



PATRÍCIA ALEXANDRA SIMÕES PIRES

Licenciada em Ciências e Engenharia do Ambiente

RESTAURO ECOLÓGICO DE SISTEMAS DUNARES SOB PRESSÃO

Contributo para um Modelo de Gestão de Base Ecológica na Praia
da Adiça

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia do Ambiente
Perfil de Engenharia de Sistemas Ambientais

RESTAURO ECOLÓGICO DE SISTEMAS DUNARES SOB PRESSÃO

Contributo para um Modelo de Gestão de Base Ecológica na Praia da Adiça

PATRÍCIA ALEXANDRA SIMÕES PIRES

Licenciada em Ciências e Engenharia do Ambiente

Orientador: Prof.Doutor José Carlos Ribeiro Ferreira

Professor Auxiliar

NOVA School of Science and Technology | FCT-NOVA

Coorientadora: Catarina Sofia Jóia de Oliveira dos Santos

Investigadora

NOVA School of Science and Technology | FCT-NOVA

Júri:

Presidente: Doutora Maria Graça Madeira Martinho, Professora Associada com Agregação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Arguentes: Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

Vogais: Doutora Maria Teresa Calvão Rodrigues, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa
Mestre Catarina Sofia Jóia de Oliveira dos Santos, Técnica Superior da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade NOVA de Lisboa

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Universidade NOVA de Lisboa

Novembro, 2021

Restauro Ecológico de Sistemas Dunares Sob Pressão – Contributo para um Modelo de Gestão de Base Ecológica na Praia da Adiça

Copyright © Patrícia Alexandra Simões Pires, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Se eu fui capaz de chegar até aqui foi graças à minha família, especialmente aos meus pais e aos meus avós, que sempre me incentivaram a me dedicar aos estudos, que acreditaram sempre em mim.

“O que é nosso há nossa mão há de vir parar”, “Basta querer que tu consegues”, “Estamos aqui para ti”, “Tu consegues”, “Perdeste uma luta, mas não perdeste a guerra”, “Se não conseguires agora, consegues depois”. Desde que nasci, estas foram as frases que sempre me acompanharam. Foi este o pensamento que vocês moldaram em mim. Fizeram e fazem de mim uma lutadora todos os dias.

A vossa força de vontade, o vosso apoio e amor incondicional fez com que eu pudesse alcançar um dos meus sonhos. Agradeço do fundo do coração não terem desistido de mim, de me terem demonstrado que mesmo quando o mundo está contra nós e a puxar-nos para baixo, existem pessoas que nos vão dar a mão e vão puxar-nos fazendo com que nós consigamos mostrar o que temos de melhor.

Este Mestrado é a prova de que querer é poder, de que por mais cansaço, por mais atividades extracurriculares que uma pessoa tenha, por mais falta de tempo para trabalhar, por mais treinos bi-diários que haja, por mais explicadores teimosos que haja, por mais distrações que haja, tudo é possível, basta querer.

Certamente que não chegaria onde estou sem os pais dedicados e amorosos que tive. Portanto, este Mestrado não é apenas meu, mas também vosso.

E confesso que me vai encher de orgulho poder ver os vossos sorrisos quando eu for mestre. Que vai ser uma alegria extrema poder ouvir “A nossa Mestre”. Obrigada por tudo.

Agradecimentos

Ao Professor Doutor José Carlos Ferreira, pelo desafio do tema e empenho demonstrado ao longo do mesmo, bem como pela orientação. Sendo de enfatizar o seu bom humor durante todo o curso.

À minha Coorientadora Catarina Jóia, por toda a ajuda e dedicação e ainda por toda a partilha de conhecimentos ao longo deste trabalho.

À Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, por ter acompanhado e ter feito parte do meu crescimento durante estes 5 anos.

A todos os professores e colegas que se cruzaram no meu percurso académico, por todo o acompanhamento dado, seja a nível pessoal como a nível e transmissão de conhecimento.

Um agradecimento bastante especial aos meus pais e avós, por todo o apoio, paciência, ajuda, e sabedoria tida ao longo deste grande percurso. Por terem acreditado sempre nas minhas capacidades e em mim. Sem vocês, não teria chegado onde cheguei, nem seria a pessoa que sou hoje.

À minha cadela, Kiara, por me acompanhar em todas as horas de trabalho, por me aquecer os pés enquanto fazia esta dissertação.

Às minhas amigas por todos os conselhos dados de modo a ajudar-me a alcançar o que realmente pretendia, e por estarem sempre disponíveis para me ouvir e me ajudarem.

Ao meu casal preferido Vasco e Victória por terem-me ajudado e terem estado comigo nas alturas mais desesperantes, por todo o apoio na realização desta tese e não só.

Aos irmãos ruivos, Sara Correia e Filipe Clemente, por estarem sempre comigo, nas horas mais complicadas e nas horas mais divertidas também.

Às minhas colegas de equipa-Blues 2020, nomeadamente Rita Branco, Margarida Rocha, Rita Pereira, Vicky Soares e Joana Gonzalez por todos os momentos de descontração que me proporcionaram e por me ouvirem a falar desta dissertação 24 horas por dia.

Ao meu amigo, Afonso Ferreira, por estar sempre a apoiar-me e a incentivar-me a fazer o melhor nesta dissertação.

Às minhas estrelas cadentes, Joaquim Pires e João Ribeiro, por estarem sempre comigo. Por brilharem o meu caminho da melhor maneira possível.

*“É preciso sair da ilha para vermos a ilha.
Não nos vemos se não sairmos de nós.”
(José Saramago)*

Resumo

As zonas costeiras são elementos únicos e frágeis, são ecossistemas bastante dinâmicos, sendo a morfologia do litoral o resultado da dinâmica sedimentar e da presença de vegetação. A complexidade sistêmica presente faz com que estas zonas sejam sistemas muito sensíveis e vulneráveis, ou seja, pequenas alterações podem provocar graves modificações em todo o sistema. O litoral português é um dos locais mais procurados pela população, por ser um local de acesso às praias, turístico, urbano, apresentar espaços de lazer, de implantação de apoios de praia, entre outros. Por sua vez, acaba por ser um dos locais mais afetados pela mesma. A degradação destes sistemas depende diretamente da intensidade de uso, sendo necessário medidas de mitigação de modo a reduzir os impactos negativos, como é o caso do pisoteio.

A presente dissertação teve como objetivo desenvolver um projeto de requalificação a partir de metodologias inovadoras. O objetivo de desenvolver uma lista de controlo, tendo por base a capacidade de resiliência, consiste na avaliação da vulnerabilidade das dunas frontais, com aplicação ao ordenamento e gestão do território. A vulnerabilidade desta zona é determinada através da avaliação das diversas componentes presentes na *checklist* Resiliência desenvolvida, respetivamente Erosão Dunar (ED), Alimentação em Areia (AA), Fixação das Areias pela Vegetação (FV), Degradação Dunar (DPU), Estado de Conservação (OG), Uso do Solo (A) e Atividade turística do sistema dunar (B).

Na *checklist* aplicada, foram identificados como principais condicionantes da elevada vulnerabilidade do sistema a ocorrência de formas de erosão, ausência de dunas embrionárias, pressão antrópica, ineficácia das medidas de ordenamento e gestão atualmente implementadas, falta de condições de acesso à praia. O estado de degradação dunar está relacionado com a tendência erosiva, que, juntamente com a variabilidade morfodinâmica sazonal, impede o desenvolvimento de dunas embrionárias bem como a regeneração da duna frontal. A extensa rede de caminhos não ordenados sobre o sistema dunar originada pelo pisoteio pedonal e motorizado, a falta de pavimentação e de condições de acesso até à praia, a inexistência de sinalização e de vigilância no local são algumas das razões pelo qual o sistema dunar da Praia da Adiça se encontra tão degradado.

Os descritores Erosão Dunar (ED) e Alimentação em Areia (AA) são os que apresentam maiores valores de vulnerabilidade, sendo respetivamente de 92,8% e de 100%. Por sua vez, os descritores com menores valores de índice de vulnerabilidade foram o Uso do Solo (A) com 12,5% e Atividade turística do sistema dunar (B) com 25%. Ambos os valores inferiores a 30%,

o que era esperado no sentido em que existe uma baixa pressão urbana nesta área, devido à localização e condições da mesma.

Palavras-Chave: Zonas Costeiras, Duna, Pressão, *Checklist*, Vulnerabilidade, Pisoteio, Fragmentação.

Abstract

Coastal zones are unique and fragile elements, they are very dynamic ecosystems, the morphology of the coast being the result of sedimentary dynamics and the presence of vegetation. The present systemic complexity makes these zones very sensitive and vulnerable systems, that is, small changes can cause serious changes in the entire system. The Portuguese coast is one of the most sought-after places by the population, for being a place of access to beaches and tourism, displaying leisure spaces, implantation of beach support, among others. In turn, it is one of the places most affected by it. The degradation of these systems depends directly on the intensity of use, requiring mitigation measures to reduce negative impacts, such as trampling.

This dissertation aimed to develop a requalification project based on innovative methodologies. The objective of developing a checklist, based on resilience, is to assess the vulnerability of foredunes, with application to land use planning and management. The vulnerability of this zone is determined through the evaluation of the various components present in the developed Resiliência checklist, such as Dune Erosion (ED), Sand Feeding (AA), Sand Fixation by Vegetation (FV), Dune Degradation (DPU), State of Conservation (OG), Land Use (A) and Tourism activity of the dune system (B).

In the applied checklist, the occurrence of forms of erosion, absence of embryonic dunes, human pressure, ineffectiveness of the management measures currently implemented, and lack of conditions for accessing the beach were identified as the main conditioning factors of the high vulnerability of the system. The state of dune degradation is related to the erosive tendency, which, together with the seasonal morphodynamic variability, prevents the development of embryonic dunes as well as the regeneration of the foredune. The extensive network of unorganized paths over the dune system caused by pedestrian and motorized trampling, the lack of paving and access conditions to the beach, the lack of signage and surveillance in the area are some of the reasons why the dune system of Praia da Adiça is so degraded.

The descriptors Dune Erosion (ED) and Feeding in Sand (AA) are the ones with the highest vulnerability values, being 92.8% and 100%, respectively. In turn, the descriptors with the lowest vulnerability index values were Land Use (A) with 12.5% and Tourism activity in the dune system (B) with 25%. Both values are below 30%, which was expected in the sense that there is low urban pressure in this area, due to its location and conditions.

