma seleção de um conjunto de indicadores que abranjam essencialmente os objetivos da avaliação e do conhecimento da monitorização da área de estudo, assim como a sua adequação às

diferentes atividades e pressões humanas e medidas de gestão utilizadas (Probst & Lynam, 2016; Uusitalo et al., 2016; Nemati et al., 2017, 2018).

Para além da seleção, o número de indicadores é também importante na precisão dos resultados. Em escalas regionais e sub-regionais, na maioria dos casos são precisos entre 20 a 40 indicadores para avaliar o estado ambiental (Uusitalo et al., 2016; Borja et al., 2019). Em escalas pequenas, como é o caso deste estudo, são necessários poucos indicadores, como foi demonstrado noutros estudos (Nemati et al., 2017, 2018), em que se utilizaram apenas 15 indicadores. Por isso, a avaliação do estado ambiental do PNLN pode ser considerada suficientemente robusta, uma vez que foram utilizados 20 indicadores.

Apesar de existirem imensos indicadores disponíveis, a maioria dos indicadores não tem valores de referência (valores de estado Pior e Melhor, como é exigido no NEAT) e valores limite (valores para o estado Mau, Moderado e Bom) (Borja et al., 2012b; H. Teixeira et al., 2016). Assim, a determinação de valores de referência e valores limite para os indicadores é outro fator crucial na avaliação do estado ambiental, pois na ausência destes valores não é possível realizar avaliações quantitativas ambientais (Borja et al., 2019). Este estabelecimento é extremamente importante, porque caso o estado ambiental seja negativo, vão ser exigidas medidas de gestão para atingir um BEA (Elliott et al., 2017). Para tal, é essencial ter um conhecimento considerável da área de estudo e de dados de monitorização para as componentes ecossistémicas (Borja et al., 2016b). No entanto, apesar do PNLN ser uma AMP desde 2005, e de existirem alguns dados anteriores de monitorização e inventariação de *habitats* e espécies marinhas (e.g. Bertocci et al., 2012; Sousa Pinto et al., 2012; Melo, 2018), estes não puderam ser utilizados como referência pois não são dados antes das intervenções humanas. Neste estudo, para contornar esta situação foram utilizados indicadores disponibilizados em diferentes fontes, para elementos biológicos, como as macroalgas, macroinvertebrados e fitoplâncton, através das intercalibrações no âmbito da DQA (Carletti & Heiskanen, 2009; Comissão Europeia, 2013, 2018); legislação europeia a nacional para os contaminantes (Comissão Europeia, 2013); e, de literatura existente, para indicadores utilizados em ecossistemas costeiros marinhos semelhantes. Desta maneira, os dados foram considerados adequados para uma avaliação preliminar do PNLN.

A agregação de indicadores e componentes ecossistémicas é desafiante e um fator crítico para o resultado final da avaliação do estado ambiental (Probst & Lynam, 2016; Pavlidou et al., 2019). Langhans et al. (2014), Probst e Lynam (2016), Nemati et al. (2018) e Borja et al. (2019) demonstraram que os resultados finais podem ser totalmente diferentes consoante a agregação dos indicadores, pois cada caso de estudo exige abordagens diferentes. Assim, o NEAT comprovou neste estudo, como em outros (Uusitalo et al., 2016; Nemati et al., 2017, 2018; Borja et al., 2019; Pavlidou et al., 2019; Kazanidis et al., 2020), ser uma ferramenta

flexível e adaptativa (Berg et al., 2017), permitindo a seleção de indicadores, componentes ecossistémicas, e *habitats* mais apropriados à realidade do PNLN. Por outro lado, o NEAT permite outras adaptações, como a ponderação das áreas das SAUs, ou a utilização de índices univariados e multimétricos (Alvarez et al., 2013), características importantes para uma correta avaliação do estado ambiental de um ecossistema (Probst & Lynam, 2016).

De acordo com os dados ecológicos monitorizados e selecionados, o NEAT determinou o estado ambiental, a nível espacial e temporal. Tal permitiu inferir sobre os impactos das atividades e pressões humanas no estado ambiental do PNLN e, também a eficiência das medidas de gestão em vigor (Pavlidou et al., 2019). Para além disso, também permitiu averiguar com facilidade nas tabelas dos resultados NEAT, quais as componentes ecossistémicas e *habitats* que se encontravam mais afetados, ou seja, com valores inferiores de estado ambiental. Desta forma, o NEAT possibilita identificar facilmente as necessidades específicas de medidas de gestão para alcançar um BEA e saúde dos oceanos (Nemati et al., 2018; Borja et al., 2019), que podem ajudar os gestores ambientais e decisores políticos a tomar medidas baseadas na AE (Borja et al., 2016a, 2016b). Além disso, reforçou a ideia de que várias componentes ecossistémicas possuem uma maior utilidade na avaliação da integridade ecológica, do que componentes individuais (Borja et al., 2009a).

4.2.2 Implicações para a gestão do PNLN

De acordo com os resultados obtidos pelo NEAT, o PNLN está de acordo com a meta proposta pela DQEM para o alcance do BEA das águas, *habitats* e recursos marinhos das águas europeias até 2020 (Comissão Europeia, 2008). Apesar de, tal como anteriormente referido, existirem várias atividades e pressões antrópicas no PNLN, estas são essencialmente locais e não parecem estar a comprometer o BEA dos ecossistemas do PNLN. Estes resultados mostram que o plano de gestão do PNLN parece ser adequado, contribuindo para a conservação da biodiversidade e funcionalidade dos ecossistemas, de modo a garantir o fornecimento dos vários bens e serviços (Dudley, 2008; Russi et al., 2016).

Devido ao tipo de proteção desta AMP, proteção parcial do tipo I e do tipo II, alguns atos e atividades humanas são permitidas. De facto, os resultados obtidos salientaram a existência de algumas atividades e pressões antrópicas locais, regionais e globais. Apesar de não parecerem estar a causar muito impacto ao nível da biodiversidade dos ecossistemas do PNLN, verificou-se que certas comunidades, nomeadamente macroinvertebrados, peixes, ictioplâncton e macroalgas, podem estar impactadas. Por isso, seria importante caracterizar e monitorizar as atividades com maior potencial de pressão, de forma a minimizar os efeitos

negativos que as atividades antrópicas existentes possam estar a causar nos recursos naturais protegidos e da biodiversidade.

Para garantir o BEA do PNLN é recomendado manter as medidas de proteção, conservação e gestão dos valores naturais protegidos e da biodiversidade. Além disso, para garantir que o plano de gestão seja eficiente, eficaz e equitativo, é recomendada uma monitorização e investigação científica de longo prazo das espécies e *habitats* marinhos. Assim como, uma fiscalização eficaz, principalmente das atividades que não são permitidas, para cumprir os objetivos de proteção do PNLN. E, envolver os utilizadores e a população de forma a conhecerem e aceitarem os objetivos que o PNLN tem como AMP. Para aumentar a eficácia desta AMP, como aumentar a resiliência e produtividade das espécies e *habitats* de importância ecológica e de estatuto de conservação, seria importante implementar áreas *no-take* nas áreas litorais do PNLN, de forma a proteger as comunidades mais impactadas, como os macroinvertebrados e os peixes.

Resumidamente, a informação obtida através da abordagem DAPSI(W)R(M) e do NEAT é importante e poderá servir de base para apoiar os gestores ambientais e decisores políticos e na definição de medidas de gestão. Estas ferramentas seguem uma abordagem holística e integrada (Borja et al., 2016b), garantindo assim uma gestão mais sustentável e bem sucedida desta AMP (Elliott et al., 2017). Todavia, só poderá ser atingida se todas as pessoas envolvidas, investigadores científicos, economistas, socio-economistas, engenheiros, gestores e decisores políticos tiverem sempre em mente esta abordagem (Elliott et al., 2017; Lovcraft & Meek, 2019). A chave para o sucesso social e ecológico do PNLN depende do tipo de proteção, dos objetivos propostos, localização, desenho, planificação, implementação, monitorização, gestão e governação eficientes, que são conseguidos através da colaboração dos diversos intervenientes (IUCN-WCPA, 2007, 2008; Bennett & Dearden, 2014; Day et al., 2019).

CAPÍTULO 5 — CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

5 — CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

O Parque Natural do Litoral Norte, apesar de enfrentar algumas pressões e impactes antrópicos, principalmente locais, de acordo com os resultados do NEAT, encontra-se em BEA. Assim, durante o período de 2017 a 2020, tanto a nível global (NEAT = 0,799), como a nível sazonal (NEAT = 0,767, outono-inverno; NEAT = 0,769, primavera-verão), o PNLN esteve em BEA.

As metodologias utilizadas neste estudo mostraram ser apropriadas para atingir os objetivos propostos. A aplicação da abordagem DAPSI(W)R(M) (Elliott et al., 2017) permitiu caraterizar a influência antrópica no PNLN, discriminando as principais atividades, pressões, mudanças das condições ambientais e impactes presentes no PNLN, quer a nível local, regional e global. Deste modo, foi possível a construção de um contexto histórico e sistematização das interações entre os sistemas naturais e sociais (Elliott, 2014), utilizando a AE (Borja et al., 2016b). No total foram identificados 12 setores de atividades humanas (7 locais, 5 regionais, 2 globais), verificando-se que o PNLN está essencialmente sujeito a atividades locais como: (i) atividades de proteção costeira (obras de engenharia pesada de proteção costeira, alimentação artificial de areia das praias, dragagens e extração de inertes), com alterações da dinâmica sedimentar, das condições oceanográficas e destruição parcial ou total das formas naturais; (ii) urbanização (construção de loteamentos, estradas, passadiços), com destruição dos cordões dunares e ecossistemas costeiros; (iii) turismo e recreação (época balnear, desportos náuticos, pisoteio dunar e intertidal, pesca lúdica), com destruição dos *habitats*, cordões dunares e dos recursos naturais; (iv) extração de recursos vivos (pesca profissional), com destruição dos fundos marinhos, sobreexploração dos recursos vivos e introdução de material sintético na cadeia alimentar marinha através do abandono de artes de pesca; e, (v) alterações climáticas, que foram reconhecidas como um setor de atividade em comum quer a nível local, regional e global.

Contudo, uma vez que a aplicação da abordagem DAPSI(W)R(M) foi baseada em informação recolhida na literatura, no futuro seria importante completar com mais estudos. Seria interessante avaliar os setores de atividades locais, como infraestruturas costeiras, urbanização, turismo e recreação, e extração de recursos vivos, por se terem destacado com um maior número de atividades, mudanças das condições ambientais e impactes. Seria também importante recolher dados quantitativos de algumas atividades, como a atividade turística (incluindo a pesca lúdica, nomeadamente a apanha), as descargas urbanas e agrícolas, o lixo marinho e, aprofundar os dados existentes relativos à pesca profissional.

A avaliação do número de visitantes das quatro praias do PNLN (Carruagem, Belinho, Suave Mar e Apúlia), mostrou que a presença das condições naturais das praias do PNLN, e as condições de acessibilidade e serviços presentes (e.g. vigilância, serviços de apoio, de comodidade, prática desportiva, e acessos) foram fatores determinantes para o número de visitantes de cada praia. Outro fator importante foi a utilização da praia para a prática balnear. De facto, o número de visitantes na época alta (época balnear) foi bastante superior em todas as praias, principalmente nas praias da Apúlia e de Suave Mar, que apresentam boas condições naturais (como areais extensos) e bons serviços de apoio à prática balnear. Por outro lado, a apanha lúdica, pesca lúdica (embarcada e apeada) e desportos náuticos foram atividades fortemente dependentes das condições naturais características de cada praia do PNLN. Os acessos de rede de estradas, a proximidade da linha de costa, os serviços de segurança, de apoio e de comodidades, não parecem ter sido fatores determinantes para a prática destas atividades. A apanha lúdica foi a principal atividade e, de um modo geral todas as atividades recreativas tiveram maior incidência na época alta do que na época baixa.

De acordo com os resultados deste estudo, o PNLN esteve em BEA, durante o período de 2017 a 2020, o que está de acordo com os dados de monitorização recolhidos no âmbito do projeto OMARE (Arenas et al., 2020). De facto, ao nível do ecossistema, as atividades antrópicas do PNLN não parecem estar a causar muito impacte nos ecossistemas do PNLN, pois o estado ambiental das componentes ecossistémicas e *habitats* variou entre Moderado a Excelente. Para as componentes ecossistémicas em que o estado ambiental foi mais baixo (Moderado), no caso das comunidades de macroinvertebrados, peixes, ictioplâncton e macroalgas, seria necessário continuar a estudar para perceber se estas componentes estão realmente a ser afetadas por pressões antrópicas, ou se refletem constrangimentos metodológicos, relacionados com a seleção dos indicadores e respetivos valores de referência. Segundo os resultados obtidos e no âmbito da DQEM, o PNLN está a cumprir os objetivos de proteção e conservação dos ecossistemas marinhos, contribuindo assim, para a meta proposta do alcance do BEA das águas, *habitats* e recursos marinhos das águas europeias até 2020 (Comissão Europeia, 2008), com base na AE (Borja et al., 2013b). Em geral, o plano de gestão e conservação parece estar adequado a esta AMP, no entanto seria importante manter e reforçar as medidas de proteção, conservação e gestão atuais para a proteção das comunidades de elevada importância ecológica e, algumas com estatuto de proteção. Embora a avaliação do estado ambiental do PNLN tenha sido com bons a elevados valores de fiabilidade, importa referir que esta avaliação é válida apenas para os indicadores e respetivos valores de referência utilizados, uma vez que os resultados obtidos estão dependentes da agregação dos indicadores, componentes ecossistémicas e *habitats* utilizados.

O NEAT mostrou ser uma ferramenta flexível e adaptativa, que permite ajustar a ferramenta ao tipo de dados existentes. Permitiu ainda investigar com facilidade nas tabelas de resultados, o estado ambiental das diferentes componentes ecossistémicas (macroalgas, macroinvertebrados, peixes, ictioplâncton, parâmetros físico-químicos, metais e PAHs) e dos *habitats* (rochoso, arenoso e coluna de água) ao nível de cada SAU, e com mais precisão para cada indicador. A determinação dos níveis de confiança, realizada através de permutações de Monte-Carlo (Berg et al., 2017) é também uma mais-valia da ferramenta, que permite avaliar a confiança na avaliação realizada.

No futuro, com um aumento do conhecimento e monitorização ambiental desta AMP, seria interessante testar novamente a avaliação do estado ambiental do PNLN, com os mesmos indicadores e valores de referência e valores limite, de forma a permitir uma comparação com os resultados obtidos neste estudo, para verificar se houve alterações do estado ambiental do PNLN. A fim de, melhorar a seleção dos indicadores e valores de referência inicialmente selecionados, poderá ser necessária uma reavaliação destes, para uma futura gestão com base na AE. E também, a inclusão de outros indicadores que reflitam as pressões avaliadas sobre as atividades recreativas estudadas neste estudo e incluam os mamíferos marinhos e as aves marinhas como componentes ecossistémicas do PNLN.

Espera-se que este estudo possa servir como um estudo de referência para estudos futuros na monitorização do estado ambiental dos ecossistemas do PNLN. A informação obtida através da abordagem DAPSI(W)R(M) e da ferramenta NEAT é importante e poderá servir de base para apoiar os gestores ambientais e decisores políticos e no processo de decisão e medidas de gestão baseadas numa gestão holística e integrada (Borja et al., 2016b), para garantir uma gestão mais sustentável e bem sucedida desta AMP (Elliott et al., 2017). Todavia, só poderá ser atingida se todas as pessoas envolvidas, investigadores científicos, economistas, socio-economistas, engenheiros, gestores e decisores políticos tiverem sempre em mente esta abordagem (Elliott et al., 2017; Lovecraft & Meek, 2019).