Keywords: Coastal Zones, Pressure, *Checklist*, Vulnerability, Trampling, Fragmentation.

Índice

1. Introdução	1
2. Objetivos	3
3. Metodologia Geral e Organização da dissertação.....	5
4. Enquadramento Teórico.....	7
5. Caracterização da Área de Estudo	51
6. Metodologia	71
7. Análise e Discussão de Resultados.....	81
8. Conclusão	109
9. Referências	113
10. Anexos.....	123

Índice de Figuras

Figura 4.1 Elementos presentes no sistema dunar.....	11
Figura 4.3. Estrutura dos sistemas dunares.	13
Figura 4.4. Tipos de efeitos destruidores da edificação sobre as dunas.....	20
Figura 4.5. Pisoteio da Arriba para apreciação da paisagem. Fotografia retirada a 26 de Maio de 2021.....	22
Figura 4.6. Modelo conceptual dos estados de modificação de uma paisagem, segundo McIntyre e Hobbs.	23
Figura 4.7. Delimitação do espaço litoral de acordo com a legislação.	26
Figura 4.8. Delimitação da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica.....	33
Figura 4.9. Planta de Ordenamento do POPPAFCC.	36
Figura 4.10. Tipos de estratégias de adaptação costeira.	38
Figura 5.1. Localização da Área de Estudo.	53
Figura 5.2. Placa informativa à entrada da praia. Fotografia de 26 de Maio de 2021;.....	54
Figura 5.3. Carta de Solos (1:25 000).	59
Figura 5.4. Praia Naturista da Adiça; Fotografia de 26 de Maio de 2021.	61
Figura 5.5. Pinheiro Manso presente no Cabo da Malha. Fotografia tirada a 26 de Maio de 2021.	62
Figura 5.6. Indicação esquemática das unidades geomorfológicas.	63
Figura 5.7. Suporte Biofísico.	65
Figura 5.8. Categorias da Carta de Ocupação dos Solos (COS).	66
Figura 5.9. Paisagem da Arriba Fóssil e Orla Costeira. Fotografada a 10 de Maio de 2021;	67
Figura 5.10. Ocupação do solo da zona da Arriba Fóssil.	68
Figura 5.11. Área do Cabo da Malha; Fotografia tirada a 26 de Maio de 2021;.....	70
Figura 6.1. Modelo Conceptual de avaliação de Vulnerabilidade e Risco de Áreas Costeiras..	73
Figura 7.1. Presença de <i>Ammophila arenaria</i>	81
Figura 7.2. Existência de <i>Ammophila arenaria</i> no sistema dunar.	83
Figura 7.3. Existência de <i>Euphorbia Paralias</i> na duna.	84
Figura 7.4. Existência de Cardo-Rolador (<i>Eryngium maritimum</i>) na duna.	85
Figura 7.5. Existência de cordeirinho-da-praia (<i>Otanthus maritimus</i>).....	86
Figura 7.6. Gráfico radar relativo ao estado da erosão do sistema dunar.....	87
Figura 7.7. Blowouts na Fonte da Telha.	88
Figura 7.8. Caminhos não ordenados de acesso à praia.	89
Figura 7.9. Gráfico radar relativo ao estado de alimentação em areia do sistema dunar.	90
Figura 7.10. Gráfico radar relativo ao estado de fixação das areias pela vegetação do sistema dunar.....	91
Figura 7.11. Existência de chorão-das-praias (<i>Carpobrotus edulis</i>) na praia da Adiça.....	92
Figura 7.12. Frente dunar dominada por Cardo-Rolador e por Chorão-das-praias.	93
Figura 7.13. Frente Dunar.	94
Figura 7.14. Linhas de água do sistema dunar.....	95

Figura 7.15. Gráfico radar relativo ao estado de degradação associado à utilização/pressão exercida no sistema dunar.	96
Figura 7.16. Campismo Selvagem.	97
Figura 7.17. Gráfico radar relativo ao estado de conservação do sistema dunar.	99
Figura 7.18. Caminho não ordenado com falta de sinalização.	100
Figura 7.19. Gráfico radar relativo ao uso marginal ao sistema dunar (Descritor A).....	102
Figura 7.20. Estrada não pavimentada que permite o acesso à praia da Adiça.	103
Figura 7.21. Gráfico radar relativo aos elementos turísticos do sistema dunar (Descritor B). .	104
Figura 7.22. Entrada para a praia da Fonte da Telha e praia da Adiça.	106
Figura 7.23. Má disposição dos caixotes do lixo.....	107
Figura 7.24. Contribuição dos índices de vulnerabilidade parciais para o índice de vulnerabilidade total.	108

Índice de Tabelas

Tabela 4.1 Classificação das praias de acordo com os POC.....	8
Tabela 4.2. Representação esquemática das principais classificações de dunas formadas em ambientes desérticos e costeiros.	10
Tabela 4.3. Características do tipo de espécies dos grupos funcionais.	15
Tabela 4.4. Exemplos de espécies correspondentes aos diferentes grupos funcionais.	16
Tabela 4.5. Medidas Leves e pesadas de adaptação costeira.	39
Tabela 5.1. Valor Faunístico de cada Biótopo (VFB; valor médio para a área de intervenção) e classificação do seu grau de relevância para a conservação da fauna.	61
Tabela 5.2. Unidades Geomorfológica se Sistemas Biofísicos Litorais Unidades	64
Tabela 6.1. Níveis de vulnerabilidade biofísica em função do nível de resiliência do sistema. .	72
Tabela 6.2. Caracterização dos grupos de sistemas dunares do SW da Península Ibérica, definidos pelos índices de vulnerabilidade.	75
Tabela 6.3. Componentes e variáveis da vulnerabilidade dunar consideradas na lista de controlo de resiliência.	76
Tabela 6.4. Categorias e Variáveis selecionadas na checklist integrada.	78
Tabela 10.1. Estado de erosão do sistema dunar (Descritor ED)	124
Tabela 10.2. Estado de alimentação em areia do sistema dunar (Descritor AA)	126
Tabela 10.3. Estado de fixação das areias pela vegetação do sistema dunar (Descritor FV). .	127
Tabela 10.4. Estado de degradação associado à utilização/pressão exercida no sistema dunar (Descritor DPU).	128
Tabela 10.5. Estado de conservação do sistema dunar (Descritor OG).	130
Tabela 10.6. Uso do solo marginal ao sistema dunar (largura da faixa considerada em função das taxas de recuo da linha de costa para 50 anos) (Descritor A).	132
Tabela 10.7. Elementos Turísticos do sistema dunar (Descritor B).....	133

Índice de Siglas e Abreviaturas

AIE – Áreas de Intervenção Específicas

AML – Área Metropolitana de Lisboa

CDB – Convenção sobre a Diversidade Biológica

CNUMAD – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

DGP – Direção-Geral de Portos

ENCNB – Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade

GIZC – Gestão Integrada da Zona Costeira

ha – hectare

ICN – Instituto da Conservação da Natureza

ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e da Floresta

IGT – Instrumento de Gestão Territorial

IUCN – *International Union for Conservation of Nature*

IV – Índice de Vulnerabilidade Costeira

km – quilómetro

m – metro

NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos Objetivo

PEOT – Programas Especiais de Ordenamento do Território

PMOT – Planos Municipais de Ordenamento do Território

POC – Programa de Orla Costeira

POC-ACE – Programa de Orla Costeira Alcobaça – Cabo Espichel

POGPPAFCC – Plano de Ordenamento e Gestão da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica

POOC – Plano de Ordenamento da Orla Costeira

PPAFCC – Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica

REN – Reserva Ecológica Nacional

SIDS – Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável

ZAM – Zonas Ameaçadas pelo Mar

ZEC – Zonas Especiais de Conservação

ZPE – Zonas de Proteção Especial

1. Introdução

É notória a preferência das populações em permanecer em áreas que consigam atingir um desenvolvimento socioeconómico, favorecendo o comércio nacional e local. Contudo, este favoritismo conduz a uma mudança no uso dos solos, aumentando drasticamente a pressão sobre os ecossistemas patentes (European Environment Agency, 2006).

A atual crise ambiental advém do crescimento urbano e conseqüente consumismo, associado tanto ao desenvolvimento turístico como à sociedade (Menezes, 2020). O aumento de utentes na praia, a construção de edifícios e a criação de novos acessos fez com que as zonas costeiras fossem sujeitas a extremas alterações de uso do solo, promovendo a degradação das mesmas, destacando que qualquer pressão está associada à sobreocupação humana sazonal (Rodrigues, 2020; C. V. P. De Sousa, 2010).

De acordo com Filipa & Alves (2014), a costa portuguesa é um dos locais mais escolhidos para viver e passar férias. As zonas costeiras são “ecossistemas únicos e impossíveis de reconstruir à escala humana” (H. F. da S. R. de Almeida, 2019), apresentando-se como territórios com elevado dinamismo e que providenciam uma panóplia de serviços, acabando por gerar conflitos de interesses e, por sua vez, estratégias de gestão e de intervenção contraditórias (F. D. Santos et al., 2014). São zonas vulneráveis devido à constante redução do transporte sedimentar em deriva litoral que advém do défice sedimentar, diminuição da largura das praias e erosão dunar (Lourenço, 2012).

Devido às diárias e diversas pressões exercidas nestes sistemas, os mesmos são obrigados a adaptar-se perante os processos marinhos, eólicos, biológicos e antropológicos a que estão sujeitos (Garcia-Lozano et al., 2020). Consequentemente, esta constante adaptação faz com que a paisagem cultural seja o resultado da influência conjunta de processos naturais e da organização imposta pelo homem (SER, 2004). É tanto mais vulnerável, quanto menor for a sua resiliência, estando dependente da rapidez com que as diversas características do mesmo retornam ao estado natural, após o distúrbio ocorrido (Falk, 2017).

A degradação e destruição deste tipo de ecossistemas ocorre devido a diversos fatores antrópicos, nomeadamente o pisoteio, o aumento da construção de edifícios junto à linha de costa e a extração de areias e deposição das mesmas de forma desordenada (Lourenço, 2012). Nesta perspetiva, é necessário que haja uma monitorização e modelação dos fenómenos que sucedem na praia e no mar, bem como uma seleção, seguida de uma aplicação de instrumentos de planeamento e gestão das zona costeiras que avaliem os riscos existentes (Filipa & Alves, 2014; Rato, 2017).

Segundo SER (2004), o restauro ecológico é o processo que procura auxiliar a recuperação de um ecossistema degradado ou destruído, como resultado direto ou indireto da atividade humana, ou também de causas naturais como por exemplo fogos, cheias, atividade vulcânica e tempestades. Pretende alcançar as características que o sistema natural possuía inicialmente, servindo como base de referência, e ocorre essencialmente por razões culturais e ambientais.

Com o objetivo de complementar o planeamento e ordenamento do território, utilizam-se infraestruturas verdes. Instrumentos de transformação, com vista a melhorias do espaço, no sentido em que tem a capacidade de conciliar as características do espaço natural com as dinâmicas lá presentes (Peixoto, 2017). São soluções de carácter adaptativo, que auxiliam o planeamento do território, através da construção de infraestruturas que reduzem os vários fenómenos que promovem a degradação dos ecossistemas (Monteiro et al., 2020). Este tipo de instrumentos realça a importância da conservação dos serviços ambientais promovidos pela natureza, a partir dos seus processos de funcionamento, criando assim, paisagens multifuncionais (Schutzer, 2014).

O termo *Nature-Based Solutions*, popularizado no início do século XXI, está relacionado com os conceitos acima descritos. Demonstrou que para as pessoas beneficiarem dos serviços da natureza, têm de a proteger e conservar, realçando-se, por isso, o facto destas soluções serem uma forma de incentivo tanto para as empresas, como os cidadãos a refletirem sobre o impacto ambiental que exercem (Menezes, 2020).

Estes dois conceitos estão bastante interligados, no sentido em que são considerados instrumentos eficientes e imprescindíveis para alcançar uma estratégia sustentável e eficiente para territórios e ecossistemas frágeis e vulneráveis (J. C. R. Ferreira, 2016).

De acordo com Walters et al. (2016), estas soluções são ações para proteger, restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordam desafios sociais, atuando conjuntamente com a economia verde e procurando atingir os objetivos propostos para o desenvolvimento sustentável (SOMARAKIS, G., STAGAKIS, S., & CHRYSOULAKIS, 2019).

Em suma, o declínio ambiental desdobra-se de forma demasiado progressiva para ser observado pelas pessoas que vivem apenas as suas próprias vidas, acabando por afetar gravemente as gerações futuras, no sentido em que não lhes são inculcados os devidos valores relativamente ao ambiente que as rodeia. Uma mudança de paradigma é, portanto, essencial para que haja uma evolução constante e equilibrada do planeta (McGuire, 2021; Seixas & Silva, 2014).

2. Objetivos

A degradação dos sistemas dunares ocorre devido ao abandono de resíduos urbanos e de construção, à impermeabilização dos acessos, à abertura de novos caminhos, desrespeitando os existentes, e ao intenso pisoteio das dunas, causado pela falta de organização do espaço e pela escassez de condições para a circulação automóvel e pedonal. A combinação de todos estes fatores proporciona a compactação dos solos.

A Fonte da Telha tem sido alvo de um grande desenvolvimento turístico devido à qualidade das suas praias, das boas condições para a prática de desportos náuticos, principalmente o *surf*, mas também devido à existência de vários locais de convívio e de lazer, como restaurantes e bares.

O principal problema deste tipo de áreas é a fragmentação dos ecossistemas por parte dos visitantes. De modo a facilitar o seu trajeto até ao local pretendido para usufruírem dos serviços presentes, os visitantes atravessam as dunas, sem terem consciência de que estão a destruir os ecossistemas que lá se encontram. Esta degradação de ecossistemas é definida como um impacto negativo perante a proteção de zonas costeiras, uma vez que contribui para a diminuição da vegetação e da flora no local, tornando-o mais vulnerável a processos erosivos.

Neste sentido, a presente dissertação tem como objetivo desenvolver um projeto de requalificação da área da praia da Adiça, no extremo Sul da Fonte da Telha, incluída na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica, entre a crista da Arriba e a praia. Através de metodologias inovadoras com base em critérios definidos na *checklist* desenvolvida para perceção da vulnerabilidade do ecossistema dunar, suportada pelos resultados de um levantamento presencial e pela análise a imagens satélite efetuados será possível proceder à caracterização do estado do sistema dunar da praia em estudo, apresentando, seguidamente, uma proposta de restauro – com base nos resultados obtidos.

Esta proposta pretende, através da implementação de uma infraestrutura verde e azul que privilegie as soluções naturais e consiga integrar as componentes socioculturais, diminuir a fragmentação dos ecossistemas, bem como contribuir para uma fruição adaptada à sensibilidade ecológica.

3. Metodologia Geral e Organização da dissertação

A presente dissertação encontra-se organizada em 9 capítulos, entre os quais:

Capítulo 1 – Introdução: Onde é feito o enquadramento do trabalho desenvolvido na dissertação.

Capítulo 2 – Objetivos: Descrição da finalidade do caso de estudo.

Capítulo 4 – Enquadramento teórico: Definição dos conceitos gerais e introdutórios ao tema em estudo, bem como caracterização geral da morfologia do litoral e das zonas costeiras em Portugal, destacando-se os tipos de dunas existentes e como é que se formam, os fatores que mais influenciam estes sistemas bem como os problemas que podem proporcionar. Seguidamente, frisa-se a pressão que é exercida sobre estes sistemas, bem como um problema consequente da mesma, nomeadamente a fragmentação dos ecossistemas dunares pelo pisoteio. Terminando com algumas soluções para este tipo de problema.

Capítulo 5 – Caracterização do local do caso de estudo: Definição e caracterização da área de estudo escolhida.

Capítulo 6 – Metodologia: Desenvolvimento da *checklist* metodológica a aplicar para avaliação da vulnerabilidade e sensibilidade da área de estudo.

Capítulo 7 – Análise e Discussão de Resultados: Apresentação e interpretação dos resultados extraídos do trabalho de campo realizado.

Capítulo 8 – Conclusão: Conclusões e medidas necessárias a desenvolver de modo a mitigar o problema abordado.

Capítulo 9 – Referências Bibliográficas

4. Enquadramento Teórico

A presente secção engloba a revisão de literatura e serve como contextualização do tema e definição de ideias chave, que contribuem para um melhor conhecimento do tema em estudo, sendo preponderantes para se alcançar um projeto de restauro de acordo com as necessidades do local em estudo.

4.1. Litoral e Zonas Costeiras

O litoral é fundamental para as populações, devido aos recursos naturais, ao seu clima, à sua beleza, à sua localização privilegiada para defesa do território e trocas comerciais (Pancada, 2011). Com efeito, mais de dois terços da população mundial habita em zonas costeiras, provocando uma ocupação territorial desordenada e perturbando o equilíbrio dos ecossistemas (C. J. Santos et al., 2020; F. B. P. de Sousa, 2012).

O vento e o mar transportam sedimentos que se acumulam nas praias, modelando-as diariamente ao ritmo da maré e consoante a variação sazonal da energia da ondulação (Ana Ramos-Pereira, 2017). É comum associar o termo litoral ao limite continental. O litoral arenoso é extraordinariamente dinâmico no tempo e no espaço (Catarina & Mota, 2020). Está associado ao mar, por se encontrar ligado aos fatores marinhos e biológicos (Pedro & Lopes, 2014; Ana Ramos-Pereira, 2017).

A ambiguidade deste conceito está diretamente relacionada com os limites físicos estabelecidos (Gomes, 2007; S. A. F. da Silva, 2012). Limites esses que estão dependentes dos objetivos e da delimitação efetuada à área litoral (C. P. da Silva, 2002), bem como das interações ocorridas entre os agentes geodinâmicos e as ações antropogénicas (Cardona, 2015).

A Zona Costeira é designada por zona litoral, descrita como a porção de território influenciada, direta ou indiretamente, em termos biofísicos, pelo mar (Ana Ramos-Pereira, 2017; Patrícia Silva, 2014). Cada zona é diferenciada segundo a sua homogeneidade e diferença estrutural a partir de diversos fatores socioeconómicas e ambientais (Pires et al., 2012).

São compostas por ecossistemas únicos e “irreconstituíveis à escala humana”, oriundos de uma duradoura evolução, de muitos milhões de anos, são também sistemas bastante desenvolvidos e complexos, resultantes da interceção da hidrosfera, da geosfera, da atmosfera e da biosfera (Dias, 2005).

A praia, um dos locais mais dinâmicos da costa, apresenta as suas próprias características e sofre alterações, que dependem da força exercida sobre o local. É a acumulação de materiais não consolidados que se estendem desde o limite marítimo, local onde

não ocorrem movimentações de sedimentos, denominado por *closure depth* até ao limite superior terrestre onde se inicia uma nova geomorfologia (S. A. F. da Silva, 2012). A sua estabilidade depende da possibilidade de se manter invariável o volume sedimentar nela retido (Aires, 2015; Ana Ramos-Pereira, 2008).

Com efeito, as praias são sistemas extremamente diversos e dinâmicos, existindo, por isso, diferentes tipologias, de acordo com as suas características, conforme estabelecido na Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003 (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 Classificação das praias de acordo com os POC.

Tipo	Praia	Descrição
I	Praia urbana com uso intenso (Praia Urbana)	Adjacente a um núcleo urbano consolidado, sujeita a forte procura;
II	Praia não urbana com uso intenso (Praia Peri-Urbana)	Afastada de núcleos urbanos mas sujeita a forte procura;
III	Praia equipada com uso condicionado (Praia Seminatural)	Não está sujeita à influência direta de núcleos urbanos e está associada a sistemas naturais sensíveis;
IV	Praia não equipada com uso condicionado (Praia Natural)	Relacionada com sistemas de elevada sensibilidade que apresentam limitações para uso balnear;
V	Praia com uso restrito (Litoral de Proteção)	Acessibilidade reduzida, e está integrada em sistemas naturais sensíveis;
	Praia com uso interdito	Praia que por necessidade de proteção da integridade biofísica do espaço ou da segurança das pessoas, não tem aptidão balnear;

Fonte: Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003; S. A. F. da Silva (2012);

As praias - e as zonas costeiras no geral - englobam os sistemas dunares costeiros, habitats naturais, com elevado valor conservacionista referente à vegetação patente, existentes na presença de praias arenosas que fornecem sedimentos e condições propícias, como vento e agitação marítima (de Francesco et al., 2019; Lourenço, 2012). São formados por uma zona de praia, duna primária, secundária, espaços interdunares e zona pós-dunar (Silva et al., 2004).