CAPÍTULO 6 — REFERÊNCIAS

6 — REFERÊNCIAS

- AEA (European Environment Agency). (1999). *Environmental indicators: Typology and overview*. Technical report No. 25, Copenhagen: European Environment Agency.
- Agardy, T., Davis, J., Sherwood, K., & Vestergaard, O. (2011). *Taking Steps toward Marine and Coastal Ecosystem-Based Management: An Introductory Guide*. In UNEP Regional Seas Reports and Studies, Vol. 189 (Nairobi), 68.
- Almada, V. C., Henriques, M., & Gonçalves, E. J. J. (1999). Ecology and behaviour of reef fishes in the temperate north-eastern Atlantic and adjacent waters. In: Almada, V.C., Oliveira, R.F., & Gonçalves, E.J. (Eds), *Behaviour and Conservation of Littoral Fishes*, 33–69.
- Almeida, C.M.R., Ramos, S., Mendes, R., Mucha, A.P., Magalhães, C., & Carvalho, M.F. (2019). *Technical report on environmental impacts of lost fishing gear, retrieving vehicles and acoustic tags* (Report D4.1). Tagging fishing gears and enhancing on board best-practices to promote waste free fisheries (NetTAG).
- Aloui-Bejaoui, N., & Afli, A. (2012). Functional diversity of the macro-invertebrate community in the port area of Kerkennah Islands (Tunisia). *Mediterranean Marine Science*, 13(1), 93–102.
- Alvarez, M. C., Franco, A., Pérez-Domínguez, R., & Elliott, M. (2013). Sensitivity analysis to explore responsiveness and dynamic range of multi-metric fish-based indices for assessing the ecological status of estuaries and lagoons. *Hydrobiologia*, 704(1), 347–362.
- AMBI (AZTI's Marine Biotic Index). (s.d.). *AMBI by AZTI*. Consultado a 12 de novembro de 2020, em <https://ambi.azti.es/>
- Andersen, J. H., Dahl, K., Göke, C., Hartvig, M., Murray, C., Rindorf, A., Skov, H., Vinther, M., & Korpinen, S. (2014). Integrated assessment of marine biodiversity status using a prototype indicator-based assessment tool. *Frontiers in Marine Science*, 1, 1–8.
- APA (Agência Portuguesa do Ambiente). (2019). EEMA Project. <https://apambiente.pt/?ref=16&subref=7&sub2ref=875&sub3ref=876>
- Araújo, R., Bárbara, I., Santos, G., Rangel, M., & Sousa-Pinto, I. (2003). *Fragmenta Chorologica Occidentalia*. *Anales del Jardín Botánico Madrid*, 60, 405–409.

- Araújo, R., Bárbara, I., Tibaldo, M., Berecibar, E., Diaz-Tapia, P., Pereira, R., Santos, R., & Sousa-Pinto, I. (2009). Checklist of benthic marine algae and cyanobacteria of northern Portugal. *Botanica Marina*, 52(1), 24–46.
- Arenas, F., Martins, M., Silva, D., Pereira, R., Bogalho, A., Meyer, H., Vale, C., Casalís, H., Almeida, C., Carvalho, F., Magalhães, C., Mucha, A.P., Bio, A., Froufe, E., Castro, F., Franco, J., & Ramos, S. (2020). *Observatório Marinho de Esposende. Ação 2 | Inventariação, monitorização, cartografia e gestão da biodiversidade marinha*. Relatório final do contrato de prestação de serviços 107/2017. Câmara Municipal de Esposende.
- Atkins, J.P., Burdon, D., Elliott, M., & Gregory, A.J. (2011). Management of the Marine Environment: Integrating Ecosystem Services and Societal Benefits with the DPSIR Framework in a Systems Approach. *Marine Pollution Bulletin*, 62, 215–226.
- Atkins, J. P., Burdon, D., Elliott, M., & Turner, K. (2014). Coastal and Marine Ecosystem Services. *Environmental Scientist, Journal of the Institution of Environmental Sciences, London*, 23(4), 26–30.
- Bald, J., Borja, A., Muxika, I., Franco, J., & Valencia, V. (2005). Assessing reference conditions and physico-chemical status according to the European Water Framework Directive: A case-study from the Basque Country (Northern Spain). *Marine Pollution Bulletin*, 50(12), 1508–1522.
- Ban, N., & Alder, J. (2008). How wild is the ocean? Assessing the intensity of anthropogenic marine activities in British Columbia, Canada. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18, 55–85.
- Ban, N. C., Alidina, H. M., & Ardron, J. A. (2010). Cumulative impact mapping: Advances, relevance and limitations to marine management and conservation, using Canada's Pacific waters as a case study. *Marine Policy*, 34(5), 876–886.
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Koch, E. W., Stier, A., & Silliman, B. (2012). Estuarine and Coastal Ecosystems and Their Services. Chapter 6. In van den Belt, M. & Costanza, R. (Eds.), *Ecological Economics of Estuaries and Coasts*. In Wolanski, E. & McLusky, D. (Eds.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science*. Vol. 12. Academic Press, Waltham, MA, 109–127.
- Barnes, D. K. A., & Crook, A. C. (2001). Quantifying behavioural determinants of the coastal European sea-urchin *Paracentrotus lividus*. *Marine Biology*, 138(6), 1205–1212.

- Benedet, L., Finkl, C. W., & Dobrochinski, J. P. H. (2013). Optimization of nearshore dredge pit design to reduce impacts on adjacent Beaches. *Journal of Coastal Research*, 29(3), 519–525.
- Bennett, N. J., & Dearden, P. (2014). From measuring outcomes to providing inputs: Governance, management, and local development for more effective marine protected areas. *Marine Policy*, 50, 96–110.
- Berg, T., Aylagas, E., Balsby, J. S., Borja, A., Bučas, M., Capuzzo, E., Carstensen, J., Chenuil, A., Clausen, P., Doncheva, V., Ferreira, I., Garcés, E., Hällfors, A., Heiskanen, A-S., Kauppila, P., Lehtinen, D. S., Lehtiniemi, M., Lynam, C., Muxika, S. O. I., Padadopoulou, N., Reñé, A., Stefanova, N-R. K., Suikkanen, S., Teixeira, H., Zaiko, L. A., & Zenetos, A. (2016). *Report on the New Indicators and Methods for Setting Reference and Target Values: Deliverable D3-3. DEVOTES project.* <http://www.devotes-project.eu/deliverables-and-milestones/>
- Berg, T., Murray, C., Carstensen, J., & Andersen, J. H. (2017). NEAT – Nested Environmental Status Assessment Tool (Manual Version 1.3). DEVOTES project.
- Bertocci, I., Blanco, A., Franco, J. N., Fernández-Boo, S., & Arenas, F. (2018). Short-term variation of abundance of the purple sea urchin, *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816), subject to harvesting in northern Portugal. *Marine Environmental Research*, 141, 247–254.
- Bertocci, I., Dominguez, R., Freitas, C., & Sousa-Pinto, I. (2012). Patterns of variation of intertidal species of commercial interest in the Parque Litoral Norte (north Portugal) MPA: Comparison with three reference shores. *Marine Environmental Research*, 77, 60–70.
- Bertocci, I., Dominguez, R., Machado, I., Freitas, C., Domínguez Godino, J., Sousa-Pinto, I., Gonçalves, M., & Gaspar, M. B. (2014). Multiple effects of harvesting on populations of the purple sea urchin *Paracentrotus lividus* in north Portugal. *Fisheries Research*, 150, 60–65.
- Best, M. A., Wither, A. W., & Coates, S. (2007). Dissolved oxygen as a physico-chemical supporting element in the Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 53–64.
- Borja, A., Dauer, D. M., & Grémare, A. (2012b). The importance of setting targets and reference conditions in assessing marine ecosystem quality. *Ecological Indicators*, 12(1), 1–7.

- Borja, A., Elliott, M., Andersen, J. H., Berg, T., Carstensen, J., Halpern, B. S., Heiskanen, A. S., Korpinen, S., Stewart Lowndes, J. S., Martin, G., & Rodriguez-Ezpeleta, N. (2016b). Overview of integrative assessment of marine systems: The ecosystem approach in practice. *Frontiers in Marine Science*, 3, 1–20.
- Borja, A., Elliott, M., Andersen, J. H., Cardoso, A. C., Carstensen, J., Ferreira, J. G., Heiskanen, A. S., Marques, J. C., Neto, J. M., Teixeira, H., Uusitalo, L., Uyarra, M. C., & Zampoukas, N. (2013a). Good Environmental Status of marine ecosystems: What is it and how do we know when we have attained it? *Marine Pollution Bulletin*, 76(1–2), 16–27.
- Borja, A., Elliott, M., Snelgrove, P. V. R., Austen, M. C., Berg, T., Cochrane, S., Carstensen, J., Danovaro, R., Greenstreet, S., Heiskanen, A. S., Lynam, C. P., Mea, M., Newton, A., Patrício, J., Uusitalo, L., Uyarra, M. C., & Wilson, C. (2016a). Bridging the gap between policy and science in assessing the health status of marine ecosystems. *Frontiers in Marine Science*, 3, 1–23.
- Borja, A., Franco, J., & Pérez, V. (2000). A marine Biotic Index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100–1114.
- Borja, A., Franco, J., Valencia, V., Bald, J., Muxika, I., Belzunce, M. J., & Solaun, O. (2004). Implementation of the European water framework directive from the Basque country (northern Spain): A methodological approach. *Marine Pollution Bulletin*, 48(3–4), 209–218.
- Borja, A., Garmendia, J. M., Menchaca, I., Uriarte, A., & Sagarmínaga, Y. (2019). Yes, we can! Large-scale integrative assessment of European regional seas, using open access databases. *Frontiers in Marine Science*, 6, 1–13.
- Borja, A., Josefson, A. B., Miles, A., Muxika, I., Olsford, F., Phillips, G., Rodríguez, J. G., & Rygg, B. (2007). An approach to the intercalibration of benthic ecological status assessment in the North Atlantic ecoregion, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 42–52.
- Borja, A., Mader, J., & Muxika I. (2012a). Instructions for the use of the AMBI index software (Version 5.0). *Revista de Investigación Marina, AZTI-Tecnalia*, 19(3), 71–82.
- Borja, A., Marques, J. C., Olabarria, C., & Quintino, V. (2013b). Marine research in the Iberian Peninsula: A pledge for better times after an economic crisis. *Journal of Sea Research*, 83, 1–8.

- Borja, A., Miles, A., Occhipinti-Ambrogi, A., & Berg, T. (2009b). Current status of macroinvertebrate methods used for assessing the quality of European marine waters: Implementing the Water Framework Directive. *Hydrobiologia*, 633(1), 181–196.
- Borja, A., Ranasinghe, A., & Weisberg, S. B. (2009a). Assessing ecological integrity in marine waters, using multiple indices and ecosystem components: Challenges for the future. *Marine Pollution Bulletin*, 59(1–3), 1–4.
- Brito, A., Brotas, V., Caetano, M., Coutinho, M., Bordalo, A., Icely, J., Neto, J. M., Serôdio, J., & Moita, M.T. (2012). Defining phytoplankton class boundaries in Portuguese Transitional Waters: an evaluation of the ecological quality status according to the Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, 19, 5–14.
- Buhl-Mortensen, L., Galparsoro, I., Vega Fernández, T., Johnson, K., D’Anna, G., Badalamenti, F., Garofalo, G., Carlström, J., Piwowarczyk, J., Rabaut, M., Vanaverbeke, J., Schipper, C., van Dalfsen, J., Vassilopoulou, V., Issaris, Y., van Hoof, L., Pecceu, E., Hostens, K., Pace, M. L., Knittweis, L., Stelzenmüller, V., Todorova, V., & Doncheva, V. (2017). Maritime ecosystem-based management in practice: Lessons learned from the application of a generic spatial planning framework in Europe. *Marine Policy*, 75, 174–186.
- Cabaço, S., Machás, R., & Santos, R. (2007). Biomass-density relationships of the seagrass *Zostera noltii*: A tool for monitoring anthropogenic nutrient disturbance. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(3), 557–564.
- Cabaço, S., Santos, R., & Duarte, C. M. (2008). The impact of sediment burial and erosion on seagrasses: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 79(3), 354–366.
- Cabral, H. N., Fonseca, V. F., Gamito, R., Gonçalves, C. I., Costa, J. L., Erzini, K., Gonçalves, J., Martins, J., Leite, L., Andrade, J. P., Ramos, S., Bordalo, A., Amorim, E., Neto, J. M., Marques, J. C., Rebelo, J. E., Silva, C., Castro, N., Almeida, P. R., Domingos, I., Gordo, L. S., & Costa, M.J. (2012). Ecological quality assessment of transitional waters based on fish assemblages in Portuguese estuaries: the Estuarine Fish Assessment Index (EFAI). *Ecological Indicators*, 19, 144–153.
- Carletti, A., & Heiskanen, A. (Eds.) (2009). *Water Framework Directive intercalibration technical report - Part 3: Coastal and Transitional waters* (Report No. EUR 23838 EN/3). European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environmental and Sustainability.
- Carlton, J. T. (1996). Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological Conservation*, 78(1–2), 97–106.

- Carvalho, G. S., & Granja, H. M. (1997). *Ambientes do Plistocénico e do Holocénico na zona costeira do noroeste de Portugal (estado atual do conhecimento sobre os seus problemas* [Conferência] Quaternário Ibérico, Huelva, Espanha.
- CDB (Convenção Diversidade Biológica). (2000). *A Convenção sobre a Diversidade Biológica, Cópia do Decreto Legislativo n.º 2 de 5 de junho de 1992*. Ministério do Meio Ambiente, 1–30. <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>
- Clark, J. S., Bell, D. M., Hersh, M. H., Kwit, M. C., Moran, E., Salk, C., Stine, A., Valle, D., & Zhu, K. (2011). Individual-scale variation, species-scale differences: Inference needed to understand diversity. *Ecology Letters*, 14(12), 1273–1287.
- CNUDM (Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar). (1982). Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, adotada em Montego Bay, no dia 10 de dezembro de 1982. Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e Acordo Relativo à Aplicação da Parte XI da Convenção. *Diário da República n.º 238/1997, I Série-A*, 5486-(3)–5486-(192).
- Coates, S. A, Colclough, S. R., Harrison, T. D., & Robson, M. (2004). *Development of an estuarine classification scheme for the Water Framework Directive: Fish Component*. R&D Technical Report E1-131/TR, 53 p.
- Coelho, C. D. B. (2005). *Riscos de exposição de Frentes Urbanas para Diferentes Intervenções de Defesa Costeira* [Tese de Doutoramento em Engenharia Civil, Universidade de Aveiro].
- Collén, J., Cornish, M. L., Craigie, J., Ficko-Blean, E., Hervé, C., Krueger-Hadfield, S. A., Leblanc, C., Michel, G., Potin, P., Tonon, T., & Boyen, C. (2014). *Chondrus crispus* – A Present and Historical Model Organism for Red Seaweeds. *Advances in Botanical Research*, 71, 53–89.
- Collie, J. S., Vic Adamowicz, W. L., Beck, M. W., Craig, B., Essington, T. E., Fluharty, D., Rice, J., & Sanchirico, J. N. (2013). Marine spatial planning in practice. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 117, 1–11.
- Comissão Europeia. (2000). Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de outubro de 2000, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água (Diretiva-Quadro Água). *Jornal Oficial da União Europeia*, L 327, 1–72.
- Comissão Europeia. (2008). Diretiva 2008/56/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de junho de 2008, que estabelece em quadro de ação comunitária da política para o meio marinho (Diretiva-Quadro Estratégia Marinha). *Jornal Oficial da União Europeia*, L 164, 19–40.