As dunas são unidades fisiográficas singulares que permitem a ligação do mar à terra (Lourenço, 2012). São “corpos eólicos” que se desenvolvem em locais com elevada disponibilidade sedimentar (Rato, 2017), sistemas vitais do litoral, dado serem armazenadoras e fornecedoras de material sedimentar e de nutrientes. São barreiras físicas, que protegem o domínio terrestre dos galgamentos oceânicos (S. A. F. da Silva, 2012; P Silva et al., 2004).

São definidas como sendo “sistemas instáveis e ecologicamente frágeis”, mesmo quando se encontram estabilizadas pela vegetação (J. D. J. Costa & Melo, 2009). A sua estabilidade está relacionada com a presença de vegetação e com as atividades antropogénicas (Rodrigues, 2020).

Segundo M. M. Laranjeira & Ramos-Pereira (2013), “distinguem-se como sistemas biogeomorfológicos”, uma vez que a sua evolução está dependente da ação direta das espécies, presentes no ecossistema, sobre a dinâmica sedimentar eólica, aumentando ou diminuindo os efeitos da “interferência da topografia dunar sobre a velocidade do vento junto à superfície”.

Por sua vez, a duna frontal, designada como duna litoral ou primária, é formada a partir da acumulação de sedimentos transportados pelo vento (Lourenço, 2012). São cristas dunares arenosas vegetalizadas desenvolvidas nos setores mais próximos do mar das faixas de pós-praia (Geography, 2002).

De acordo com Lourenço (2012) e Rodrigues (2020), as dunas podem ser formadas de diferentes maneiras, existindo diferentes tipos de dunas (Tabela 4.2).

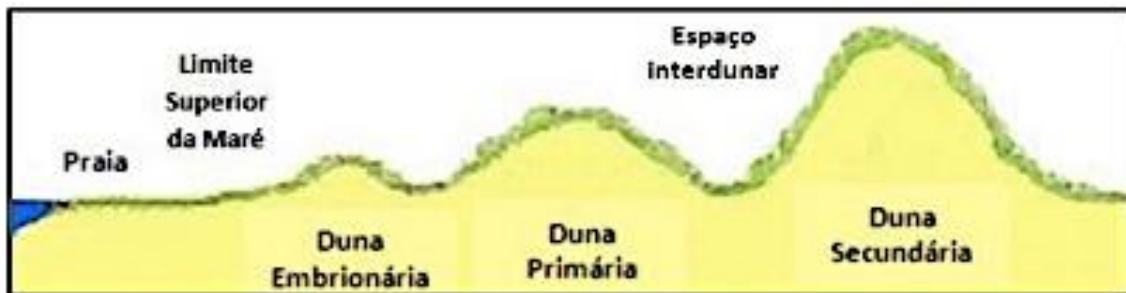
Tabela 4.2. Representação esquemática das principais classificações de dunas formadas em ambientes desérticos e costeiros.

Tipo de duna	Descrição
Lineares ou Longitudinais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dunas Simétricas, paralelamente alinhadas com as direções do vento; ➤ Classificadas em: Dunas com ou sem vegetação; ➤ Cristas alongadas e retilíneas; ➤ Regime bidirecional ou com ampla variabilidade direcional.
Barcanas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dunas isoladas com formato crescente, de rápida propagação; ➤ Desenvolvidas em ambientes desérticos e com reduzida disponibilidade de sedimentos; ➤ Sem vegetação; ➤ As “caudas” alongam-se a favor do vento.
Parabólicas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Acumulação de sedimentos com formato de “U” ou “V” em planta; ➤ Concavidade virada para o sentido oposto ao do vento; ➤ Localizadas em regiões com ventos fortes e unidirecionais; ➤ Formam-se a partir de <i>Blowouts</i>; ➤ Podem resultar da evolução de dunas transversais; ➤ Reduzida ou moderada cobertura vegetal.
Nebkas (sombra)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Isolada na alta praia; ➤ Duna embrionária.
Blowouts	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Forma arredondada; ➤ Bacia de deflação constituída sobre um depósito de sedimento pré-existente; ➤ Encontram-se em ambientes desérticos e costeiros vegetados; ➤ Desenvolvida a partir da degradação da vegetação, ventos fortes, alterações climáticas e do pisoteio; ➤ Podem originar dunas parabólicas; ➤ “Corredores de erosão”; ➤ Potenciam os galgamentos oceânicos.
Transversais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dunas assimétricas com cristas transversais ao sentido do vento; ➤ Podem transformar-se em barcanas; ➤ Localizadas em ambientes com baixa vegetação e elevado sedimento.

Em Domos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formato elíptico em planta sem face de deslizamento; ➤ Acumulações de pequenos sedimentos; ➤ Frequentes na zona das dunas embrionárias; ➤ “Maioria destas dunas é baixa, não ultrapassando mais de 1m” (Lourenço, 2012).
Pirâmides ou em Estrela	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dimensão grande e em forma de pirâmide; ➤ Com um pico central, onde divergem cristas sinuosas.

Fonte: Lourenço (2012); Rodrigues (2020);

Os ecossistemas dunares subdividem-se em várias zonas, como se pode observar na Figura 4.1.



Fonte: Lourenço (2012); Rodrigues (2020); Sousa (2020);

Figura 4.1 Elementos presentes no sistema dunar.

Segundo Lourenço (2012), Rato (2017), Rodrigues (2020), Seoane et al. (2007), Patrícia Silva (2014) e C. V. P. De Sousa (2010):

➤ **Zona do Limite Superior da maré**

O desenvolvimento deste local é possível devido à colonização por plantas anuais pioneiras, como é o caso da *Cakile marítima* (eruca marítima), que tem como principal objetivo impedir a passagem de sedimentos.

Nesta zona, entre a praia e a duna embrionária, existem espécies halonitrófilas, como é o caso da *Salsola kali* (soda espinhosa), *Polygonum maritimum* (Polígono marítimo) e *Euphorbia peplis* (maleiteira-das-areias), apresentam adaptações de tolerância à alta salinidade e à insuficiência de nutrientes.

➤ **Duna Embrionária**

Neste local, ocorre o desenvolvimento de montículos devido à interceção dos caules das plantas com os grãos de areia. Estes crescem à medida que as plantas se desenvolvem, ou seja, quando há elevada densidade vegetal estes montículos vão unir-se, dando origem a esta duna.

Esta forma só surge em praias com sistemas transgressivos. Sendo que nos casos em que densidade vegetal é reduzida, estes ficam isolados, originando *Nebkas*.

A vegetação desta duna apresenta uma cobertura baixa e é composta principalmente por espécies perenes, em que o seu ciclo de vida é longo. Uma das espécies mais abundantes nesta zona é *Elymus farctus* (feno-das-areias) e *Ammophila arenaria* (estorno). Contudo, existem espécies não dominantes, respetivamente *Euphorbia paralias* (morganheira-das-praias) e *Otanthus maritimus* (cordeiros-da-praia- praia).

É a geoforma natural mais jovem e mais frágil do sistema dunar no sentido em que se está sob a influência do mar, conseqüentemente acaba por se traduzir num local de difícil colonização, traduzindo-se num baixo número de espécies vegetais, situa-se mais para o lado dos terrenos. Ou seja, é a zona do sistema que fica mais afetada devido aos efeitos das atividades humanas.

➤ **Duna Primária ou Duna Viva Instável**

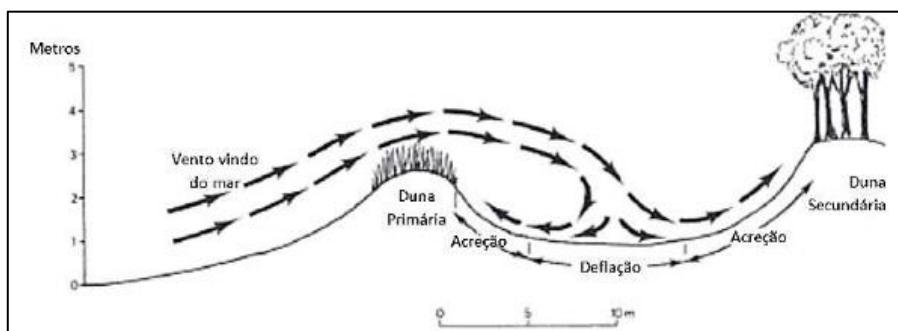
A duna primária, também denominada por duna branca, está entre a duna embrionária e o espaço interdunar, e caracteriza-se pelas trocas de sedimentos entre a praia e a duna, variando consoante as escalas temporais (Rodrigues, 2020). Nunca está imersa pela água do mar, sendo, atingida pelas gotas de água deslocadas pela ação do vento em direção ao interior (C. V. P. De Sousa, 2010).

Uma das principais características desta duna é a existência de uma flora mais rica devido à menor hostilidade do meio. A espécie dominante é *Ammophila arenaria* (estorno), é fundamental para a fixação da areia e estabilização da duna, “sendo o seu desenvolvimento estimulado pela deposição de sedimentos” (Rodrigues, 2020). Uma cobertura baixa desta espécie denuncia a degradação do ecossistema, podendo ocorrer galgamentos oceânicos, destruindo assim a frente dunar (Lourenço, 2012).

➤ **Espaço Interdunar**

Define-se como sendo uma zona depressionária, porque é o local onde ocorre a depressão interdunar, ou seja, quando a toalha freática pode alcançar a superfície.

O vento vindo do mar, sopra sobre a duna primária e perde velocidade, ou seja, o vento ao tocar no solo potencia o fenómeno de deflação que leva a acreção de areia nas zonas laterais entre as dunas primária e secundária (C. V. P. De Sousa, 2010). A estrutura dos sistemas dunares está representada na Figura 4.2.



Fonte: Lourenço (2012); Rodrigues (2020); Sousa (2010).

Figura 4.2. Estrutura dos sistemas dunares.

Esta região, geralmente alongada e paralela à linha de costa, é vantajosa à proliferação de vegetação, cobrindo praticamente o solo. No inverno, nas zonas temperadas, estas depressões podem estar ocupadas por água doce devido à elevação do nível freático.