- Comissão Europeia. (2010). Decisão da Comissão, de 1 de setembro de 2010, relativa aos critérios e normas metodológicas relativos ao bom estado ambiental das águas marinhas (notificados nos termos do documento C(2010) 5956)(2010/477/UE). *Jornal Oficial da União Europeia*, L 232, 12–24.
- Comissão Europeia. (2013). Diretiva 2013/39/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de agosto de 2013, que altera as Diretivas 2000/60/CE e 2008/105/CE no que respeita às substâncias prioritárias no domínio da política da água. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 226, 1–17.
- Comissão Europeia. (2014). Diretiva 2014/89/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de julho de 2014, que estabelece um quadro para o ordenamento do espaço marítimo. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 257, 135–145.
- Comissão Europeia. (2018). Decisão (UE) 2018/229 da Comissão, de 12 de fevereiro de 2018, que estabelece, nos termos da Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, os valores para a atribuição de classificações com base nos sistemas de monitorização dos Estados-Membros, no seguimento do exercício de intercalibração, e revoga a Decisão 2013/480/UE da Comissão. *Jornal Oficial da União Europeia*, L 47, 1–91.
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253–260.
- Davis, M. H., & Davis, M. E. (2005). *Styela clava* (Tunicata: Ascidiacea) - A new addition to the fauna of the Portuguese coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(2), 403–404.
- Day, J., Dudley, N., Hockings, M., Holmes, G., Laffoley, D., Stolton, S., Wells, S., & Wenzel, L. (Eds.) (2019). *Guidelines for applying the IUCN protected area management categories to marine protected areas*. Second edition. Gland. Switzerland: IUCN.
- Dauer, D. M. (1993). Biological criteria, environmental health and estuarine macrobenthic community structure. *Marine Pollution Bulletin*, 26(5), 249–257.
- Dean, R. G. (2002). *Beach Nourishment: Theory and Practice*. World Scientific Press, New Jersey, 399.
- Decreto-Lei n.º 357/87 de 17 novembro. (1987). Cria a Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende (APP). *Diário da República n.º 265/1987, I Série*, 4017–4020.

- Decreto-Lei n.º 19/93 de 23 janeiro. (1993). Estabelece normas relativas à Rede Nacional de Áreas Protegidas. *Diário da República n.º 19/1993, I Série-A*, 271–277.
- Decreto-Lei n.º 101/2013 de 25 de julho. (2013). Procede à terceira alteração do Decreto-Lei n.º 246/2000, de 29 de setembro, que define o quadro legal do exercício da pesca marítima dirigida a espécies animais e vegetais com fins lúdicos. *Diário da República n.º 142/2013, I Série*, 4392–4400.
- Decreto-Lei n.º 116/2019 de 21 de agosto. (2019). Define o modelo de cogestão das áreas protegidas. *Diário da República n.º 159/2019, I Série*, 2–12.
- Decreto Regulamentar n.º 6/2005 de 21 julho. (2005). Reclassifica a Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende e altera os limites definidos no Decreto-Lei n.º 357/87, de 17 de novembro, passando a ter a denominação de Parque Natural do Litoral Norte. *Diário da República, n.º 139/2005, I Série-B*, 4321–4326.
- Defeo, O., & McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: A multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 295, 1–20.
- de Jonge, V. N., Pinto, R., & Turner, R. K. (2012). Integrating ecological, economic and social aspects to generate useful management information under the EU Directives' "ecosystem approach." *Ocean and Coastal Management*, 68, 169–188.
- Despacho n.º 3023/2021 de 19 de março. (2021). Determina a composição da comissão de cogestão do Parque Natural do Litoral Norte. *Diário da República n.º 55/2021, II Série*, 33–34.
- DGRM (Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos). (2018). *Zonas Marítimas sob Soberania e/ou Jurisdição Portuguesa*. Direção-Geral de Recursos Naturais, Segurança e Serviços Marítimos. Consultado a 14 de setembro de 2020, em <https://www.dgrm.mm.gov.pt/web/guest/am-ec-zonas-maritimas-sob-jurisdicao-ou-soberania-nacional>
- Dias, E., Garção, R., Santos-ferreira, A., & Estevão, A. (2012). *Operações de dragagem no porto de Esposende: necessidades portuárias e ambientais*. 1, 345–348.
- Dias, J. (1993). *Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa*. *Geologia Costeira*. Universidade do Algarve, Faro.
- Diniz, F., Poeta, A., Silva, C., Pinto, L., & Abreu, S. (2003). *Relatório da Cidade de Esposende - Portugal: O Papel das Pequenas e Médias Cidades no Desenvolvimento Rural*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

- Dolbeth, M., Pardal, M. A., Lillebø, A. I., Azeiteiro, U., & Marques, J. C. (2003). Short- and long-term effects of eutrophication on the secondary production of an intertidal macrobenthic community. *Marine Biology*, 143(6), 1229–1238.
- Domingos, I., Gameiro, C., Ferreira, A., Adão, H., Amorim, A., Brotas, V., Cabral, H., Chainho, P., Costa, J. L., Gordo, L. S., Newton, A., Sousa, F., Teixeira H., Vieira, A. R., Zilhão, R., & Brito, A. C. (2017). *Ecosistemas da Plataforma Continental*. DGRM, Lisboa, Portugal. www.sophia-mar.pt
- Domínguez-Tejo, E., Metternicht, G., Johnston, E., & Hedge, L. (2016). Marine Spatial Planning advancing the Ecosystem-Based Approach to coastal zone management: A review. *Marine Policy*, 72, 115–130.
- Dudley, N. (Ed.) (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. Gland, Switzerland: IUCN. x + 86 pp.
- Edwards, V., Icely, J., Newton, A., & Webster, R. (2005). The yield of chlorophyll from nitrogen: A comparison between the shallow Ria Formosa lagoon and the deep oceanic conditions at Sagres along the southern coast of Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 62(3 SPEC. ISS.), 391–403.
- Elliott, M. (2011). Marine science and management means tackling exogenic unmanaged pressures and endogenic managed pressures - A numbered guide. *Marine Pollution Bulletin*, 62(4), 651–655.
- Elliott, M. (2013). The 10-tenets for integrated sucessful and sustainable marine managment. *Marine Pollution Bulletin*, 74(1), 1–5.
- Elliott, M. (2014). Integrated marine science and management: Wading through the morass. *Marine Pollution Bulletin*, 86(1–2), 1–4.
- Elliott, M., Burdon, D., Atkins, J. P., Borja, A., Cormier, R., de Jonge, V. N., & Turner, R. K. (2017). “And DPSIR begat DAPSI(W)R(M)!” - A unifying framework for marine environmental management. *Marine Pollution Bulletin*, 118(1–2), 27–40.
- Elliott, M., Burdon, D., Hemingway, K. L., & Apitz, S. (2007). Estuarine, coastal and marine ecosystem restoration: Confusing management and science – A revision of concepts. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 74(3), 349–366.
- Elliott, M & O’Higgins, T.G. (2020). From DPSIR the DAPSI(W)R(M) Emerges... a Butterfly – ‘protecting the natural stuff and delivering the human stuff’. In O’Higgins, T.G., Lago, M. & DeWitt, T.H. (Eds.), *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and*

- Aquatic Biodiversity: Theory, Tools and Applications. Part II, Foundational Concepts* (pp. 61–86). Springer, Switzerland.
- Engelen, A., & Santos, R. (2009). Which demographic traits determine population growth in the invasive brown seaweed *Sargassum muticum*? *Journal of Ecology*, 97(4), 675–684.
- Esposende Ambiente (s.d.). *Espaços Agrícolas*. Gabinete de Sistemas de Informação e Comunicação, Esposende Ambiente. Consultado a 01 de junho de 2020, em <https://www.esposendeambiente.pt/index.php/espacos-agricolas.html>
- Esposende Ambiente (2021). *Comissão de Cogestão do Parque Natural Litoral Norte inicia trabalho após primeira reunião*. Gabinete de Sistemas de Informação e Comunicação, Esposende Ambiente Consultado a 23 de junho de 2021, em <https://www.esposendeambiente.pt/index.php/159-noticias-2021/1054-comissao-de-cogestao-do-parque-natural-litoral-norte-inicia-trabalho-apos-primeira-reuniaocomissao-de-cogestao-do-parque-natural-litoral-norte-inicia-trabalho-apos-primeira-reuniao.html>
- Ewers, R. M., & Didham, R. K. (2007). The effect of fragment shape and species' sensitivity to habitat edges on animal population size: Contributed papers. *Conservation Biology*, 21(4), 926–936.
- FAO-FIDI (FAO Fishery Information, Data and Statistics). (2004). *Collation, analysis and dissemination of global and regional fishery statistics*. FI Programme Websites, available through the Fisheries Global Information System (FIGIS). www.fao.org
- Faria, H. (2012). *Metodologia espaço – temporal de avaliação, controlo de riscos e intervenção na linha de costa do litoral Norte* [Dissertação de Mestrado em Gestão Ambiental e Ordenamento do Território, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo].
- Fernandes, M. J., Paíga, P., Silva, A., Llaguno, C. P., Carvalho, M., Vázquez, F. M., & Delerue-Matos, C. (2020). Antibiotics and antidepressants occurrence in surface waters and sediments collected in the north of Portugal. *Chemosphere*, 239.
- Ferreira V., Arenas F., Ramos S., Martins M., Silva D., Magalhães S., & Meyer, H. (2019). *Observatório Marinho de Esposende. Ação 2 | Inventariação, monitorização, cartografia e gestão da biodiversidade marinha*. Relatório de progresso no. 1. Coelaborado pelo CIIMAR e Vasco Ferreira - Marine Consulting para a Câmara Municipal de Esposende pelos contratos 107/2017 e 96/2017.

- Ferreira, V. (imagem, edição, argumento), Concept, C. J. (Imagem), Cresp, J. (imagem), & Oliveira, B. (locução). (2015, 16 novembro). *Documentário Fantasmas do Litoral Norte* [Vídeo]. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=bOx2eff1yus&index=5&list=LLxJ76H7LeBMPP0GiZ9Nwhww>
- Fiandra, M. (2019). *The DAPSI(W)R(M) problem-structuring framework applied to the Venice Lagoon* [Master's Thesis in Environmental Sciences, Università Ca'Foscari Venezia].
- Froese, R., & Pauly, D. (Eds.) (2021). *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (06/2021).
- Garcin, M., Tedim, F., C.Vinchon, Desramaut, N., & Rohmer, J. (2011). *The MOVE coastal erosion case study (Northern Portugal, preliminary results)* [Conference paper]. Porto University.
- Gaspar, R., Pereira, L., & Neto, J. M. (2012). Ecological reference conditions and quality states of marine macroalgae sensu Water Framework Directive: An example from the intertidal rocky shores of the Portuguese coastal waters. *Ecological Indicators*, 19, 24–38.
- Ghekiere, A., Verdonck, F., Claessens, M., Monteyne, E., Roose, P., Wille, K., Goffin, A., Rappé, K., & Janssen, C. R. (2013). Monitoring micropollutants in marine waters, can quality standards be met? *Marine Pollution Bulletin*, 69(1–2), 243–250.
- Ghosh, D., & Biswas, J. K. (2015). Macroinvertebrate diversity indices: A quantitative bioassessment of ecological health status of an oxbow lake in Eastern India. *Journal of Advances in Environmental Health Research*, 3(2), 78–90.
- Google Earth. (s.d.). *Iniciar o Earth*. Google Earth. Consultado a 31 de agosto de 2020 em, <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>
- Gómez-Gesteira, M., deCastro, M., Alvarez, I., & Gómez-Gesteira, J. L. (2008). Coastal sea surface temperature warming trend along the continental part of the Atlantic Arc (1985-2005). *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 113(4), 1–9.
- Gonçalves, S. C., Anastácio, P. M., Pardal, M. A., Cardoso, P. G., Ferreira, S. M., & Marques, J. C. (2009). Sandy beach macrofaunal communities on the western coast of Portugal - Is there a steady structure under similar exposed conditions? *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 81(4), 555–568.

- Grall, J., & Glémarec, M. (1997). Using biotic indices to estimate macrobenthic community perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44(SUPPL. A), 43–53.
- Granja, H. M. (1990). *Repensar a geodinâmica da zona costeira. O passado e o presente. Que futuro?* [Tese de Doutoramento, Universidade do Minho].
- Gravens, M., Ebersole, B., Walton, T., & Wise, R. (2006). Beach Fill Design. In Ward, D. (Ed.), *Coastal Engineering Manual. Part V. Coastal Project Planning and Design. Chapter IV. Engineer Manual 1110-2-1100* U.S. Army Corps of Engineers. Washington, DC.
- Gredilla, A., Stoichev, T., Fdez-Ortiz de Vallejuelo, S., Rodriguez-Iruretagoiena, A., de Moraes, P., Arana, G., de Diego, A., & Madariaga, J. M. (2015). Spatial distribution of some trace and major elements in sediments of the Cávado estuary (Esposende, Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 99(1–2), 305–311.
- Greene, K. (2002). Beach nourishment: A Review of the Biological and Physical impacts. ASMFC Habitat Management Series # 7. *Atlantic States Marine Fisheries Commission*, November, 1–174.
- Halpern, B. S., Frazier, M., Potapenko, J., Casey, K. S., Koenig, K., Longo, C., Lowndes, J. S., Rockwood, R. C., Selig, E. R., Selkoe, K. A., & Walbridge, S. (2015). Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, 6(7615), 1–7.
- Halpern, B. S., Longo, C., Hardy, D., McLeod, K. L., Samhouri, J. F., Katona, S. K., Kleisner, K., Lester, S. E., O'leary, J., Ranelletti, M., Rosenberg, A. A., Scarborough, C., Selig, E. R., Best, B. D., Brumbaugh, D. R., Chapin, F. S., Crowder, L. B., Daly, K. L., Doney, S. C., & Zeller, D. (2012). An index to assess the health and benefits of the global ocean. *Nature*, 488(7413), 615–620.
- Halpern, B. S., Walbridge, S., Selkoe, K. A., Kappel, C. V., Micheli, F., D'Agrosa, C., Bruno, J. F., Casey, K. S., Ebert, C., Fox, H. E., Fujita, R., Heinemann, D., Lenihan, H. S., Madin, E. M. P., Perry, M. T., Selig, E. R., Spalding, M., Steneck, R., & Watson, R. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science*, 319(5865), 948–952.
- Harrison, T. D., & Whitfield, A. K. (2004). A multi-metric fish index to assess the environmental condition of estuaries. *Journal of Fish Biology*, 65(3), 683–710.
- Hauxwell, J., Cebrián, J., Furlong, C., & Valiela, I. (2001). Macroalgal canopies contribute to eelgrass (*Zostera marina*) decline in temperate estuarine ecosystems. *Ecology*, 82(4), 1007–1022.

- HELCOM (2010). Ecosystem Health of the Baltic Sea 2003-2007: HELCOM Initial Holistic Assessment. *Baltic Sea Environmental Proceedings*, 122, 1–68.
- Henriques, S., Pais, M. P., Costa, M. J., & Cabral, H. (2008a). Development of a fish-based multimetric index to assess the ecological quality of marine habitats: the Marine Fish Community Index. *Marine Pollution Bulletin*, 56(11), 1913–1934.
- Henriques, S., Pais, M. P., Costa, M. J., & Cabral, H. (2008b). Efficacy of adapted estuarine fish-based multimetric indices as tools for evaluating ecological status of the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 56(10), 1696–1713.
- Horta e Costa, B. (2017). *MPA X-ray – Diagnóstico das Áreas Marinhas Protegidas Portuguesas. 2ª edição incluindo contributos e comentários dos vários stakeholders*. WWF Portugal. Portugal.
- Horta e Costa, B., Gonçalves, J. M. dos S., Franco, G., Erzini, K., Furtado, R., Mateus, C., Cadeireiro, E., & Gonçalves, E. J. (2019). Categorizing ocean conservation targets to avoid a potential false sense of protection to society: Portugal as a case-study. *Marine Policy*, 108, 103553.
- ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas). (s.d.). *Parque Natural do Litoral Norte*. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Consultado a 20 de janeiro de 2020, em <http://www2.icnf.pt/portal/ap/p-nat/pnlN>
- IUCN. (1980). *World Conservation Strategy – Living Resource Conservation for Sustainable Development*. IUCN, Gland, Switzerland.
- IUCN. (2018). *Marine protected planet*. UNEP-WCMC and IUCN Cambridge, UK. www.protectedplanet.net/en
- IUCN-WCPA (IUCN World Commission on Protected Areas). (2007). *Establishing Marine Protected Area networks – Making It Happen: A Guide for Developing National and Regional Capacity for Building MPA Networks*. Nontechnical summary report.
- IUCN-WCPA (IUCN World Commission on Protected Areas). (2008). *Establishing Resilient Marine Protected Area Networks – Making It Happen*. Washington, D.C.: IUCN-WCPA, National Oceanic and Atmospheric Administration and The Nature Conservancy.
- Jayachandran, P. R., Jima, M., Philomina, J., & Nandan, S. B. (2020). Assessment of benthic macroinvertebrate response to anthropogenic and natural disturbances in the Kodungallur-Azhikode estuary, southwest coast of India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(10), 1–19.

- Kazanidis, G., Orejas, C., Borja, A., Kenchington, E., Henry, L. A., Callery, O., Carreiro-Silva, M., Egilsdottir, H., Giacomello, E., Grehan, A., Menot, L., Morato, T., Ragnarsson, S. Á., Rueda, J. L., Stirling, D., Stratmann, T., van Oevelen, D., Palialexis, A., Johnson, D., & Roberts, J. M. (2020). Assessing the environmental status of selected North Atlantic deep-sea ecosystems. *Ecological Indicators*, 119, 106624.
- Kelleher, G. (1999). *Guidelines for Marine Protected Areas*. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Keough, M. J., & Quinn, G. P. (1991). Causality and the choice of measurements for detecting human impacts in marine environments. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 42(5), 539–554.
- Khalaf, M. A., & Kochzius, M. (2002). Changes in trophic community structure of shore fishes at an industrial site in the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 239, 287–299.
- Klaus, R., Jones, D. A., Turner, J., Simões, N., & Vousden, D. (2003). Integrated Marine and coastal management: A strategy for the conservation and sustainable use of marine biological resources in the Socotra Archipelago, Yemen. *Journal of Arid Environments*, 54(1), 71–80.
- Korpinen, S., & Andersen, J. H. (2016). A global review of cumulative pressure and impact assessments in marine environments. *Frontiers in Marine Science*, 3.
- Langhans, S. D., Reichert, P., & Schuwirth, N. (2014). The method matters: A guide for indicator aggregation in ecological assessments. *Ecological Indicators*, 45, 494–507.
- Leite, R. B., & Haie, N. (2008). Os Recursos Rurais de Esposende : Avaliação Baseada em Indicadores de Sustentabilidade na Zona Vulnerável 1. *Engenharia Civil, Univerisdade do Minho*, 33, 17–28.
- Lemos, R. T., & Pires, H. O. (2004). The upwelling regime off the west Portuguese coast, 1941-2000. *International Journal of Climatology*, 24(4), 511–524.
- Le Tissier, M. (2020). Unravelling the Relationship between Ecosystem-Based Management, Integrated Coastal Zone Management and Marine Spatial Planning. In O'Higgins, T., Lago, M., & DeWitt, T. H. (Eds.), *Ecosystem-based management, ecosystem services and aquatic biodiversity: Theory, tools and applications, Part IV, Governance* (pp. 403–416). Springer, Amsterdam.

- Levin, P. S., Fogarty, M. J., Murawski, S. A., & Fluharty, D. (2009). Integrated ecosystem assessments: Developing the scientific basis for ecosystem-based management of the ocean. *PLoS Biology*, 7(1), e1000014.
- Lima, F. P., Ribeiro, P. A., Queiroz, N., Hawkins, S. J., & Santos, A. M. (2007). Do distributional shifts of northern and southern species of algae match the warming pattern? *Global Change Biology*, 13(12), 2592–2604.
- Lindgarth, M., & Hoskin, M. (2001). Patterns of distribution of macro-fauna in different types of estuarine, soft sediment habitats adjacent to urban and non-urban areas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 52(3), 237–247.
- Liu, D., Keesing, J. K., Xing, Q., & Shi, P. (2009). World's largest macroalgal bloom caused by expansion of seaweed aquaculture in China. *Marine Pollution Bulletin*, 58(6), 888–895.
- Long, R. D., Charles, A., & Stephenson, R. L. (2015). Key principles of marine ecosystem-based management. *Marine Policy*, 57, 53–60.
- Loureiro, E. (2006). *Indicadores Geomorfológicos e Sedimentológicos na Avaliação da Tendência Evolutiva da Zona Costeira (Aplicação ao concelho de Esposende)* [Tese de Doutoramento em Ciências, Universidade do Minho].
- Lovecraft, A. L., & Meek, C. L. (2019). Arctic Coastal Systems: Evaluating the DAPSI(W)R(M) Framework. In Wolanski, E., Day, J., Elliot, M., & Ramachandran, R. (Eds.) *Coasts and Estuaries: The Future* (pp. 671–686). Elsevier, Cambridge, US.
- Magura, T., Lövei, G. L., & Tóthmérész, B. (2009). Does urbanization decrease diversity in ground beetle (Carabidae) assemblages? *Global Ecology and Biogeography*, 19(1), 16–26.
- Martin, G., Fammler, H., Veidemann, K., Wijkmark, N., Auninš, A., Hällfors, H., & Lappalainen, A. (Eds.) (2015). *The MARMONI approach to marine biodiversity indicators - Volume I: Development of indicators for assessing the state of marine biodiversity in the Baltic Sea within the LIFE MARMONI Project*. Estonian Marine Institute Report Series, No. 16.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review*, 50(4), 370–396.
- Melo, R. (2018). *Avaliação da comunidade de macroalgas da praia rochosa de Belinho-Mar* [Dissertação de Mestrado em Ecologia e Ambiente, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto].

- Metaxas, A., & Scheibling, R. E. (1993). Community structure and organization of tidepools. *Marine Ecology Progress Series*, 98(1–2), 187–198.
- Ministério da Defesa Nacional (2007). *Estratégia Nacional para o MAR*. Estrutura de Missão para os assuntos do mar, Lisboa, Portugal.
https://ciencias.ulisboa.pt/sites/default/files/fcul/investigacao/Estrategia_Nacional_Mar_pt%2C%202006.pdf
- Município Esposende (2016). *Esposende avança com modelo de cogestão do Parque Natural do Litoral Norte*. Município Esposende. Consultado a 23 de junho de 2021, em https://www.municipio.esposende.pt/pages/703?news_id=5363
- Muxika, I., Borja, A., & Bald, J. (2007). Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 16–29.
- Narayanaswamy, B. E., Coll, M., Danovaro, R., Davidson, K., Ojaveer, H., & Renaud, P. E. (2013). Synthesis of Knowledge on Marine Biodiversity in European Seas: From Census to Sustainable Management. *PLoS ONE*, 8(3), e58909.
- Nemati, H., Shokri, M. R., Ramezanpour, Z., Ebrahimi Pour, G. H., Muxika, I., & Borja, A. (2017). Using multiple indicators to assess the environmental status in impacted and non-impacted bathing waters in the Iranian Caspian Sea. *Ecological Indicators*, 82, 175–182.
- Nemati, H., Shokri, M. R., Ramezanpour, Z., Ebrahimi Pour, G. H., Muxika, I., & Borja, A. (2018). Sensitivity of indicators matters when using aggregation methods to assess marine environmental status. *Marine Pollution Bulletin*, 128, 234–239.
- Neto, J. M., Gaspar, R., Pereira, L., & Marques, J. C. (2012). Marine Macroalgae Assessment Tool (MarMAT) for intertidal rocky shores. Quality assessment under the scope of the European Water Framework Directive. *Ecological Indicators*, 19, 39–47.
- Nikolaou, A., Meric, S., & Fatta, D. (2007). Occurrence patterns of pharmaceuticals in water and wastewater environments. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 387(4), 1225–1234.
- O’Higgins, T. G., Lago, M., & DeWitt, T. H. (2020). Using the Concepts and Tools of Social Ecological Systems and Ecosystem Services to Advance the Practice of Ecosystem-Based Management. In O’Higgins, T. G., Lago, M., & DeWitt, T.H. (Eds.), *Ecosystem-Based Management, Ecosystem Services and Aquatic Biodiversity: Theory, Tools and Applications*. Part I, Introduction (pp. 3–14). Springer, Switzerland.

- Oliveira, J. P., Sousa-Pinto, I., Weber, G. M., & Bertocci, I. (2014). Urban vs. extra-urban environments: Scales of variation of intertidal benthic assemblages in north Portugal. *Marine Environmental Research*, 97, 48–57.
- Oliveira, M. (2003). *Contribuição para o estudo da pesca recreativa de costa em portugal* [Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da Universidade do Porto].
- Orfanidis, S., Panayotidis, P., & Stamatis, N. (2001). Ecological evaluation of transitional and coastal waters: A marine benthic macrophytes-based model. *Mediterranean Marine Science*, 2(2), 45–65.
- Ortiz de García, S., Pinto Pinto, G., García Encina, P., & Irusta Mata, R. (2013). Consumption and occurrence of pharmaceutical and personal care products in the aquatic environment in Spain. *Science of the Total Environment*, 444, 451–465.
- OMARE (Observatório Marinho de Esposende). (2021). *Lista de espécies*. OMARE. Consultado a 22 de fevereiro de 2021, em <http://www.omare.pt/pt/lista-de-especies/>
- OSPAR. (2009). *Trend analysis of maritime human activities and their collective impact on the OSPAR maritime area*. (No. 443/2009). OSPAR Commission.
- Palma, D., Santos-ferreira, A., & Silva, P. F. (2016). Ofir spit (Portugal): an assessment of geotubes performance in coastal protection. *Geotechnics for Sustainable Infrastructure Development - Geotec Hanoi 2016, Phung (Edt).*, 983–990.
- Patrício, J., Elliott, M., Mazik, K., Papadopoulou, K. N., & Smith, C. J. (2016). DPSIR-Two decades of trying to develop a unifying framework for marine environmental management? *Frontiers in Marine Science*, 3, 177.
- Pavlidou, A., Simboura, N., Pagou, K., Assimakopoulou, G., Gerakaris, V., Hatzianestis, I., Panayotidis, P., Pantazi, M., Papadopoulou, N., Reizopoulou, S., Smith, C., Triantaphyllou, M., Uyarra, M. C., Varkitzi, I., Vassilopoulou, V., Zeri, C., & Borja, A. (2019). Using a holistic ecosystem-integrated approach to assess the environmental status of Saronikos Gulf, Eastern Mediterranean. *Ecological Indicators*, 96, 336–350.
- Pearson, T., & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16, 229–311.
- Pereira, T. J., Manique, J., Quintella, B. R., Castro, N., de Almeida, P. R., & Costa, J. L. (2017). Changes in fish assemblage structure after implementation of Marine Protected Areas

in the south western coast of Portugal. *Ocean and Coastal Management*, 135, 103–112.

- Pereira, R. (2020). *Environmental control of planktonic communities in a coastal Marine Protected Area (PNLN)* [Dissertação de Mestrado em Ciências do Mar – Recursos Marinhos, Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar, Universidade do Porto].
- Peterson, C. H., & Bishop, M. J. (2005). Assessing the environmental impacts of beach nourishment. *BioScience*, 55(10), 887–896.
- Piñeiro-Corbeira, C., Barreiro, R., & Cremades, J. (2016). Decadal changes in the distribution of common intertidal seaweeds in Galicia (NW Iberia). *Marine Environmental Research*, 113, 106–115.
- Piñeiro-Corbeira, C., Barreiro, R., Cremades, J., & Arenas, F. (2018). Seaweed assemblages under a climate change scenario: Functional responses to temperature of eight intertidal seaweeds match recent abundance shifts. *Scientific Reports*, 8(1).
- Pinto, R., de Jonge, V. N., Neto, J. M., Domingos, T., Marques, J. C., & Patrício, J. (2013). Towards a DPSIR driven integration of ecological value, water uses and ecosystem services for estuarine systems. *Ocean and Coastal Management*, 72, 64–79.
- Pinto, C., Silveira, T., & Teixeira, S. (2018). *RELATÓRIO TÉCNICO – ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL DE PRAIAS NA FAIXA COSTEIRA DE PORTUGAL CONTINENTAL: Enquadramento e retrospectiva das intervenções realizadas (1950-2017)*. Departamento do Litoral e Proteção Costeira Núcleo de Monitorização Costeira e Risco. Agência Portuguesa do Ambiente.
- POCCE (Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho). (2018a). *Plano de Intervenção 24 – Praia da Apúlia Norte e Praia da Apúlia*. Regulamento de Gestão das Praias Marítimas, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P..
- https://www.apambiente.pt/_zdata/Politiclas/Agua/Ordenamento/POC/POC%20CE/PIPraia/PIP24-Praia_ApuliaNorte-Praia_Apulia.pdf
- POCCE (Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho). (2018b). *Plano de Intervenção 21 – Praia de Suave Mar e Praia de Suave Mar – Foz*. Regulamento de Gestão das Praias Marítimas, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P..
- https://www.apambiente.pt/_zdata/Politiclas/Agua/Ordenamento/POC/POC%20CE/PIPraia/PIP21-Praia_SuaveMar_Praia_SuaveMar-Foz.pdf

POCCE (Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho). (2018c). *Plano de Intervenção 17 – Praia da Carruagem*. Regulamento de Gestão das Praias Marítimas, Agência Portuguesa do Ambiente, I.P..

https://www.apambiente.pt/zdata/Politicass/Agua/Ordenamento/POC/POC%20CE/PIPraia/PIP17-Praia_Carruagem.pdf

Portaria n.º 14/2014 de 23 de janeiro. (2014). Define as artes permitidas, condicionamentos, termos do licenciamento e taxas aplicáveis ao exercício da pesca lúdica em águas oceânicas, em águas interiores marítimas ou em águas interiores não marítimas sob jurisdição da autoridade marítima. *Diário da República n.º 16/2014, I Série*, 474–479.

Probst, W. N., & Lynam, C. P. (2016). Integrated assessment results depend on aggregation method and framework structure - A case study within the European Marine Strategy Framework Directive. *Ecological Indicators*, 61, 871–881.

Quercus (Associação Nacional de Conservação da Natureza). (2014). *Parque Natural do Litoral Norte: mitigação da erosão costeira deve privilegiar deslocalização de pessoas e bens*. Quercus ANCN. Consultado a 06 de junho de 2020 em,

<https://quercus.pt/oldversion/comunicados/2014/comunicados/5014/novembro/4029-parque-natural-do-litoral-norte-mitigacao-da-erosao-costeira-deve-privilegiar-deslocalizacao-de-pessoas-e-bens>

Ramos, S., Amorim, E., Elliott, M., Cabral, H., & Bordalo, A.A. (2012). Early life stages of fishes as indicators of estuarine ecosystem health. *Ecological Indicators*, 19, 172–183.

Ramos, S., Cabral, H., & Elliott, M. (2015). Do fish larvae have advantages over adults and other components for assessing estuarine ecological quality? *Ecological Indicators*, 55, 74–85.

Ramos, S., Paris, C., & Angélico, M.M. (2017). Larval fish dispersal along an estuarine-ocean gradient. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 74, 1462–1473.

Ramos, S., Ré, P., & Bordalo, A.A. (2009). New insights into the early life ecology of *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) in the northern Iberian Atlantic. *Scientia Marina*, 73, 449–459.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 175/2008 de 24 de novembro. (2008). Regulamento do Plano de Ordenamento do Parque Natural do Litoral Norte. *Diário da República, n.º 228, I Série*, 8298–8314.