➤ **Duna Secundária**

Denominada de duna cinzenta ou penestabilizada, devido à estabilidade das suas partículas arenosas. Desenvolve-se em ambientes secos e protegidos do vento, e situa-se mais afastada da intensa agitação marítima. São compostas por uma sequência de cristas e corredores interdunares, com frequência por entre dunas parabólicas.

Também se verifica a presença de comunidades vegetais muito complexas e diversificadas, nomeadamente *Helichrysum italicum* (perpétua-das-areias), *Armeria pungens* (cravo-das-areias), *Corema álbum* (camarinha), *Thymus carnosus* (tomilho-das-praias), *Artemisia crithmifolia* (erva-lombrigueira), entre outras.

Existem igualmente áreas densas de espécies arbustivas de maior porte que alteram segundo as áreas de pouca vegetação, ou seja, as zonas despidas, e com zonas em que a vegetação é composta por subarbustos.

➤ **Duna Terciária**

É a duna mais distante da linha de costa, sendo o local mais controlado pelo ser humano, uma vez que é aqui que ocorre a colonização das espécies alóctones para a estabilização das dunas. Destaca-se, assim, a escassez de vegetação natural.

Também denominada por duna castanha ou estabilizada, diferencia-se das restantes devido às características ecológicas morfodinâmicas e pedológicas que apresenta, nomeadamente a inexistência de movimentação das partículas arenosas, “maior evolução pedogenética dos solos

psamofílicos, maior densidade e complexidade vertical das formações vegetais” (C. V. P. De Sousa, 2010), como é o caso do como *Pinus pinea* (pinheiro manso).

4.2. Morfologia dos sistemas dunares

A tipologia do sistema dunar é influenciada por diversos fatores, como o vento, a humidade do solo e do ar, a vegetação, a ondulação, a disponibilidade sedimentar, o tipo e granulometria das partículas de areia presentes, as correntes costeiras e a história geológica (Catarina & Mota, 2020).

São estes os fatores que conferem o dinamismo e complexidade do sistema dunar, sendo preponderantes para diagnosticar a vulnerabilidade e o estado de conservação do local (Cardona, 2015; C. V. P. De Sousa, 2010).

4.2.1. Vegetação

A vegetação é fundamental, uma vez que permite a fixação dos sedimentos e a estruturação destes sistemas de proteção, definindo a extensão dos próprios (Lourenço, 2012; P Silva et al., 2004). Pode ser destruída, devido ao pisoteio, ao cultivo direto e ao pastoreio (Lourenço, 2012).

Tanto o cultivo direto, como o pastoreio levam à eliminação da vegetação dunar que, por sua vez, altera a dinâmica dunar. No caso do cultivo direto, ocorre a alteração das características do solo e do lençol freático promovendo a contaminação dos aquíferos, devido à porosidade e permeabilidade dos sedimentos. No caso do pastoreio, este potencia a alteração da composição das comunidades vegetais bem como a diminuição da capacidade de interceção da areia (Lourenço, 2012; C. V. P. De Sousa, 2010).

Outras ações que proporcionam a destruição do coberto vegetal são o pisoteio indiscriminado ou a abertura de acessos não controlados a partir das dunas, a queima da vegetação dunar, o trânsito de veículos todo-o-terreno, entre outros (Aires, 2015).

Segundo Rodrigues (2020), a existência ou não de vegetação possibilita a identificação de fontes de perturbação, ou seja, quanto maior for a percentagem de coberto vegetal, melhores serão as características de conservação do sistema dunar. As características morfológicas e fisiológicas determinam a eficácia das plantas na captura e retenção das areias, levando à estabilização da zona costeira (Rodrigues, 2020; C. V. P. De Sousa, 2010).

4.2.1.1. Grupos funcionais de espécies

Existem três grupos funcionais de espécies estruturantes dos sistemas dunares responsáveis pela fixação das areias, representados na Tabela 4.3, distinguindo-se a partir das características morfológicas e fisiológicas da vegetação (Rodrigues, 2020; P Silva et al., 2004; C. V. P. De Sousa, 2010).

Tabela 4.3. Características do tipo de espécies dos grupos funcionais.

Espécies do tipo I	Espécies do tipo II	Espécies do tipo III
<ul style="list-style-type: none">✓ Espécies anuais de inverno, de pequeno porte (<15 cm);✓ Estruturas foliares não apresentam adaptações específicas aos ambientes costeiros;✓ Sistema radicular apumado com folhas macias;✓ Pouca capacidade de retenção de areias e de estruturação de dunas.✓ São indicadoras de dunas estabilizadas, dado serem sensíveis às alterações ocorridas devido às ondas e aos ventos, sendo raramente visíveis nas dunas mais próximas do mar.	<ul style="list-style-type: none">✓ Espécies perenes com um sistema radicular muito ramificado e profundo;✓ Compostas por folhas rijas, suculentas e pubescentes, com capacidade para se adaptarem ao stress dos ambientes costeiros;✓ Capacidade de reter a areia, mas não conseguem estruturar as dunas.✓ Comuns nas faixas onde a ação das marés e a mobilidade das areias acontece devido à elevada quantidade de matéria orgânica presente.	<ul style="list-style-type: none">✓ Espécies de grande porte (>15 cm) e anuais de verão;✓ Sistema radicular muito ramificado, composto por folhas suculentas, pubescentes e com forte cutícula;✓ Presença nas faixas onde dominam as condições mais adversas do sistema, acabam por beneficiar da abundância de nutrientes.

Fonte: Garcia Mora et al. (2001); Rodrigues (2020); Silva, et al. (2004), De Sousa (2010).

As plantas deste tipo são bons indicadores biológicos do estado de conservação, devido à sua capacidade de suportar a influência marinha e estabilização das areias, assim como persistir ao soterramento (Rodrigues, 2020). Na Tabela 4.4, estão representados alguns exemplos de espécies correspondentes aos diferentes grupos funcionais apresentados.

Tabela 4.4. Exemplos de espécies correspondentes aos diferentes grupos funcionais.

Espécies do tipo I	Espécies do tipo II	Espécies do tipo III
✓ <i>Anacyclus radiatus</i>	✓ <i>Armeria pungens</i>	✓ <i>Ammophila arenaria</i>
✓ <i>Arctotheca calendulae</i>	✓ <i>Artemisia crithmifolia</i>	✓ <i>Arundo donax</i>
✓ <i>Bromus diandrus</i>	✓ <i>Carpobrotus edulis</i>	✓ <i>Cakile maritima</i>
✓ <i>Bromus rigidus</i>	✓ <i>Crucianella maritima</i>	✓ <i>Calistegia soldanella</i>
✓ <i>Carduus meonanthus</i>	✓ <i>Helychrysum picardii</i>	✓ <i>Cyperus capitatus</i>
✓ <i>Chenopodium album</i>	✓ <i>Linaria lamarkii</i>	✓ <i>Elymus farctus</i>
✓ <i>Chenopodium murale</i>	✓ <i>Linaria pedunculata</i>	✓ <i>Eryngium maritimum</i>
✓ <i>Cutania maritima</i>	✓ <i>Lotus creticus</i>	✓ <i>Euphorbia paralias</i>
✓ <i>Emex espinosa</i>	✓ <i>Malcolmia littorea</i>	✓ <i>Medicago marina</i>
✓ <i>Erodium cicutarium</i>	✓ <i>Ononis variegata</i>	✓ <i>Otanthus maritimus</i>
✓ <i>Hedypnois cretica</i>	✓ <i>Pycnocomon rutifolium</i>	✓ <i>Pancratium maritimum</i>
✓ <i>Lagarus ovatus</i>	✓ <i>Reichardia gaditana</i>	✓ <i>Polygonum maritimum</i>
✓ <i>Malva hispanica</i>	✓ <i>Silene ramosissima</i>	✓ <i>Salsola kali</i>
✓ <i>Medicago littoralis</i>	✓ <i>Thymus carnosos</i>	✓ <i>Sporobolus pungens</i>
✓ <i>Medicago minima</i>		
✓ <i>Paronichia argentea</i>		
✓ <i>Plantago coronopus</i>		
✓ <i>Pseudolarga pumilla</i>		
✓ <i>Rumex tingitamus</i>		
✓ <i>Scolymus maculatus</i>		
✓ <i>Senecio vulgaris</i>		
✓ <i>Solanum nigrum</i>		
✓ <i>Sonchus oleraceus</i>		
✓ <i>Sonchus tenerrimus</i>		
✓ <i>Vulpia alopecurus</i>		

Fonte: Garcia Mora et al. (2001); Rodrigues (2020); Silva, et al. (2004), De Sousa (2010).

Quando as dunas não são constituídas por uma cobertura vegetal, Costa & Melo (2009), destaca o facto das mesmas ficarem desprotegidas e sujeitas à ação eólica, passando a ser denominadas por “dunas móveis” (C. V. P. De Sousa, 2010).

Complementarmente à vegetação natural, existem “espécies da flora sinantrópica”, oriundas das atividades agrícolas, onde é possível observar a presença de espécies exóticas (Lourenço, 2012; C. V. P. De Sousa, 2010). O chorão, *Carpobrotus edulis*, é uma planta exótica de origem sul africana que impede o desenvolvimento correto da flora e vegetação natural, sendo uma das espécies que causa mais problemas às dunas (J. C. Costa, 2001).

A cada estado dunar corresponde um conjunto de espécies vegetais, que difere consoante o local onde se encontra, pH, humidade, temperatura, salinidade, secura, exposição a ventos, entre outros fatores (Rato, 2017; C. V. P. De Sousa, 2010). A partir da avaliação destas

componentes é possível distinguir “as unidades fisiográficas e ecológicas” do local (Lourenço, 2012).

4.2.2. Vento

O vento, ação de circulação de ar suscitada pelas diferenças de temperatura entre as diferentes camadas de ar, adquire um papel importante na reconstrução dunar, bem como no transporte de sedimentos (Cardona, 2015; Gustavo & Simões, 2005; NSW Department of Land and Water Conservation, 2001).

A costa ocidental portuguesa é caracterizada pelos ventos de N e NW, conferindo uma elevada eficácia relativamente ao transporte de sedimentos, contudo, é necessário a presença de uma barreira para que estas areias não se desloquem para o interior a partir de corredores de deflação (Patrícia Silva, 2014). Sendo que estes corredores são atenuados devido à destruição da vegetação patente na duna frontal, devido aos caminhos pedonais ocorridos sobre a mesma (A. C. Almeida, 2001).