- Resolução do Conselho de Ministros n.º 55/2018 de 7 de maio. (2018). Aprova a Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e Biodiversidade 2030. *Diário da República n.º 87/2018, I Série*, 1835–1880.
- Rocha, A. C., Camacho, C., Eljarrat, E., Peris, A., Aminot, Y., Readman, J. W., Boti, V., Nannou, C., Marques, A., Nunes, M. L., & Almeida, C. M. (2018). Bioaccumulation of persistent and emerging pollutants in wild sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Environmental Research*, 161, 354–363.
- Rodil, I. F., Lastra, M., & López, J. (2007). Macroinfauna community structure and biochemical composition of sedimentary organic matter along a gradient of wave exposure in sandy beaches (NW Spain). *Hydrobiologia*, 579(1), 301–316.
- Rodrigues, J., Guimarães, M., Villasante, S., & Sousa Pinto, I. (2019). *Relatório do workshop “Parque Natural do Litoral Norte: Que Futuros?”*. 17-18 janeiro 2019, Esposende, Portugal.
- Russi, D., Pantzar, M., Kettunen, M., Gitti, G., Mutafoğlu, K., Kotulak, M., & ten Brink, P. (2016). *Socio-Economic Benefits of the EU Marine Protected Areas*. Report prepared by the Institute for European Environmental Policy (IEEP) for DG Environment.
- Sánchez-Avila, J., Tauler, R., & Lacorte, S. (2012). Organic micropollutants in coastal waters from NW Mediterranean Sea: Sources distribution and potential risk. *Environment International*, 46, 50–62.
- Sardá, R., Valls, J. F., Pintó, J., Ariza, E., Lozoya, J. P., Fraguell, R. M., Martí, C., Rucabado, J., Ramis, J., & Jimenez, J. A. (2015). Towards a new Integrated Beach Management System: The Ecosystem-Based Management System for Beaches. *Ocean and Coastal Management*, 118, 167–177.
- Scharin, H., Ericsson, S., Elliott, M., Turner, R. K., Niiranen, S., Blenckner, T., Hyytiäinen, K., Ahlvik, L., Ahtiainen, H., Artell, J., Hasselström, L., Söderqvist, T., & Rockström, J. (2016). Processes for the sustainable stewardship of marine environments. *Ecological Economics*, 128, 55–67.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1963). *The Theory of Mathematical Communication*. University of Illinois Press, 131.
- Sherman, K. (1994). Sustainability, biomass yields, and health of coastal ecosystems: An ecological perspective. *Marine Ecology Progress Series*, 112(3), 277–301.
- Silva, L. (2014). *Avaliação do desempenho das políticas de defesa costeira: Obras de Defesa Costeira de 1995 a 2014. Contributo para o Sistema de Administração do Recurso*

- Litoral (SIARL)* [Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa].
- Sousa, J. C. G., Barbosa, M. O., Ribeiro, A. R. L., Ratola, N., Pereira, M. F. R., & Silva, A. M. T. (2020). Distribution of micropollutants in estuarine and sea water along the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, 154, 111120.
- Sousa, J. C. G., Ribeiro, A. R., Barbosa, M. O., Pereira, M. F. R., & Silva, A. M. T. (2018). A review on environmental monitoring of water organic pollutants identified by EU guidelines. *Journal of Hazardous Materials*, 344, 146–162.
- Sousa Pinto, I., Santos, P., Duarte, P., Bertoci, I., Arenas, F., Rubal, M., Silva, M. P., Vieira, R. P., Fernández, R. D., Crespo, J. P., Torres, C., Maldonado, C., Araújo, E., Veiga, M. P., Silva, D., Franco, J. N., Guerner, A., Gonçalves, J. A., Bio, A., & Bastos, L. (2012). *Estudo de caracterização da atividade pesqueira costeira e dos seus impactes nos recursos e nas comunidades marinhas do Litoral Norte*. Elaborado pelo CIIMAR – Laboratório de Biodiversidade Costeira para a Polis Litoral Norte S.A. através do contrato de Ajuste Direto nº 241/10/PC009.
- Spagnolo, A., Punzo, E., Santelli, A., Scarcella, G., Strafella, P., Grati, F., & Fabi, G. (2014). Offshore platforms: Comparison of five benthic indicators for assessing the macrozoobenthic stress levels. *Marine Pollution Bulletin*, 82(1–2), 55–65.
- Strickland, J. D. H., & Parsons, T. R. (1972). *A Practical HandBook of Seawater Analysis* (2nd ed.). Fisheries Research Board of Canada Bulletin.
- Teixeira, A. (2010). *Monitorização de Pesticidas em Águas de Esposende* [Dissertação de Mestrado em Engenharia Química, Instituto Superior de Engenharia do Porto].
- Teixeira, H., Berg, T., Uusitalo, L., Fürhaupter, K., Heiskanen, A. S., Mazik, K., Lynam, C. P., Neville, S., Rodriguez, J. G., Papadopoulos, N., Moncheva, S., Churilova, T., Kryvenko, O., Krause-Jensen, D., Zaiko, A., Veríssimo, H., Pantazi, M., Carvalho, S., Patrício, J., Uyarra, M., & Borja, A. (2016). A catalogue of marine biodiversity indicators. *Frontiers in Marine Science*, 3, 1–16.
- Tett, P., Gowen, R., Mills, D., Fernandes, T., Gilpin, L., Huxham, M., Kennington, K., Read, P., Service, M., Wilkinson, M., & Malcolm, S. (2007). Defining and detecting undesirable disturbance in the context of marine eutrophication. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 282–297.
- Tett, P., Gowen, R. J., Painting, S. J., Elliott, M., Forster, R., Mills, D. K., Bresnan, E., Capuzzo, E., Fernandes, T. F., Foden, J., Geider, R. J., Gilpin, L. C., Huxham, M., McQuatters-

- Gollop, A. L., Malcolm, S. J., Saux-Picart, S., Platt, T., Racault, M. F., Sathyendranath, S., & Wilkinson, M. (2013). Framework for understanding marine ecosystem health. *Marine Ecology Progress Series*, 494, 1–27.
- Turner, R. K., Mee, L., Elliott, M., Schaafsma, M., Burdon, D., Atkins, J. P., Saunders, J., Potts, T., Jickells, T., Beaumont, N., & Bee, E. (2015). Chapter 2. Conceptual framework. In Turner, R.K., & Schaafsma, M. (Eds.), *Coastal Zones Ecosystem Services: From Science to Values and Decision Making*. Studies in Ecological Economics Vol. 9. Springer, Switzerland.
- Turner, R. K., & Schaafsma, M. (Eds.) (2015). Coastal Zones Ecosystem Services: From Science to Values and Decision Making. *Springer Ecological Economic Series* (London: Springer International Publisher).
- Uusitalo, L., Blanchet, H., Andersen, J. H., Beauchard, O., Berg, T., Bianchelli, S., Cantafaro, A., Carstensen, J., Carugati, L., Cochrane, S., Danovaro, R., Heiskanen, A. S., Karvinen, V., Moncheva, S., Murray, C., Neto, J. M., Nygård, H., Pantazi, M., Papadopoulou, N., & Borja, A. (2016). Indicator-based assessment of marine biological diversity-lessons from 10 case studies across the european seas. *Frontiers in Marine Science*, 3.
- Valiela, I., McClelland, J., Hauxwell, J., Behr, P. J., Hersh, D., & Foreman, K. (1997). Macroalgal blooms in shallow estuaries: Controls and ecophysiological and ecosystem consequences. *Limnology and Oceanography*, 42(5), 1105–1118.
- Vasco-Rodrigues, N. V., Mendes, S., Franco, J. N., Castanheira, M., Castro, N., & Maranhão, P. (2011). Fish diversity in the Berlengas Natural Reserve (Portugal), a marine protected area. *Ecologi@ - SPECO*, 3, 35–43.
- Vieira, R., Martin, A., Engelen, A. H., Thomsen, M. S., & Arenas, F. (2020). Interactive effects of co-occurring anthropogenic stressors on the seagrass, *Zostera noltei*. *Ecological Indicators*, 109, 105780.
- Vinagre, P. A., Pais-Costa, A. J., Hawkins, S. J., Borja, Á., Marques, J. C., & Neto, J. M. (2016). Ability of invertebrate indices to assess ecological condition on intertidal rocky shores. *Ecological Indicators*, 70, 255–268.
- Vinagre, P. A., Pais-Costa, A. J., Hawkins, S. J., Borja, Á., Marques, J. C., & Neto, J. M. (2017). Addressing a gap in the Water Framework Directive implementation: Rocky shores assessment based on benthic macroinvertebrates. *Ecological Indicators*, 78, 489–501.

- Visite Esposende (2021). *Esposende – Destino Balnear de Excelência*. Visite Esposende. Consultado a 20 de julho de 2021, em <https://www.visitesposende.com/pt/fazer/praias>
- Vitousek, P. M., Mooney, H. A., Lubchenco, J., & Melillo, J. M. (1997). Human Domination of Earth ' s ecosystems. *Science*, 277, 494–499.
- Wells, E., Wilkinson, M., Wood, P., & Scanlan, C. (2007). The use of macroalgal species richness and composition on intertidal rocky seashores in the assessment of ecological quality under the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55(1–6), 151–161.
- Whitfield, A. K., & Elliott, M. (2002). Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology*, 61(SUPPL. A), 229-250.

CAPÍTULO 7 — ANEXOS

Anexo 1 – Tabela das campanhas de amostragem dos censos visuais, na época alta e baixa. Com as áreas (m²), metodologia, o dia e hora, as condições atmosféricas e vigilância das praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e Apúlia, do PNLN.

Caraterísticas	Carruagem		Belinho		Suave Mar		Apúlia	
Área (m²)	4 784, 597		3 782,240		16 867,910		29 293,280	
Época Alta								
Metodologia	Praia completa	Praia completa	Praia completa	Transecto 250x30m	Praia completa	Transecto 100x30m	Transecto 100x30m	Transecto 250x30m
Amostragem	24.07.2019	29.08.2019	24.07.2019	29.08.2019	26.07.2019	22.08.2019	23.07.2019	22.08.2019
Hora (h)	15	9	14	9-11:30	11	10	11	11
Condições atmosféricas	Sol aberto Sem vento	Céu aberto	Sol aberto Sem vento	Céu aberto	Sol aberto Vento moderado	Céu aberto Sol e muito calor	Nublado	Céu aberto
Temperatura(°C)	24	20	24	24	20	25	20	30
Bandeira	Sem vigilância		Sem vigilância		Vermelha	Verde	Verde	Verde
Época Baixa								
Metodologia	Praia completa	Transecto 250x30m	Praia completa	Transecto 250x30m	Praia completa	Transecto 250x30m	Transecto 100x30m	Transecto 250x30m
Amostragem	26.11.2019	22.01.2020	27.11.2019	22.01.2020	27.11.2019	22.01.2020	28.11.2019	22.01.2020
Hora (h)	9	10:30	9	11:45	9	11:30	9:50	10:30
Condições atmosféricas	-	Encoberto, Sol	Chuva fraca, chuviscos	Sol	Chuva fraca, chuviscos	Sol	Chuva fraca	Encoberto, Sol
Temperatura(°C)	15	12	15	14	15	14	15	12
Bandeira	Sem vigilância		Sem vigilância		Sem vigilância		Sem vigilância	

Anexo 2 – Formulário de amostragem para a métrica “Descrição da costa”. O formulário possui um sistema de pontuações onde entra apenas a pontuação mais alta para cada grupo, para o cálculo final (adaptado de Wells et al., 2007).

Informação geral

Nome da praia:	Data:
Massa de água	Amplitude da maré
Latitude/Longitude	Hora da maré

Descrição da costa

Presença de turbidez (conhecida como não antropogénica)	Sim = 0 Não = 2	Areia limpa	Sim = 0 Não = 2
---	--------------------	-------------	--------------------

Tipo de costa dominante (escolher uma opção ou mais)

Crista/Afloramento/Plataforma rochosa	4
Rocha irregular	3
Grandes/Médios/Pequenos blocos rochosos	3
Parede vertical/Inclinada	2
Substrato duro (outro)	2
Seixos/Pedras	1
Areão/Areia grossa	0

Sub-Habitats (escolher 1 ou mais opções)

Poças grandes pouco profundas (> 3m largura e < 50 cm profundidade)	4
Poças extensas (> 6 m comprimento)	4
Poças profundas (50% > 1 m profundidade)	4
Poças (outras)	3
Fendas grandes	3
Balcões grandes e paredes verticais	2
Outros <i>habitats</i>	2
Grutas	1
Nenhum	0

Biota Dominante

Ascophyllum
Fucóides
Mosaicos de Rhodophyta
Chlorophyta
Mexilhões
Lapas
Cracas
Litorinas

Número total de sub-habitats

> 4	3	2	1	0
-----	---	---	---	---

Comentários:

Soma das pontuações	Não há	15-18	12-14	8-11	1-7
Equivalência das pontuações	0	1	2	3	4

Anexo 3 – Lista reduzida de taxa, com os respetivos grupos de estado ecológico (ESG - *Ecological State Groups*), para as águas costeiras portuguesas de tipologia A5 (NEA 1, para a costa norte portuguesa); I – rácio entre as espécies perenes ou de sucessão tardia; II, espécies anuais ou oportunistas (adaptado de Gaspar et al., 2012).

Espécies	ESG	Oportunistas
Chlorophyta		
<i>Bryopsis</i> spp.	II	Sim
Outras Chlorophyta “Filamentosas” (1)	II	Sim
<i>Cladophora</i> spp.	II	Sim
<i>Codium</i> spp.	II	
<i>Ulva</i> spp. (“Laminares”) / <i>Ulvaria obscura</i> / <i>Prasiola stipitata</i> (2)	II	Sim
<i>Ulva</i> spp. (“Tubulares”) / <i>Blidingia</i> spp. (3)	II	Sim
Phaeophyceae (Ochrophyta)		
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	I	
<i>Cladostephus spongiosus</i>	I	
<i>Colpomenia</i> spp./ <i>Leathesia marina</i>	II	
<i>Cystoseira</i> spp.	I	
<i>Desmarestia ligulata</i>	II	
<i>Dictyopteris polypodioides</i>	II	
<i>Dictyota</i> spp.	II	
Phaeophyceae “Filamentosas” (4)	II	Sim
<i>Fucus</i> spp.	I	
<i>Halopteris filicina</i> / <i>Halopteris scoparia</i>	II	
<i>Himanthalia elongata</i>		
<i>Laminaria</i> spp.		
<i>Pelvetia canaliculata</i>		
<i>Ralfsia verrucosa</i>		
<i>Saccorhiza polyschides</i>		
Rhodophyta		
<i>Acrosorium ciliolatum</i> / <i>Callophyllis laciniata</i> / <i>Cryptopleura ramosa</i>	II	
<i>Ahnfeltia plicata</i>	I	
<i>Ahnfeltiopsis</i> spp./ <i>Gymnogongrus</i> spp.	II	
<i>Apoglossum ruscifolium</i> / <i>Hypoglossum hypoglossoides</i>	II	
<i>Asparagopsis armata</i> / <i>Falkenbergia rufolanosa</i>	II	
<i>Bornetia</i> spp./ <i>Griffithsia</i> spp.	II	
<i>Calliblepharis</i> spp.	I	
<i>Catenella caespitosa</i> / <i>Caulacanthus ustulatus</i>	II	
Champiaceae (5)	II	
<i>Chondracanthus acicularis</i>	II	

<i>Chondracanthus teedei</i>	II	
<i>Chondria</i> spp.	II	
<i>Chondrus crispus</i>	I	
Calcárias incrustantes (6)	I	
Calcárias eretas (7)	I	
<i>Dilsea carnosa</i> / <i>Schizymenia dubyi</i>	II	
Gelidiales (8)	I	
<i>Gigartina pistillata</i>	II	
<i>Gracilaria</i> spp.	II	
<i>Grateloupia filicina</i>	II	
<i>Halurus equisetifolius</i>	II	
<i>Hildenbrandia</i> spp.	I	
<i>Laurencia</i> spp./ <i>Osmundea</i> spp.	II	
<i>Mastocarpus stellatus</i> / <i>Petrocelis cruenta</i>	I	
<i>Nitophyllum punctatum</i>	II	
Outras Rhodophyta “Filamentosas” (9)	II	Sim
<i>Phyllophora</i> spp./ <i>Rhodymenia pseudopalmata</i>	II	
<i>Palmaria palmata</i>	I	
<i>Peyssonnelia</i> spp.	I	
<i>Plocamium cartilagineum</i> / <i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	I	
<i>Porphyra</i> spp.	II	Sim
<i>Pterosiphonia complanata</i>	II	
<i>Scinaia furcellata</i>	I	

(1) *Chaetomorpha*, *Pseudendozonium*, *Rhizoclonium*, *Ulothricales*; (2) *Ulva* spp. “Tipo Laminar” em oposição a; (3) “Tipo Tubular” como a “ex-*Enteromorpha* spp.”; (4) *Ectocarpales*/*Sphacelaria* spp.; (5) *Champia*, *Chylocladia*, *Gastroclonium*, *Lomentaria*; (6) *Lithophyllum*, *Melobesia*, *Mesophyllum*, *Phymatolithon*; (7) *Amphiroa*, *Corallina*, *Jania*; (8) *Gelidium*, *Pterocladia*; (9) *Acrochaetium*, *Aglaothamnion*, *Antithamnion*, *Bangia*, *Boergeseniella*, *Brongniartella*, *Colaonema*, *Callithamnion*, *Ceramium*, *Composithamnion*, *Dasya*, *Erythrotrichiaceae*, *Herposiphonia*, *Heterosiphonia*, *Janczewskia*, *Leptosiphonia*, *Lophosiphonia*, *Ophidocladus*, *Pleonosporium*, *Plumaria*, *Polysiphonia*, *Pterosiphonia* (exceto *P. complanata*), *Pterothamnion*, *Ptilothamnion*, *Rhodothamniella*, *Streblocladia*, *Vertebrata*.