Assim sendo, o vento é definido como “o motor da dinâmica do sistema”, porque transporta as areias e os detritos (D. C. Ferreira, 2015; C. V. P. De Sousa, 2010). Por sua vez, a disponibilidade sedimentar depende da orientação e velocidade do vento e está relacionada com o desenvolvimento dunar (Rodrigues, 2020).

4.2.3. Balanço Sedimentar

O balanço sedimentar é definido após o conhecimento da quantidade de material que entra e que sai do sistema, podendo determinar o estado em que o sistema se encontra (Cardona, 2015; Lourenço, 2012; C. V. P. De Sousa, 2010). Este tipo de informação é preponderante para o desenvolvimento de estratégias de intervenção do processo erosivo (F. D. Santos et al., 2014).

Esta componente é alterada quando ocorrem extrações de areia das dunas e das praias ou dragagens da área marinha adjacente para a construção civil. Para além da sua alteração, dá-se a destruição do coberto vegetal bem como a mobilização das areias que impedem o crescimento da duna e promove a erosão costeira (C. V. P. De Sousa, 2010).

Assim sendo, está-se perante um sistema regressivo e transgressivo, quando o balanço é, respetivamente, negativo e positivo. No primeiro caso, ocorre a erosão da duna primária durante períodos de tempestade e de maré viva, não ocorrendo a recuperação dos sedimentos quando o tempo fica ameno. No segundo caso, existe a abundância de sedimentos na praia, que

irão mover-se para a zona dunar devido ao vento, promovendo o desenvolvimento de cordões paralelos de duna, havendo um avanço do sistema dunar para o lado do mar. Por sua vez, o balanço só está em equilíbrio após se verificar o equilíbrio dos sedimentos que se movem de acordo com o vento (Aires, 2015; Cardona, 2015; Lourenço, 2012; C. V. P. De Sousa, 2010).

4.2.3.1. Ondas e Agitação Marítima

A agitação marítima é preponderante na modelação da praia, ou seja, a energia vinda dos ventos é transmitida à superfície do mar que, enquanto fluido, a propaga sob a forma de ondas de múltiplas frequências que atingem as costas, dissipando parte dessa energia nas zonas de rebentação (French, 2001; Martins, 2011).

É determinada por três grandes propriedades nomeadamente a velocidade do vento, a duração da ação do vento e o comprimento da massa de água no qual o vento se faz sentir sem ser interrompido (Francisco et al., 2014; Manuel & Melo, 2016).

Quando as ondas, formadas pela interação entre o oceano e a atmosfera (Manuel & Melo, 2016; SOUSA, 2015), se dirigem para a costa, passam por um processo de rebentação, originando novamente uma libertação da energia turbulenta gerada, resultando numa ação direta sobre a estrutura continental ou sobre os sedimentos que se depositam no leito marinho costeiro (Gustavo & Simões, 2005).

4.3. Pressão exercida pelo turismo e recreio

Se, antes do século XX, o litoral era utilizado essencialmente para a navegação e pesca, hoje em dia, e com o avanço tecnológico, constata-se uma multiplicação de usos, respetivamente, a exploração de recursos, o turismo, a deposição de resíduos no mar, entre outros, que promovem a destruição do ecossistema (Cicarelli, 2014; C. P. da Silva, 2002).

Com efeito, após a 2ª Grande Guerra, na década de 40, verificou-se, em Portugal, um aumento ao nível do turismo balnear. A partir da década de 70, intensificou-se a procura do litoral, devido ao aumento do poder aquisitivo juntamente com a ampliação dos tempos livres. O litoral passou a ser visto como uma maneira de fugir ao estilo de vida citadino, ou seja, tornou-se fonte de prazer e diversão (Dias, 2005; Freitas, 2007).

Adicionalmente, no período entre 1990 e 2000, Portugal foi um dos países que perdeu mais área de dunas costeiras, devido ao aumento dos processos de artificialização,

nomeadamente a urbanização, que potenciou o desenvolvimento de edificações urbanas ou de infraestruturas de turismo (J. C. R. Ferreira, 2016; Rodrigues, 2020).

O turismo representa, assim, uma atividade económica relevante, quer na contribuição para o PIB, quer como gerador de receitas e de emprego; contudo, o impacte ambiental e social que exerce é ignorado (Pires et al., 2012). Este aumento de atividade económica possibilitou o aumento generalizado do poder económico das comunidades, a revolução dos transportes, a melhoria dos acessos e o princípio da “consignação dos tempos livres”, que consequentemente levou à expansão do turismo (Dias, 2005).

As atividades antrópicas estão, portanto, na base de 90% do recuo da linha de costa do litoral português (Cardona, 2015). Existem duas ações antrópicas, a direta e a indireta. A primeira remete para a ocupação dos sistemas dunares litorais, contrariamente à segunda que prende-se com a construção de infraestruturas oriundas do desenvolvimento da estratégia de ordenamento e gestão litoral (D. C. Ferreira, 2015).

Um dos exemplos da ação antrópica direta são as atividades industriais, particularmente a da indústria conserveira, que se fixou no litoral perto dos portos de pesca, e a da agricultura agro-química, que ocorreu em terrenos adjacentes à linha de costa, danificando os ecossistemas dunares e cursos de água, através de fertilizantes e pesticidas utilizados (D. C. Ferreira, 2015).

A construção da ponte 25 de Abril, a 1966, e ainda da Via-Rápida IC20, são exemplos de construções que proporcionaram uma grande transformação da paisagem (J. C. R. Ferreira, 2016). Também a construção da linha do comboio Transpraia, em 1960, contribuiu para o desaterro de dunas, e para a alteração do uso do solo e para a degradação dos campos dunares (European Environment Agency, 2006; Lourenço, 2012).

Uma das desvantagens das construções das ações antrópicas indiretas, é o facto de interromperem a dinâmica do sistema, conduzindo à destruição das extensões do cordão dunar, impossibilitando a estabilidade da linha de costa. Consequentemente, as praias ficam expostas aos efeitos do vento e das ondas do mar, causando diversos problemas para o ser humano (Pancada, 2011; Seixas & Silva, 2014; C. V. P. De Sousa, 2010).

A construção de infraestruturas de engenharia costeira modifica os processos naturais de transporte de sedimentos (Salgado, 2021), ou seja, acabam por motivar os problemas de erosão costeira e recuo da linha de costa (Seixas & Silva, 2014).

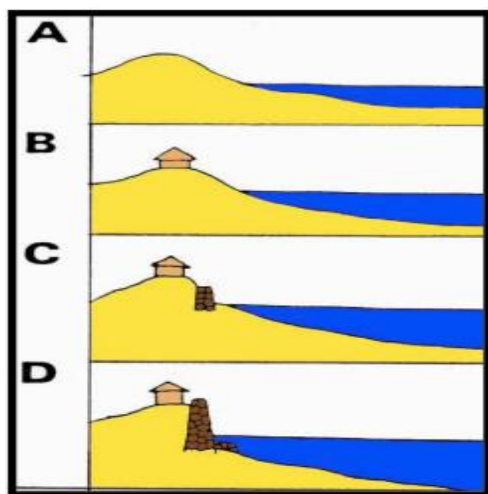
A erosão costeira “afeta aproximadamente cerca de 70% das praias de solo arenoso em todo o mundo” (H. F. da S. R. de Almeida, 2019). É descrita como “perda de património” (F. B. P. de Sousa, 2012), em conjunto com o défice sedimentar, é responsável pelo recuo da linha da

costa (Cardona, 2015). Este tipo de problema costeiro leva à diminuição da largura das praias e à migração das dunas para o interior (Salgado, 2021; C. V. P. De Sousa, 2010).

Relativamente aos sistemas de praia-duna frontal e de arribas, existem diferentes tipos de processos erosivos, respetivamente a erosão marinha por *sapamento* e por galgamentos oceânicos, a mista e a hídrica (J Ferreira & Laranjeira, 2000).

Este fenómeno aumenta ao nível com o aumento do nível médio da água do mar. Consequentemente, aumentam também os riscos de inundação das zonas do litoral baixo e arenoso bem como das zonas estuarinas e os riscos de “intrusões salinas nos aquíferos costeiros”, bem como nas zonas estuarinas (Nacional & Sustent, 2001; Patrícia Silva, 2014).

Neste sentido, é um risco gradual e progressivo – conforme ilustrado pela Figura 4.3 –, que exige a adoção de medidas de mitigação, como por exemplo o recuo das formas de ocupação humana ou o reforço das estruturas pesadas de proteção (Pires et al., 2012).



Fonte: Sousa (2010).

Figura 4.3. Tipos de efeitos destruidores da edificação sobre as dunas.

A: Sistema de praia-duna em equilíbrio dinâmico;

B: Construção de uma habitação sobre a duna frontal;

C: A duna frontal é erodida pelo mar durante as tempestades. Para proteção da habitação da ação das vagas constrói-se um muro. Ao impedir totalmente as trocas de areia entre a duna e a praia e, por outro lado, ao reforçar a turbulência da rebentação das ondas, o muro desencadeia a retirada da areia e recuo da praia;

D: O muro de proteção é submetido à ação das vagas que o destroem, tendo este que ser reforçado, enquanto a praia acaba por desaparecer.

(C. V. P. De Sousa, 2010).

4.4. Fragmentação devido ao pisoteio

A degradação dos sistemas costeiros, neste caso, das paisagens protegidas, advém especialmente do intenso pisoteio das dunas. Define-se Paisagem Protegida como sendo uma área que engloba paisagens naturais, semi-naturais e humanizadas resultantes da interação do ser humano com a natureza. São preponderantes devido ao grande valor estético, natural, ecológico ou cultural que apresentam (Ricardo Guerreiro, 2021).

A falta de organização do espaço, de condições para a circulação automóvel e pedonal, e, ainda, a falta de conhecimentos relativamente ao papel que as dunas apresentam, leva as pessoas a desrespeitarem as leis impostas nestes locais (D. C. Ferreira, 2015).

Portugal tem 1187 km de faixa costeira e 495 praias assinaladas, com todas as condições para a prática de diferentes desportos marítimos, especificamente a existência de vários tipos de ondulação, a existência de um clima ameno e temperado durante todo o ano (Pererira, 2010).

Estas práticas de desporto, como é o caso do *surf*, conduzem ao atravessamento de forma transversal e descuidada sobre o sistema dunar e, conseqüentemente, à “manutenção da maioria dos caminhos não ordenados formados durante o verão” (Catarina & Mota, 2020).

O pisoteio das dunas por pessoas, gado e tráfego de veículos origina o deslizamento de diversas quantidades de areia bem como a destruição da cobertura vegetal, levando à fragmentação do local (J. D. J. Costa & Melo, 2009). Por sua vez, esta fragmentação origina a perda de habitats naturais e ainda promove a redução da qualidade ecológica dos “fragmentos remanescentes” (Catarina & Mota, 2020).

Na ausência de caminhos sobrelevados, de passadiços, os utentes da praia vêem-se obrigados a traçar o seu próprio caminho sobre o sistema dunar, destruindo o coberto vegetal presente no local (Catarina & Mota, 2020; Rodrigues, 2020).

Esta destruição dunar prejudica de igual forma as construções sobre as mesmas, visto que a movimentação e desaparecimento das areias onde as construções assentam levam ao seu desmantelamento (Rocha, 2011).



Figura 4.4. Pisoteio da Arriba para apreciação da paisagem. Fotografia retirada a 26 de Maio de 2021.

A fragmentação é uma perturbação ambiental que ocorre quando um habitat natural é alterado, e sua composição e configuração são modificadas devido às pressões antrópicas (Ewers & Didham, 2006; Flowers et al., 2020). É um processo que modifica a dinâmica do ecossistema (Fahrig, 1998).

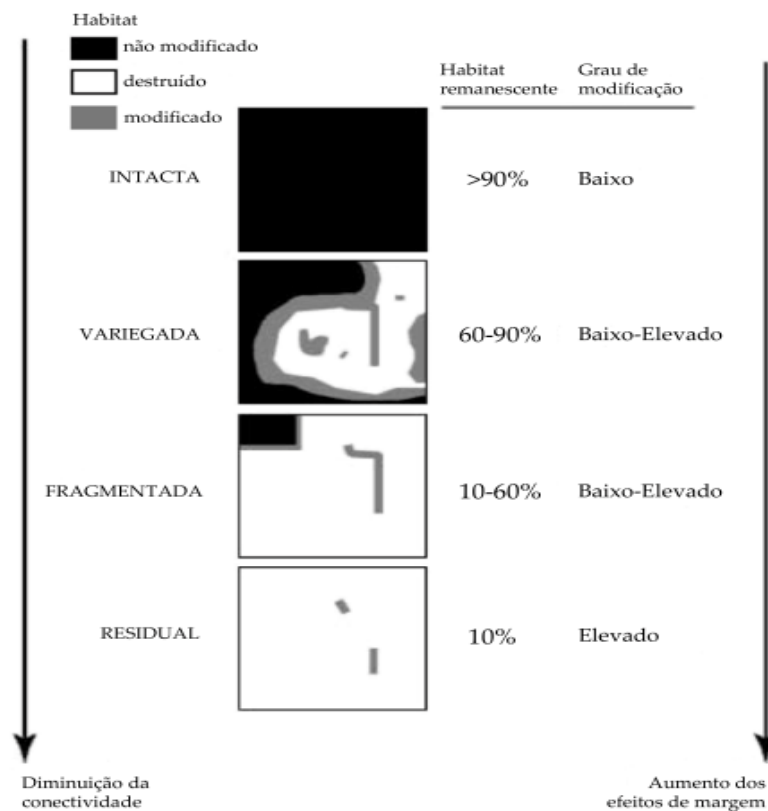
A perda de habitat acaba por ter efeitos negativos na biodiversidade, no sentido em que existe uma diminuição na riqueza de espécie, na abundância tanto a nível quantitativo e qualitativo como a nível genético, e na distribuição espacial dessas espécies (Fahrig, 2003). Uma outra consequência deste fenómeno é o isolamento dos habitats (Piessens et al., 2005). O isolamento, para além de estar dependente da matriz, impede a continuação e progresso dos padrões de distribuição das espécies (Ewers & Didham, 2006).

O processo de fragmentação pode conduzir à perda de conectividade dos sistemas estruturais. Deste modo, é essencial perceber que existem dois tipos de conectividade, a estrutural e a funcional. A primeira relaciona-se com o grau de contiguidade do habitat, dependente da sua interrupção física na paisagem ou da interposição de barreiras físicas específicas. A funcional, por sua vez, pode não depender desse mesmo grau, como é o caso das migrações de espécies, estando, contudo, dependente do grau de facilidade ou de inibição que os elementos da paisagem apresentam à conservação de fluxos entre as manchas do habitat (M. M. C. Laranjeira, 2009).

Avaliando a uma escala regional, os efeitos da fragmentação são determinantes, no sentido em que afetam negativamente o equilíbrio entre a taxa de extinção de fragmentos de habitats adequados e a colonização (Ritchie Mark & Olff, 2002). Contudo, este processo pode

ser vantajoso, a uma escala espacial superior que a regional, no sentido em que promove os processos de especiação diferencial de espécies (Ritchie Mark & Olff, 2002).

Uma paisagem fragmentada é aquela onde, devido à ocorrência de uma significativa perda do habitat, permanecendo apenas uma quantidade total entre os 10 e os 60%. A matriz corresponde ao habitat destruído, sendo que o que resta desse local “encontra-se circunscrito a manchas dispersas por comparação com as paisagens intactas e variegadas” (M. M. C. Laranjeira, 2009).



Fonte: M. M. C. Laranjeira (2009)

Figura 4.5. Modelo conceitual dos estados de modificação de uma paisagem, segundo McIntyre e Hobbs.

Através da Figura 4.5, é possível destacar uma tendência geral relativamente à constante degradação do habitat. Ou seja, quanto maior for a perda de área dos fragmentos, maior a degradação. Por outro lado, quanto maior for a proporção da superfície total do local, maior será a sua exposição “à influência da matriz perturbada – isto é, o *ratio* entre o habitat da margem (“modificado”) e o habitat interior (“não modificado”), em cada mancha, vai sendo sucessivamente mais elevado”. Contudo, quanto maior for a transformação, e conseqüente degradação da matriz, maior será a influência dos processos externos bem como dos internos referentes à dinâmica habitats fragmentados (M. M. C. Laranjeira, 2009).

4.5. Instrumentos de Gestão Territorial e restrições de utilidade pública em vigor na área de estudo

A costa portuguesa é, frequentemente, eleita como destino para viver e passar férias. Este processo de litoralização leva a que estas áreas sofram grandes alterações, tendo sido alvo de diversas questões relativamente ao ordenamento do território (Filipa & Alves, 2014).

Relativamente aos riscos costeiros, a política de intervenção dominante tem sido a manutenção da linha de costa com baseado em infraestruturas pesadas, como paredões e esporões, praticamente financiadas pelo Estado (Cnea et al., 2013).

O ordenamento é um dos principais instrumentos para a conservação e proteção da Natureza, sendo a partir deste que as ideias deixam de ser verbalizadas e passam a ser implementadas. Para o uso do espaço costeiro, o ideal é haver um sistema praia-duna que vise a diminuição dos impactes negativos, começando na praia e progredindo para o interior (Rodrigues, 2020).

O planeamento ambiental prende-se com a orientação das intervenções antrópicas, de modo a preservar e desenvolver elementos naturais e culturais que, devido às suas características, são submetidos a um ordenamento e “planeamento ambientalmente sustentáveis”, contribuindo para a sustentabilidade do local e não sobre-exploração do mesmo, de modo a não comprometer as gerações futuras (J. C. Ferreira & Machado, 2010).

Após o reconhecimento da importância dos valores e serviços ambientais associados a este tipo de ecossistemas, surgiu a necessidade de desenvolver medidas de proteção e de valorização. Assim, criou-se um conjunto de instrumentos legais, que coordenam os direitos e os usos do espaço costeiro nacional, orientando assim o ordenamento e aproveitamento do espaço (APA, 2012; Gomes, 2007).

Em 1972, ocorreu a implementação do *Coastal Zone Management Act*, nos Estados Unidos da América, com o objetivo de tentar solucionar os problemas originados pela pressão antrópica. A identificação das zonas costeiras e dos oceanos como área privilegiada para implementar políticas integradas, foi feita em 12 de outubro de 1976, através de uma Recomendação do Conselho da OCDE sobre os Princípios de Gestão Costeira (Nacional & Sustent, 2001).

Estas estratégias pretendiam que houvesse uma definição sucinta dos objetivos políticos, bem como da quantidade e do tipo de recursos presentes em cada zona de modo a alcançar um reforço da cooperação a nível global, e ainda incidiam sobre as políticas sectoriais referentes à gestão das zonas costeiras (Nacional & Sustent, 2001).

Em seguida, introduz-se o termo “integrado”, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) no Rio de Janeiro em 1992, no programa setorial do Capítulo 17 da Agenda 21 intitulado de “*Integrated management and sustainable development of coastal and marine areas, including exclusive economic zones*”. Desde então que a gestão integrada das zonas costeiras foi anunciada como chave nas estratégias ambientais (S. A. F. da Silva, 2012).

De acordo com Pancada (2011), a Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC) é definido como um processo multidisciplinar que interliga os vários intervenientes no desenvolvimento, ordenamento e uso do litoral, tendo como objetivo a criação de planos que promovam a proteção e o desenvolvimento sustentável dos recursos litorais e do ambiente.