Anexo 4 – Intervalos dos valores esperados das métricas do índice MarMAT, para os cinco EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica e EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Gaspar et al., 2012).

Métricas MarMAT	0	1	2	3	4
Riqueza específica (*)	0 – 6	7 – 13	14 – 20	21 – 27	28 – 54
Proporção de verdes	0,32 – 1	0,27 – 0,31	0,21 – 0,26	0,15 – 0,20	0 – 0,14
Número de vermelhas	0 – 3	4 – 8	9 – 12	13 – 17	18 – 33
Número de oportunistas/Rácio ESG I	≥ 1,23	1,01 – 1,22	0,80 – 1,00	0,58 – 0,79	< 0,58
Proporção de oportunistas	0,59 – 1	0,47 – 0,58	0,35 – 0,46	0,23 – 0,34	0 – 0,22
Descrição da costa	–	15 – 18	12 – 14	8 – 11	1 – 7
Cobertura de oportunistas (%) (*)	72 – 100	59 – 71	46 – 58	33 – 45	0 – 32
Soma das pontuações	0 – 7	8 – 14	15 – 21	22 – 28	29 – 36
EQR	0 – 0,20	0,21 – 0,40	0,41 – 0,60	0,61 – 0,80	0,81 – 1
EQS	Mau	Pobre	Moderado	Bom	Excelente

(*) fator 2, é contabilizado 2 vezes na soma final

Anexo 5 – Lista de taxa de macroinvertebrados (por ordem alfabética) com os respetivos grupos de estado ecológico (ESG - *Ecological State Groups*), da SAU *Intertidal arenoso*, referente aos dados globais. N.A., Não Atribuído (adaptado de Arenas et al., 2020).

Espécies	Grupo	Espécies	Grupo
Amphipoda	N.A.	Isopoda	N.A.
Amphipoda	N.A.	<i>Lekanesphaera rugicauda</i>	III
Annelida	N.A.	Lumbrineridae	N.A.
<i>Azorinus chamason</i>	I	Malacostraca	N.A.
Bivalvia	N.A.	Maldanidae	I
<i>Buccinum undatum</i>	II	Mytilus edulis	III
<i>Carinoma armandi</i>	III	<i>Nassarius incrassatus</i>	II
Chironomidae	N.A.	Nematoda	N.A.
Cirolanidae	N.A.	Nereidae	N.A.
<i>Diodora sp.</i>	N.A.	Oedicerotidae	N.A.
<i>Dynamene bidentata</i>	II	Oligochaeta	N.A.
<i>Electra pilosa</i>	II	Oweniidae	N.A.
<i>Eurydice affinis</i>	I	Polychaeta	N.A.
<i>Eurydice pulchra</i>	I	<i>Polydora ciliata</i>	IV
<i>Eurydice spinigera</i>	I	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	III
Eurydice sp.	I	<i>Scolelepis foliosa</i>	III
Gastropoda	N.A.	<i>Scolelepis squamata</i>	III
Glyceridae	II	Serpulidae	N.A.
Haustoriidae	N.A.	<i>Sphaeroma serratum</i>	III
<i>Haustorius arenarius</i>	I	Spionidae	III
Iphimediidae	N.A.		

Anexo 6 – Lista de taxa de macroinvertebrados (por ordem alfabética) com os respetivos grupos de estado ecológico (EQS), da SAU *Subtidal arenoso*, referente aos dados globais. N.A., Não Atribuído (adaptado de Arenas et al., 2020).

Espécies	Grupo	Espécies	Grupo	Espécies	Grupo
<i>Abra alba</i>	III	Echinoidea	I	<i>Ophiura ophiura</i>	II
<i>Abra prismatica</i>	I	<i>Eulalia viridis</i>	II	Ophiuroidea	II
<i>Abra sp.</i>	III	<i>Euspira nitida</i>	II	Orbiniidae	N.A.
<i>Acrocrida brachiata</i>	I	<i>Fabulina fabula</i>	I	<i>Owenia fusiformis</i>	II
<i>Acteon tornatilis</i>	I	Flabelligeridae	N.A.	<i>Owenia sp.</i>	N.A.
<i>Ammodytes tobianus</i>	N.A.	Foraminifera	N.A.	Oweniidae	N.A.
Ampharetidae	N.A.	<i>Gari costulata</i>	I	<i>Pagurus sp.</i>	II

<i>Amphipholis squamata</i>	I	Gastropoda	N.A.	<i>Pariambus typicus</i>	III
Amphipoda	N.A.	Glyceridae	II	Pectinariidae	N.A.
Amphipoda	N.A.	Goniadidae	N.A.	<i>Pharus legumen</i>	I
Annelida	N.A.	<i>Harmothoe sp.</i>	II	<i>Phaxas pellucidus</i>	I
Aphroditidae	N.A.	Isopoda	N.A.	Phoxocephalidae	I
<i>Apseudopsis latreillii</i>	III	<i>Kellia suborbicularis</i>	I	Phyllodocidae	N.A.
Arenicolidae	N.A.	<i>Lagis koreni</i>	IV	Pilargidae	N.A.
Argissidae	N.A.	Leucothoidae	N.A.	Pisionidae	N.A.
Arthropoda	N.A.	<i>Liocarcinus pusillus</i>	I	<i>Polybius henslowii</i>	I
<i>Astacilla damnoniensis</i>	II	<i>Littorina fabalis</i>	N.A.	Polychaeta	N.A.
<i>Bathyporeia pelagica</i>	I	<i>Littorina obtusata</i>	II	Polynoidae	II
Bathyporeiidae	N.A.	Lumbrineridae	N.A.	Priapulida	N.A.
Bivalvia	N.A.	<i>Mactra stultorum</i>	I	<i>Processa sp.</i>	I
<i>Bodotria arenosa</i>	II	Magelonidae	I	<i>Scaphander lignarius</i>	I
Bodotriidae	N.A.	Maldanidae	I	Scaphopoda	I
<i>Brissus unicolor</i>	I	<i>Myrtea spinifera</i>	II	<i>Scoloplos armiger</i>	III
Capitellidae	V	Mysida	II	Sigalionidae	N.A.
<i>Caprella caulerpensis</i>	N.A.	Mysidae	N.A.	Sipincula	I
<i>Clausinella fasciata</i>	I	<i>Natica prietoi</i>	N.A.	<i>Spatangus purpureus</i>	I
<i>Cleantis prismatica</i>	II	Naticidae	II	Spionidae	III
Copepoda	N.A.	Nematoda	III	Spionidae	III
Crustacea	N.A.	Nemertea	III	<i>Stegocephalus sp.</i>	I
Cucumariidae	I	Nephtyidae	II	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	I
Cumacea	I	<i>Nephtys hombergii</i>	II		
<i>Cumopsis goodsir</i>	II	Nereididae	N.A.	Syllidae	N.A.
<i>Cylichna cylindracea</i>	II	<i>Nereis sp.</i>	III	Synopiidae	N.A.
Decapoda	II	Oedicerotidae	N.A.	Talitridae	N.A.
<i>Diastylis rugosa</i>	I	Onuphidae	II	<i>Tritia pygmaea</i>	II
<i>Digitaria digitaria</i>	I	Opheliidae	N.A.		
<i>Echinocyamus pusillus</i>	I	<i>Ophiura sp.</i>	II		

Anexo 7 – Intervalos dos valores esperados das métricas do índice MFCI, para a tipologia *habitat* subtidal rochoso, para os cinco EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica e EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Henriques et al., 2008a).

Métricas MFCI	1	2	3	4	5
Número total de espécies	0	7	23	38	54
Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies	0	0,03	0,07	0,11	0,14
Número de espécies que constituem 90% da abundância	0	6	9	12	15
Rácio comercial/não comercial (em proporção de espécies)	0	0,18	0,34	0,54	0,82
Proporção de espécies residentes	0	0,10	0,19	0,29	0,38
Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i>	0	0,60	0,70	0,80	0,90
Proporção de espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i>	0	0,05	0,06	0,07	0,08
Proporção de espécies invertívoras	0	0,22	0,33	0,44	0,55
Proporção de espécies omnívoras	0	0,30	0,25	0,20	0,15
Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras	0	0,05	0,10	0,15	0,2
Soma das pontuações	0 – 9	10 – 18	19 – 27	28 – 36	37 – 45
Rácio de Qualidade Ecológica (EQR)	0,20 – 0,35	0,36 – 0,51	0,52 – 0,67	0,68 – 0,83	0,84 – 1
Rácio de Estado Ecológico (EQS)	Mau	Pobre	Moderado	Bom	Excelente

Anexo 8 – Sistema de pontuação para a métrica “Função de viveiro” para a tipologia *habitat* subtidal rochoso (adaptado de Henriques et al., 2008a).

		Proporção de espécies reprodutoras excluindo espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i>				
		1	2	3	4	5
Proporção de espécies crípticas, <i>Symphodus sp.</i> e <i>Labrus sp.</i>	1	1	1	1	2	2
	2	1	2	2	3	3
	3	2	3	3	4	4
	4	2	3	4	4	5
	5	3	3	4	5	5

Anexo 9 – Intervalos dos valores esperados das métricas do índice MFCI, para a tipologia *habitat* intermédio de fundos moles – 20 a 100 m, para os cinco EQR, *Ecological Quality Ratio* – Rácio de Qualidade Ecológica e EQS, *Ecological Quality Status* – Estado de Qualidade Ecológica (adaptado de Henriques et al., 2008a).

Métricas MFCI	1	2	3	4	5
Número total de espécies	0	9	19	29	38
Rácio pelágico/demersal (em número de espécies)	0	0,08	0,16	0,24	0,32
Número de espécies raras ou invulgares/número total de espécies	0	0,04	0,08	0,11	0,15
Abundância total ($\ln(n + 1)$)	0	2,90	5,80	8,70	11,6
Número de espécies que constituem 90% da abundância, excluindo espécies gregárias	0	2,00	4,00	7,00	9,00
Proporção de espécies de baixa e muito baixa resiliência	0	0,10	0,20	0,30	0,40
Proporção de espécies reprodutoras	0	0,10	0,20	0,30	0,40
Proporção de espécies zooplancónicas	>50% e <3%	0,03	0,06	0,09	0,13
Proporção de espécies invertívoras	0-10% e 90-100%	10-20% e 80-90%	20-30% e 70-80%	30-40% e 60-70%	40-60%
Proporção de espécies piscívoras e macrocarnívoras	0-10% e 90-100%	10-20% e 80-90%	20-30% e 70-80%	30-40% e 60-70%	40-60%
Soma das pontuações	0 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50
Rácio de Qualidade Ecológica (EQR)	0,20 – 0,35	0,36 – 0,51	0,52 – 0,67	0,68 – 0,83	0,84 – 1
Rácio de Estado Ecológico (EQS)	Mau	Pobre	Moderado	Bom	Excelente

Anexo 10 – Base de dados utilizada para o cálculo das várias métricas do índice MFCI. A lista exibida compila todos os *taxa* de peixes juvenis e adultos visualizados (censos visuais – subtidal rochoso) e capturados (pesca experimental – subtidal arenoso), assim como todos os *taxa* de ictioplâncton capturados (arrastos horizontais – pelágico) no PNLN, nas campanhas de amostragem sazonais, por ordem alfabética. Apresenta os parâmetros ecológicos caracterizados para cada *taxa*: Grupo Funcional, *taxa* residentes em cada substrato (Res. A., Residente em Areia; Res. R., Residente em Rocha; Res. I., Residente na zona Intertidal), *taxa* dependentes de cada substrato (Dep. A., Dependente da Areia; Dep. R., Dependente da Rocha; Dep. I., Dependente da zona Intertidal), substrato primário para a zona de desova e de viveiro (A, significa Areia; R, significa Rocha; I, significa zona Intertidal; C, águas Costeiras; O, águas *Offshore*), Grupos Alimentares (inv – invertívoro; ma – macrocarnívoro; omn – omnívoro; her – herbívoro), Valor Comercial (€ – sem valor ou valor baixo; €€ – valor médio; €€€ – valor alto), Abundância Qualitativa (MC – Muito Comum; C – Comum; PC – Pouco Comum; R – Raro) e Resiliência (B – Baixa; M – Média; E – Elevada). Apresenta os resultados da Abundância Média Total (média ± desvio padrão), da Frequência de Ocorrência (%) e dos *Habitat* onde foram realizadas as campanhas de amostragem (Sub. roch., Subtidal rochoso; Sub. aren., Subtidal arenoso; Pelágico) (adaptado de Henriques et al., 2008a; Arenas et al., 2020).

Espécies	Família	Grupo Funcional	Res. A.	Res. R.	Res. I.	Dep. A.	Dep. R.	Dep. I.	Área Desova	Área Viveiro	Grup. Alim.	Val. Com.	Abun. Qual.	Resil.	Abundância (média ± dp)		FO (%)	Habitat
<i>Alosa alosa</i> (Linnaeus, 1758)	Clupeidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	0	0	zoo	€€€	PC	M	0,003	± 0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Alosa fallax</i> (Lacépède, 1803)	Clupeidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	0	0	zoo	€€	PC	M	0,003	± 0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Ammodytes tobianus</i> (Linnaeus, 1758)	Ammodytidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	AC	ARC	zoo	€	MC	E	2,117	± 7,498 ²	33,30	Pelágico
<i>Argentina sphyraena</i> (Linnaeus, 1758)	Argentinidae	Batidemersal	0	0	0	0	0	0	AO	AO	mac	€	C	M	0,003	± 0,029 ²	1,40	Pelágico
<i>Arnoglossus laterna</i> (Kyle, 1913)	Bothidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	AC	AC	mac	€€	PC	M	0,006	± 0,015 ¹	13,33	Sub. aren.
<i>Atherina presbyter</i> (Cuvier, 1829)	Atherinidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARC	ARC	mac	€	MC	E	0,020	± 0,108 ²	5,60	Pelágico
Blennidae spp.	Blenniidae	Demersal	0	1	-	0	0	0	RC	RC	-	€	-	-	0,133	± 0,491 ²	15,30	Pelágico
<i>Blennius ocellaris</i> (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	PC	M	0,005	± 0,043 ²	1,40	Pelágico
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	omn	€€			0,286	± 0,908 ²	13,90	Pelágico
<i>Callionymus lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	C	M	0,034	± 0,166 ²	6,90	Pelágico
<i>Callionymus lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	C	M	0,008	± 0,017 ¹	20,00	Sub. aren.
<i>Callionymus reticulatus</i> (Valenciennes, 1837)	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	PC	E	0,002	± 0,020 ²	1,40	Pelágico
<i>Callionymus</i> spp.	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	PC	E	0,003	± 0,027 ²	1,40	Pelágico
<i>Centrolabus exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	C	E	0,062	± 0,298 ²	8,30	Pelágico
<i>Centrolabus exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	E	0,170	± 0,330 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Centrolabus exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	E	0,003	± 0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)	Triglidae	Demersal	1	1	0	0	1	0	ARC	ARC	mac	€€	C	M	0,003	± 0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)	Triglidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARC	ARC	mac	€€	C	M	0,050	± 0,110 ¹	40,00	Sub. aren.

Anexo 10 (continuação) – Base de dados utilizada para o cálculo das várias métricas do índice MFCI.

<i>Chelidonichthys obscurus</i> (Walbaum, 1792)	Triglidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARC	ARC	mac	€€	C	M	0,008	±	0,023 ¹	13,33	Sub. aren.
<i>Ciliata mustela</i> (Linnaeus, 1758)	Lotidae	Demersal	0	0	0	1	1	1	AC	AC	inv	€	PC	E	0,003	±	0,026 ²	1,40	Pelágico
Clupeidae spp. - <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Clupeidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	zoo	€€	MC	M	1,204	±	4,900 ²	40,30	Pelágico
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	mac	€	MC	M	0,035	±	0,142 ²	6,90	Pelágico
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	mac	€	MC	M	0,530	±	1,170 ⁴	8,33	Sub. roch.
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	Moronidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	mac	€€€	MC	M	0,070	±	0,160 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Dicologlossa cuneata</i> (Moreau, 1881)	Soleidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ACO	AC	inv	€€€	MC	E	0,019	±	0,052 ¹	13,33	Sub. aren.
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	omn	€€€	MC	M	0,020	±	0,149 ²	2,80	Pelágico
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	omn	€€€	MC	M	0,150	±	0,410 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	inv	€€€	MC	E	0,450	±	0,850 ⁴	8,33	Sub. roch.
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	inv	€€€	MC	E	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Eutrigla gurnardus</i> (Linnaeus, 1758)	Triglidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARC	ARC	mac	€€	C	M	0,006	±	0,022 ¹	6,67	Sub. aren.
Gadidae spp.	Gadidae	-	0	0	0	-	-	0	-	-	-	€€	-	M	0,003	±	0,029 ²	1,40	Pelágico
Gobiidae spp.	Gobiidae	Demersal	-	-	0	-	0	0	-	-	-	€	-	-	0,049	±	0,324 ²	6,90	Pelágico
<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	mac	€	MC	M	0,003	±	0,026 ²	1,40	Pelágico
Gobius spp.	Gobiidae	Demersal	0	-	-	0	0	0	-	-	-	€	-	-	0,023	±	0,150 ²	4,20	Pelágico
<i>Gobiusculus flavescens</i> (Fabricius, 1779)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	RC	ARC	zoo	€	MC	E	0,061	±	0,277 ²	9,70	Pelágico
<i>Gobiusculus flavescens</i> (Fabricius, 1779)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	RC	ARC	zoo	€	MC	E	0,830	±	1,990 ⁴	8,33	Sub. roch.
Labridae spp.	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	-	€	-	-	0,096	±	0,366 ²	12,50	Pelágico
<i>Labrus bergylta</i> (Ascanius, 1767)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	B	0,298	±	1,918 ²	19,40	Pelágico
<i>Labrus bergylta</i> (Ascanius, 1767)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	B	1,430	±	0,730 ⁴	25,00	Sub. roch.
<i>Labrus bergylta</i> (Ascanius, 1767)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	B	0,189	±	0,364 ¹	46,67	Sub. aren.
<i>Labrus mixtus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	mac	€	C	B	0,019	±	0,038 ¹	26,67	Sub. aren.
<i>Labrus</i> spp.	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	-	€	-	B	0,220	±	0,350 ⁴	16,67	Sub. roch.

Anexo 10 (continuação) – Base de dados utilizada para o cálculo das várias métricas do índice MFCI.

Liparis montagui (Donovan, 1804)	Liparidae	Demersal	-	-	-	-	-	-	-	-	mac	-	-	-	0,009	±	0,056 ²	2,80	Pelágico
Lipophrys pholis (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	MC	M	0,092	±	0,242 ²	22,20	Pelágico
Lipophrys trigloides (Valenciennes, 1836)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	-	-	0,004	±	0,030 ²	1,40	Pelágico
Merluccius merluccius (Linnaeus, 1758)	Merlucciidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ACO	AC	mac	€€€	C	B	0,031	±	0,033 ¹	53,33	Sub. aren.
Mullus surmuletus (Linnaeus, 1758)	Mullidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARC	ARC	mac	€€€	MC	M	0,008	±	0,023 ¹	13,33	Sub. aren.
Nerophis lumbriciformis (Jenyns, 1835)	Syngnathidae	Demersal	0	1	0	0	0	1	RCI	RCI	mac	€	C	M	0,006	±	0,037 ²	2,80	Pelágico
Pagellus acarne (Risso, 1827)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	mac	€€€	C	M	0,008	±	0,023 ¹	13,33	Sub. aren.
Parablennius gattorugine (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	E	7,425	±	15,874 ²	70,83	Pelágico
Parablennius gattorugine (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	E	0,530	±	0,750 ⁴	8,33	Sub. roch.
Parablennius pilicornis (Cuvier, 1829)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	herb	€	MC	E	0,188	±	0,495 ²	26,40	Pelágico
Parablennius pilicornis (Cuvier, 1829)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	herb	€	MC	E	0,370	±	0,720 ⁴	25,00	Sub. roch.
Parablennius ruber (Valenciennes, 1836)	Blenniidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	R	E	0,303	±	0,828 ²	26,40	Pelágico
Pegusa lascaris (Risso, 1810)	Soleidae	Demersal	1	-	-	-	-	-	-	-	mac	-	-	-	0,003	±	0,029 ²	1,40	Pelágico
Pegusa lascaris (Risso, 1810)	Soleidae	Demersal	1	-	-	-	-	-	-	-	mac				0,014	±	0,030 ¹	20,00	Sub. aren.
Pleuronectiformes spp.	-	Demersal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,006	±	0,050 ²	1,40	Pelágico
Pollachius pollachius (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	inv	€€	C	M	1,070	±	1,140 ⁴	16,67	Sub. roch.
Pollachius pollachius (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	inv	€€	C	M	0,017	±	0,038 ¹	20,00	Sub. aren.
Pomatoschistus microps (Krøyer, 1838)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	C	E	0,031	±	0,136 ²	6,90	Pelágico
Pomatoschistus minutus (Pallas, 1770)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	MC	E	0,048	±	0,311 ²	2,80	Pelágico
Pomatoschistus pictus (Malm, 1865)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	MC	E	0,011	±	0,055 ²	4,20	Pelágico
Pomatoschistus spp.	Gobiidae	Demersal	-	0	0	1	-	0	ARC	ARC	inv	€	-	E	0,003	±	0,023 ²	1,40	Pelágico
Raja undulata (Lacepède, 1802)	Rajidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARCO	ACO	mac	€€	C	B	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
Sarda sarda (Bloch, 1793)	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	mac	€€	PC	M	0,006	±	0,015 ¹	13,33	Sub. aren.
Sardina pilchardus (Walbaum, 1792)	Clupeidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	zoo	€€	MC	M	0,008	±	0,017 ¹	20,00	Sub. aren.
Scomber colias (Gmelin, 1789)	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	mac	€€	MC	M	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.

Anexo 10 (continuação) – Base de dados utilizada para o cálculo das várias métricas do índice MFCI.

<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	mac	€€	MC	M	0,022	±	0,027 ¹	46,67	Sub. aren.
<i>Scomber</i> spp.	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	mac	€€	MC	M	0,025	±	0,158 ²	4,20	Pelágico
<i>Scorpaena notata</i> (Rafinesque, 1810)	Scorpaenidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	mac	€	MC	M	0,033	±	0,055 ¹	33,33	Sub. aren.
<i>Scorpaena</i> spp.	Scorpaenidae	Demersal	0	-	0	-	-	0	-	-	mac	€	MC	-	0,120	±	0,400 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Scylliorhinus canicula</i> (Linnaeus, 1758)	Scylliorhinidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARC	ARC	mac	€€	MC	B	0,317	±	0,523 ¹	66,67	Sub. aren.
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	Serranidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	ARC	RC	mac	€	MC	M	0,080	±	0,160 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Serranus cabrilla</i> (Linnaeus, 1758)	Serranidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	ARC	RC	mac	€	MC	M	0,011	±	0,019 ¹	26,67	Sub. aren.
<i>Solea senegalensis</i> (Kaup, 1858)	Soleidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	AC	AC	inv	€€€	MC	B	0,007	±	0,041 ²	2,80	Pelágico
<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	Soleidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ACO	AC	inv	€€€	MC	M	0,008	±	0,023 ¹	20,00	Sub. aren.
<i>Sparidae</i> spp.	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	-	-	-	M	0,011	±	0,057 ²	4,20	Pelágico
<i>Sparidae</i> spp.	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	-	-	-	M	0,050	±	0,170 ⁴	8,33	Sub. roch.
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	omn	€€	MC	M	0,034	±	0,188 ²	4,20	Pelágico
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	omn	€€	MC	M	0,080	±	0,230	16,67	Sub. roch.
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	omn	€€	MC	M	0,006	±	0,015 ¹	13,33	Sub. aren.
<i>Symphodus bailloni</i> (Valenciennes, 1839)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	M	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Symphodus melops</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	M	0,191	±	0,526 ²	25,00	Pelágico
<i>Symphodus</i> spp.	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	-	-	0,430	±	0,550 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Taurulus bubalis</i> (Euphrasen, 1786)	Cottidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RCI	RCI	mac	€	C	M	0,041	±	0,123 ²	12,50	Pelágico
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Carangidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	mac	€€	MC	B	0,500	±	1,730 ⁴	8,33	Sub. roch.
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	Carangidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	mac	€€	MC	B	0,083	±	0,125 ¹	46,67	Sub. aren.
<i>Tripsopterus luscus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARCO	ARC	mac	€€	MC	M	0,339	±	0,528 ¹	66,67	Sub. aren.
<i>Tripsopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	1	0	0	1	1	0	ARCO	ARC	mac	€€	C	M	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Tripsopterus</i> spp.	Gadidae	Bento-Pelágico	-	0	0	1	1	0	ARCO	ARC	mac	€€	-	M	1,080	±	1,070 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARCO	ARC	mac	€€	MC	M	0,01	±	0,042 ²	4,20	Pelágico
<i>Zeugopterus punctatus</i> (Bloch, 1787)	Scophthalmidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	AO	AO	mac	€€€	R	M	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.

Anexo 11 – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice *Marine Fish Community Index*. Apresenta os parâmetros ecológicos caracterizados para cada taxa: Grupo Funcional, taxa residentes em cada substrato (Res. A., Residente em Areia; Res. R., Residente em Rocha; Res. I., Residente na zona Intertidal), taxa dependentes de cada substrato (Dep. A., Dependente da Areia; Dep. R., Dependente da Rocha; Dep. I., Dependente da zona Intertidal), substrato primário para a zona de desova e de viveiro (A, significa Areia; R, significa Rocha; I, significa zona Intertidal; C, águas Costeiras; O, águas *Offshore*), Grupos Alimentares (inv – invertívoro; ma – macrocarnívoro; omn – omnívoro; her – herbívoro), Valor Comercial (€ – sem valor ou valor baixo; €€ – valor médio; €€€ – valor alto), Abundância Qualitativa (MC – Muito Comum; C – Comum; PC – Pouco Comum; R – Raro) e Resiliência (B – Baixa; M – Média; E – Elevada). Apresenta os resultados da Abundância Média Total (média ± desvio padrão), da Frequência de Ocorrência (%) e dos *Habitat* onde foram realizadas as campanhas de amostragem (Sub. roch., Subtidal rochoso; Sub. aren., Subtidal arenoso; Pelágico) (adaptado de Henriques et al., 2008a; Arenas et al., 2020; Froese & Pauly, 2021; OMARE, 2021).

Espécies	Família	Grupo Funcional	Res. A.	Res. R.	Res. I.	Dep. A.	Dep. R.	Dep. I.	Área Desova	Área Viveiro	Grup. Alim.	Val. Com.	Abun. Qual.	Resil.	Abundância (média ± dp)	FO (%)	Habitat
<i>Blenniidae</i> spp.	Blenniidae	Demersal	0	1	-	0	0	0	RC	RC	-	€	-	-	0,133 ± 0,491 ²	15,30	Pelágico
<i>Blennius ocellaris</i> (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	PC	M			
<i>Coryphoblennius galerita</i> (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	MC	E			
<i>Lipophrys pholis</i> (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	MC	M			
<i>Parablennius gattorugine</i> (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	E			
<i>Parablennius incognitus</i> (Bath, 1968)	Blenniidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	PC	E			
<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	her	€	MC	E			
<i>Parablennius rouxi</i> (Cocco, 1833)	Blenniidae	Demersal	1	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	C	E			
<i>Parablennius ruber</i> (Valenciennes, 1836)	Blenniidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	R	E			
<i>Parablennius sanguinolentus</i> (Pallas, 1814)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	her	€	PC	M			
<i>Callionymus</i> spp.	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	PC	E	0,003 ± 0,027 ²	1,40	Pelágico
<i>Callionymus lyra</i> (Linnaeus, 1758)	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	C	M			
<i>Callionymus maculatus</i> (Rafinesque, 1810)	Callionymidae	Demersal	0	0	0	0	0	0	ARO	ARO	inv	€	PC	E			
<i>Callionymus reticulatus</i> (Valenciennes, 1837)	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	PC	E			
<i>Callionymus risso</i> (Lesueur, 1814)	Callionymidae	Demersal	1	0	0	0	1	0	ARO	ARO	inv	€	PC	E			

Anexo 11 (continuação) – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice MFCL.

<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)	Triglidae	Demersal	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	ARC	ARC	ma	€€	C	M	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)	Triglidae	Demersal	Sim	Não	Não	Não	Sim	Não	ARC	ARC	ma	€€	C	M	0,050	±	0,110 ¹	40,00	Sub. aren.
<i>Clupeidae</i> spp. - <i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	Clupeidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	zoo	€€	MC	M	1,204	±	4,900 ²	40,30	Pelágico
<i>Gadidae</i> spp.	Gadidae	-	0	0	0	-	-	0	-	-	-	€€	-	M	0,003	±	0,029 ²	1,40	Pelágico
<i>Gadiculus argenteus</i> (Guichenot, 1850)	Gadidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARO	ARO	inv	€	C	E					
<i>Merlangius merlangus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARCO	ARCO	ma	€€	R	M					
<i>Micromesistius poutassou</i> (Risso, 1827)	Gadidae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	ma	€€	MC	M					
<i>Pollachius pollachius</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	inv	€€	C	M					
<i>Raniceps raninus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Demersal	0	0	0	0	1	0	ARC	ARC	zoo	€€	PC	M					
<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARCO	ARC	ma	€€	MC	M					
<i>Gobiidae</i> spp.	Gobiidae	Demersal	-	-	0	-	0	0	-	-	-	€	-	-	0,049	±	0,324 ²	6,90	Pelágico
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARC	ARC	ma	€	MC	M					
<i>Buenia jeffreysii</i> (Günther, 1867)	Gobiidae	Recife-Associado	0	0	0	1	1	0	RC	RC	inv	€€	R	E					
<i>Gobius auratus</i> (Risso, 1810)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	PC	E					
<i>Gobius buchichi</i> (Stendachner, 1870)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	R	E					
<i>Gobius cobitis</i> (Pallas, 1814)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	M					
<i>Gobius cruentatus</i> (Gmelin, 1789)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	M					
<i>Gobius gasteveni</i> (Miller, 1974)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	R	E					
<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	ma	€	MC	M					
<i>Gobius paganellus</i> (Linnaeus, 1758)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	inv	€	MC	M					
<i>Gobius roulei</i> (de Buen, 1928)	Gobiidae	Batidemersal	0	0	0	0	0	0	RO	RO	inv	€	R	E					

Anexo 11 (continuação) – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice MFCL.

<i>Gobius xanthocephalus</i> (Heymer and Zander, 1992)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	E	
<i>Gobiusculus flavescens</i> (Fabricius, 1779)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	RC	ARC	zoo	€	MC	E	
<i>Lebetus guilleli</i> (Le Danois, 1913)	Gobiidae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	PC	E	
<i>Lebetus scorpioides</i> (Collett, 1874)	Gobiidae	Recife-Associado	1	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	R	E	
<i>Lesueurigobius sanzi</i> (de Buen, 1918)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	0	0	0	SO	SO	inv	€	R	E	
<i>Pomatoschistus knerii</i> (Steindachnner, 1861)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	inv	€	R	E	
<i>Pomatoschistus lozanoi</i> (de Buen, 1923)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	inv	€	C	E	
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARC	ARC	inv	€	C	E	
<i>Pomatoschistus microps</i> (Krøyer, 1838)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	C	E	
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	MC	E	
<i>Pomatoschistus pictus</i> (Malm, 1865)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	MC	E	
<i>Thorogobius ephippiatus</i> (Lowe, 1839)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	PC	M	
<i>Gobius spp.</i>	Gobiidae	Demersal	0	-	-	0	0	0	-	-	-	€	-	-	0,023 ± 0,150 ² 4,20 Pelágico
<i>Gobius auratus</i> (Risso, 1810)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	PC	E	
<i>Gobius buchichi</i> (Stendachner, 1870)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	R	E	
<i>Gobius cobitis</i> (Pallas, 1814)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	M	
<i>Gobius cruentatus</i> (Gmelin, 1789)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	M	
<i>Gobius gasteveni</i> (Miller, 1974)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	R	E	
<i>Gobius niger</i> (Linnaeus, 1758)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	ma	€	MC	M	
<i>Gobius paganellus</i> (Linnaeus, 1758)	Gobiidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	inv	€	MC	M	
<i>Gobius roulei</i> (de Buen, 1928)	Gobiidae	Batidemersal	0	0	0	0	0	0	RO	RO	inv	€	R	E	
<i>Gobius xanthocephalus</i> (Heymer and Zander, 1992)	Gobiidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	E	

Anexo 11 (continuação) – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice MFCI.

<i>Labridae spp.</i>	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	-	€	-	-	0,096	±	0,366 ²	12,50	Pelágico
<i>Acantholabrus palloni</i> (Risso, 1810)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RCO	RCO	inv	€	C	M					
<i>Centrolabrus exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	E					
<i>Coris julis</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Ctenolabrus rupestris</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	ma	€	MC	M					
<i>Labrus bergylta</i> (Ascanius, 1767)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	B					
<i>Labrus merula</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Labrus mixtus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	ma	€	C	B					
<i>Labrus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	ma	€	C	B					
<i>Symphodus bailloni</i> (Valenciennes, 1839)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	omn	€	MC	M					
<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)	Labridae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Symphodus mediterraneus</i> (Bauchot and Quignard, 1973)	Labridae	Demersal	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	C	E					
<i>Symphodus melops</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskål, 1775)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	C	E					
<i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	C	M					
<i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1791)	Labridae	Recife-Associado	0	1	0	0	0	0	RC	RC	inv	€	C	E					
<i>Labrus spp.</i>	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	-	€	-	B	0,220	±	0,350 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Labrus bergylta</i> (Ascanius, 1767)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	omn	€	MC	B					
<i>Labrus merula</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Labrus mixtus</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	ma	€	C	B					
<i>Labrus viridis</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	ma	€	C	B					
<i>Liparis montagui</i> (Donovan, 1804)	Liparidae	Demersal	-	-	-	-	-	-	-	-	ma	-	-	-	0,009	±	0,056 ²	2,80	Pelágico

Anexo 11 (continuação) – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice MFCL.

<i>Lipophrys trigloides</i> (Valenciennes, 1836)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	-	-	0,004	±	0,030 ²	1,40	Pelágico
<i>Lipophrys canevae</i> (Vinciguerra, 1880)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	PC	E					
<i>Lipophrys pholis</i> (Linnaeus, 1758)	Blenniidae	Demersal	0	1	1	0	0	0	RCI	RCI	omn	€	MC	M					
<i>Pegusa lascaris</i> (Risso, 1810)	Soleidae	Demersal	1	-	-	-	-	-	-	-	ma	-	-	-	0,003	±	0,029 ²	1,40	Pelágico
<i>Pegusa lascaris</i> (Risso, 1810)	Soleidae	Demersal	1	-	-	-	-	-	-	-	ma	-	-	-	0,014	±	0,030 ¹	20,00	Sub. aren.
<i>Pleuronectiformes spp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,006	±	0,050 ²	1,40	Pelágico
<i>Pomatoschistus spp.</i>	Gobiidae	Demersal	-	0	0	1	-	0	ARC	ARC	inv	€	-	E	0,003	±	0,023 ²	1,40	Pelágico
<i>Pomatoschistus knerii</i> (Steindachnner, 1861)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	inv	€	R	E					
<i>Pomatoschistus lozanoi</i> (de Buen, 1923)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	inv	€	C	E					
<i>Pomatoschistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARC	ARC	inv	€	C	E					
<i>Pomatoschistus microps</i> (Krøyer, 1838)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	C	E					
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	Gobiidae	Demersal	0	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	MC	E					
<i>Pomatoschistus pictus</i> (Malm, 1865)	Gobiidae	Demersal	1	0	0	1	0	0	ARC	ARC	inv	€	MC	E					
<i>Scomber spp.</i>	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	ma	€€	MC	M	0,025	±	0,158 ²	4,20	Pelágico
<i>Scomber colias</i> (Gmelin, 1789)	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	ma	€€	MC	M	0,003	±	0,011 ¹	6,67	Sub. aren.
<i>Scomber scombrus</i> (Linnaeus, 1758)	Scombridae	Pelágico	0	0	0	0	0	0	ARCO	ARCO	ma	€€	MC	M					
<i>Scorpaena spp.</i>	Scorpaenidae	Demersal	Não	-	Não	-	-	Não	-	-	ma	€	MC	-	0,120	±	0,400 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Scorpaena notata</i> (Rafinesque, 1810)	Scorpaenidae	Demersal	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	ma	€	MC	M					
<i>Scorpaena porcus</i> (Linnaeus, 1758)	Scorpaenidae	Demersal	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	ma	€	MC	M					

Anexo 11 (continuação) – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice MFCL.

<i>Scorpaena scrofa</i> (Linnaeus, 1758)	Scorpaenidae	Demersal	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	ARC	ARC	ma	€	MC	E					
<i>Sparidae</i> spp.	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	-	-	-	M	0,011	±	0,057 ²	4,20	Pelágico
<i>Sparidae</i> spp.	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	-	-	-	M	0,050	±	0,170 ⁴	8,33	Sub. roch.
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	omn	€€	C	M					
<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	M					
<i>Dentex macrophthalmus</i> (Bloch, 1791)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	M					
<i>Dentex maroccanus</i> (Valenciennes, 1830)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	PC	M					
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	ARC	inv	€€€	MC	M					
<i>Diplodus bellottii</i> (Steindachner, 1882)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	ARC	inv	€€€	MC	M					
<i>Diplodus cervinus</i> (Lowe, 1838)	Sparidae	Recife-Associado	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	omn	€€€	C	B					
<i>Diplodus puntazzo</i> (Cetti, 1777)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	omn	€€€	C	M					
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	omn	€€€	MC	M					
<i>Diplodus vulgaris</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	inv	€€€	MC	E					
<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	1	0	0	0	0	0	ARC	ARC	inv	€€€	MC	M					
<i>Oblada melanura</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	omn	€€	C	M					
<i>Pagellus acarne</i> (Risso, 1827)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	M					
<i>Pagellus bellottii</i> (Steinsachner, 1882)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€	R	M					
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brunnich, 1768)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	B					
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	M					
<i>Pagrus auriga</i> (Valenciennes, 1843)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	inv	€€	C	MB					
<i>Pagrus caeruleostictus</i> (Valenciennes, 1830)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	M					
<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	0	1	0	ARC	RC	ma	€€€	C	M					
<i>Sarpa salpa</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	1	0	0	0	0	ARC	RC	her	€€	MC	M					

Anexo 11 (continuação) – Base de dados utilizada para a atribuição dos parâmetros ecológicos para a ordem Pleuronectiformes, as famílias Blenniidae, Clupeidae, Gadidae, Gobiidae, Labridae e Sparidae, os géneros *Callionymus*, *Gobius*, *Pomatoschistus*, *Scomber*, *Labrus*, *Scorpaena*, *Symphodus* e *Trisopterus*. e para as espécies *Chelidonichthys cuculus*, *Chelidonichthys lucerna*, *Liparis montagui*, *Lipophrys trigloides*, *Pegusa lascaris* e *Scomber colias*, por ordem alfabética, para o cálculo das várias métricas do índice MFCL.

<i>Sparus aurata</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Demersal	0	1	0	0	0	0	ARC	RC	omn	€€€	MC	M					
<i>Spondyliosoma cantharus</i> (Linnaeus, 1758)	Sparidae	Bento-Pelágico	0	0	0	1	1	0	ARC	ARC	omn	€€	MC	M					
<i>Symphodus spp.</i>	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	-	-	0,430	±	0,550 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Symphodus bailloni</i> (Valenciennes, 1839)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	omn	€	MC	M					
<i>Symohodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)	Labridae	Demersal	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Symphodus mediterraneus</i> (Bauchot and Quignard, 1973)	Labridae	Demersal	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	C	E					
<i>Symphodus melops</i> (Linnaeus, 1758)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	MC	M					
<i>Symphodus ocellatus</i> (Forsskål, 1775)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	C	E					
<i>Symphodus roissali</i> (Risso, 1810)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	C	M					
<i>Symphodus rostratus</i> (Bloch, 1791)	Labridae	Recife-Associado	Não	Sim	Não	Não	Não	Não	RC	RC	inv	€	C	E					
<i>Trisopterus spp.</i>	Gadidae	Bento-Pelágico	-	Não	Não	Sim	Sim	Não	ARCO	ARC	ma	€€	-	M	1,080	±	1,070 ⁴	16,67	Sub. roch.
<i>Trisopterus luscus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não	ARCO	ARC	ma	€€	MC	M					
<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	Gadidae	Bento-Pelágico	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	ARCO	ARC	ma	€€	C	M					

Anexo 12 – Resultados da análise ANOVA 2 fatores, do número de visitantes das praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época alta e baixa. SQ, Soma de Quadrados; GI, Graus de Liberdade; QM, Quadrados Médios; F, Estatística F; * diferenças significativas.

Fator	SQ	GI	MS	F	p-valor
Época	29,05	1	29,05	60,91	0,0001*
Local	10,34	3	3,45	7,23	0,0115*
Época:Local	5,31	3	1,77	3,71	0,0613
Erro	3,81	8	0,48		
Total	48,52	15			

Anexo 13 – Resultados do teste de comparação múltipla (Tukey), do número de visitantes das praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época baixa e alta. * diferenças significativas.

		Época baixa				Época alta			
	Local	Carruagem	Belinho	Suave Mar	Apúlia	Carruagem	Belinho	Suave Mar	Apúlia
Época Baixa	Carruagem		1,0000	1,0000	0,9337	0,0531	0,9370	0,0053*	0,0049*
	Belinho	1,0000		1,0000	0,9017	0,0465*	0,9058	0,0048*	0,0044*
	Suave Mar	1,0000	1,0000		0,9763	0,0696	0,9779	0,0067*	0,0061*
	Apúlia	0,9337	0,9017	0,9763		0,2209	1,0000	0,0190*	0,0171*
Época Alta	Carruagem	0,0531	0,0465*	0,0696	0,2209		0,2176	0,5558	0,5109
	Belinho	0,9370	0,9058	0,9779	1,0000	0,2176		0,0187*	0,0169*
	Suave Mar	0,0053*	0,0048*	0,0067	0,0190	0,5558	0,0187*		1,0000
	Apúlia	0,0049*	0,0044*	0,0061	0,0171	0,5109	0,0169*	1,0000	

Anexo 14 – Resultados do número total de visitantes e número de visitantes/1000 m² nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época alta e baixa (adaptado de Arenas et al., 2020).

Veraneantes	Carruagem (Média ± SD)	Belinho (Média ± SD)	Suave Mar (Média ± SD)	Apúlia (Média ± SD)
Época Alta				
Total visitantes	89,50 ± 52,50	5,51 ± 2,49	1293,06 ± 763,06	2423,25 ± 1467,54
Visitantes/1000 m ²	18,71 ± 10,97	1,46 ± 0,66	76,66 ± 45,24	82,72 ± 50,10
Época Baixa				
Total visitantes	0,50 ± 0,50	0,08 ± 0,08	5,25 ± 5,25	56,96 ± 50,45
Visitantes/1000 m ²	0,10 ± 0,10	0,02 ± 0,02	0,31 ± 0,31	1,94 ± 1,72

Anexo 15 – Resultados do número total de utilizadores e número de utilizadores /1000 m² relativos às atividades recreativas: pesca lúdica (embarcada e apeeda), apanha lúdica e desportos náuticos nas praias da Carruagem, de Belinho, de Suave Mar e da Apúlia, do PNLN, na época alta e baixa (adaptado de Arenas et al., 2020).

Outras atividades		Carruagem		Belinho		Suave Mar		Apúlia	
		(Média ± DP)	(%)	(Média ± DP)	(%)	(Média ± DP)	(%)	(Média ± DP)	(%)
Época Alta	Pesca lúdica embarcada				-				
	Total utilizadores	0	-	0,50 ± 0,50		6,87 ± 6,87	-	0	-
	Utilizador/1000 m ²	0	0	0,13 ± 0,13	33,24	0,41 ± 0,41	40,74	0	0
	Pesca lúdica apeeda				-				
	Total utilizadores	0,50 ± 0,50	-	0		4,50 ± 4,50	-	4,86 ± 0,35	-
	Utilizador/1000 m ²	0,10 ± 0,10	5,56	0	0	0,27 ± 0,27	26,67	0,17 ± 0,01	69,28
	Apanhadores				-				
	Total utilizadores	8,50 ± 7,50	-	1,00 ± 0,00		0	-	2,15 ± 0,85	-
	Utilizador/1000 m ²	1,78 ± 1,57	94,44	0,27 ± 0,00	66,76	0	0	0,07 ± 0,03	30,72
	Desportistas náuticos				-				
	Total utilizadores	0	-	0		5,50 ± 5,50	-	0	-
	Utilizador/1000 m ²	0	0	0	0	0,33 ± 0,33	32,59	0	0
Época Baixa	Pesca lúdica embarcada								
	Total utilizadores	0	-	0	-	0	-	0	-
	Utilizador/1000 m ²	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pesca lúdica apeeda								
	Total utilizadores	0	-	0	-	0	-	2,93 ± 0,33	-
	Utilizador/1000 m ²	0	0	0	0	0	0	0,10 ± 0,01	38,30
	Apanhadores								
	Total utilizadores	0	-	0,50 ± 0,50	-	0	-	4,72 ± 1,79	-
	Utilizador/1000 m ²	0	0	0,13 ± 0,13	100	0	0	0,16 ± 0,06	61,70
	Desportistas náuticos								
	Total utilizadores	0	-	0	-	0,37 ± 0,37	-	0	-
	Utilizador/1000 m ²	0	0	0	0	0,02 ± 0,02	100	0	0