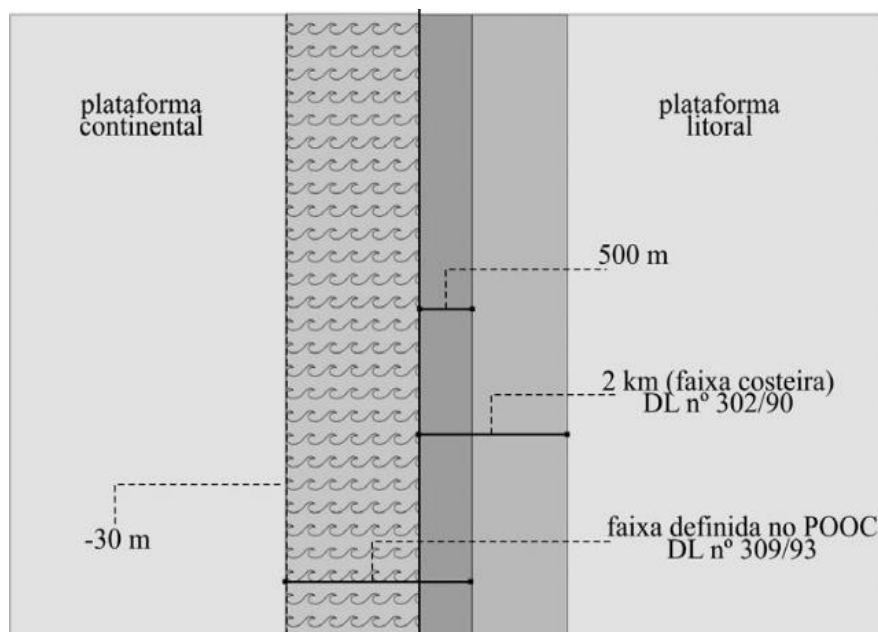
Posteriormente, desenvolveu-se o conceito de Domínio Público Marítimo (DPM), pelo Decreto-Lei de 31 de dezembro de 1864. Fazia referência apenas às praias emersas litorais e aos depósitos aluvionares considerados como DPM. Por sua vez, em 1971 através do Decreto-Lei nº 468/71 de 5 de novembro, estabeleceu-se o regime de Domínio Público Hídrico (DPH), “aplica-se aos leitos das águas do mar e referentes margens, com a criação da Direção-Geral de Portos (DGP)” (Nacional & Sustent, 2001; S. A. F. da Silva, 2012).

A partir da Lei de Bases do Ambiente (Lei n.º 11/87, de 7 de abril), o Governo teve a responsabilidade de elaborar uma estratégia nacional de conservação da natureza e da biodiversidade (ENCNB), por ser um instrumento da política do ambiente e do ordenamento do território (artigo 27.º). Também, a 5 de Junho de 1992, na Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) no Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento foi acordado a necessidade de se elaborar uma estratégia (Sofia et al., 2010).

Em 1991 foi elaborada a Carta Europeia do Litoral, onde se delimita que o litoral é uma unidade de ordenamento de abordagem integrada. Entre 1996 e até 1999, a Comissão Europeia desenvolveu *um Demonstration Programme on Integrated Coastal Zone Management*, com o propósito de disponibilizar informação técnica, sobre o desenvolvimento sustentável da zona costeira, as partes envolvidas e interessadas que participassem no planeamento, ordenamento e uso das zonas costeiras europeias (Ana Ramos-Pereira, 2008).

Sendo que, em 1993, desenvolveu-se os Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), regulados pelo Decreto-Lei nº218/94, de 20 de Agosto, abrangem toda a costa portuguesa, Continente e Regiões Autónomas, com exceção das áreas sob jurisdição da Direcção-Geral de Portos, Navegação e Transportes Marítimos (DGPNTM) (Nacional & Sustent, 2001).

Destinam-se à definição do ordenamento a nível dos diferentes usos e atividades da orla costeira “(Decreto-Lei nº 309/93, artigo 2º, alínea a), numa faixa marítima de proteção com limite máximo na batimétrica dos 30 m e uma zona terrestre de proteção com uma largura máxima de 500 m a partir da linha limite das margens do mar (Decreto-Lei nº 309/93, artigo 3º, alínea 2)” (Figura 4.6) (Pancada, 2011).



Fonte: Ramos-Pereira (2008).

Figura 4.6. Delimitação do espaço litoral de acordo com a legislação.

São Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT), constituídos por regulamentos administrativos que apresentam uma panóplia de condicionantes à ocupação da orla costeira, ou seja, definem classes e categorias de espaços, delimitadas na planta de síntese (Rocha, 2011; F. D. Santos et al., 2014).

Segundo PDM-Almada et al. (2011) e Rocha (2011), são planos idealizados para o espaço costeiro não portuário, adicionalmente são planos setoriais que definem os condicionamentos, vocação e usos dominantes, a localização de infraestruturas de apoio a esses usos.

As áreas de praia são abordadas detalhadamente no POC, com o intuito de especificar e regulamentar o uso das mesmas, assim desenvolveu-se a classificação das praias presente na Tabela 4.1(Rocha, 2011).

Assim sendo, estes planos avaliam a evolução e dinâmica do litoral, através da monitorização a certas variáveis, especificamente à erosão, ao galgamento e inundações

costeiras, e ainda variação espacial da linha de costa associada à morfodinâmica sazonal de praias (A. N. Silva, Taborda, Lira, Andrade, Silveira, Freitas, et al., 2013).

Segundo Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003, 2003, são aplicadas todas as servidões administrativas e restrições de utilidade pública, na área de intervenção do POOC, nomeadamente, a Reserva Ecológica Nacional (REN), Reserva Agrícola Nacional (RAN), Rede Natura 2000, Domínio Hídrico (DH), entre outros.

Relativamente aos fenómenos de erosão costeira, POOC e o Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) são preponderantes, no sentido em que o primeiro pretende melhorar e gerir da melhor forma o desenvolvimento de atividades específicas da orla costeira, enquanto que o segundo avalia e descreve a evolução da sustentabilidade do país (H. F. da S. R. de Almeida, 2019).

Foi adotada pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 152/2001, a ENCNB, a qual é uma ferramenta estratégica da maior relevância, a nível nacional, com a finalidade de, até 2010, parar a perda da biodiversidade. De todas as opções, destacaram-se, o desenvolvimento da Rede Fundamental de Conservação da Natureza e do Sistema Nacional de Áreas Classificadas, integrando neste a Rede Nacional de Áreas Protegidas, valorização das áreas protegidas bem como assegurar a conservação do seu património natural, cultural e social e incentivar a sociedade civil (Resolução do Conselho de Ministros n.º 151/2001, 2001; PDM-Almada et al., 2011).

Qualquer projeto deve cumprir os requisitos de segurança e durabilidade definidos, privilegiando as ações mais vantajosas e menos impactantes para o meio ambiente, procurando sempre as ações com melhor relação custo-eficácia. Para tal, é necessário recolher as informações adequadas sobre este tipo de sistemas, bem como sobre os efeitos que as ações humanas têm sobre a morfologia e estabilidade do local (C. V. P. De Sousa, 2010).

4.5.1. Programas para a Orla Costeira (POC)

Segundo a nova lei de bases implementada, os planos especiais, nos quais se inserem os POOC, passam a ser designados Programas da Orla Costeira (POC), mantendo o seu nível nacional, mas de um modo mais programático, estabelecendo regimes de salvaguarda de recursos e valores naturais (SOUSA, 2015).

Ou seja, POC são desenvolvidos a partir do POOC, no sentido em que abrangem as áreas incluídas na zona costeira. Estes têm a capacidade de manter a prevalência sobre os planos territoriais de âmbito intermunicipal e municipal, assumindo uma posição mais estratégica,

sendo as normas a estabelecer apenas vinculativas de entidades públicas (F. D. Santos et al., 2014).

É um Programa Especial, sendo simultaneamente um instrumento de carácter normativo e regulamentar criado pela administração central, que estabelece regimes de proteção de recursos e valores naturais, assegurando a permanência dos sistemas cruciais à utilização sustentável do território (APA, 2017). Segundo a legislação, os POC devem ser transpostos para os Planos Diretores Municipais dos diversos municípios, garantindo a conformidade entre os mesmos ao nível dos regulamentos (APA, 2017).

4.5.1.1. POC Alcobaça-Cabo Espichel

O POC Alcobaça-Cabo Espichel (POC-ACE) foi aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros nº66/2019, de 11 de abril. É constituído por planos de intervenção de certas praias, que propõem a realocização dos apoios de praia, a destruição de infraestruturas e a recuperação da vegetação dunar, com base nas faixas de prevenção do local.

Estabelece um conjunto de princípios e critérios necessários a ter para se alcançar uma boa gestão das áreas inseridas em Domínio Hídrico, dos núcleos piscatórios e das zonas adjacentes à margem (APA, 2021a).

Formado por uma faixa costeira que se estende por cerca de 190 km, englobando 12 concelhos das NUTS III Oeste, Grande Lisboa e Península de Setúbal, respetivamente Alcobaça, Nazaré, Caldas da Rainha, Óbidos, Peniche, Lourinhã, Torres Vedras, Mafra, Sintra, Cascais, Almada e Sesimbra (APA, 2017).

Este plano “corresponde à revisão e fusão num único programa especial” dos três POOC atuais no setor litoral da região hidrográfica do Tejo e Oeste, nomeadamente, o POOC Alcobaça – Mafra, POOC Cidadela – São Julião da Barra e o POOC Sintra – Sado (APA, 2021b).

Neste sentido, o Regulamento de Gestão das Praias Marítimas e do Domínio Hídrico e o Regulamento de Gestão das Lagoas de Óbidos e Albufeira. aprovados pela Autoridade Nacional da Água, aprovados a 19 de julho de 2019 do Conselho Diretivo e publicado em Diário da República pelo Aviso n.º 12492/2019, de 6 de agosto, exprimem detalhadamente as regras de gestão aplicáveis às praias marítimas e zonas balneares das lagoas do setor costeiro entre Alcobaça e o Cabo Espichel, regulando a organização espacial das diversas atividades aí desenvolvidas (APA, 2021a).

O seu modelo territorial reflete a espacialização dos recursos ambientais, sociais e económicos presentes na orla costeira entre Alcobaça e o Cabo Espichel, apresentando duas realidades diferentes (APA, 2017):

- Zona Marítima de Proteção – Incorpora a globalidade da Área de Intervenção (AI) em espaço marítimo onde a compatibilização entre a preservação de recursos com grande relevância ecológica e o desenvolvimento de atividades económicas específicas;
- Zona Terrestre de Proteção – Contém o espaço terrestre da AI, onde a presença de recursos biofísicos de grande valor e os crescentes riscos costeiros coage a que sejam estabelecidos os regimes de proteção.

4.5.2. Plano Diretor Municipal de Almada (PDM)

O PDM de Almada foi confirmado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 5/97, de 5 de dezembro de 1996, publicada no Diário da República, 1.ª Série-B, de 14 de janeiro de 1997, sendo a última alteração realizada pela Declaração n.º 50/2019, no Diário da República n.º 151, 2.ª Série, de 8 de agosto de 2019 (J. C. Ferreira et al., 2020; Resolução do Conselho de Ministros n.º 5/97, 1997).

Por sua vez, esta nova alteração está de acordo com o Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (Decreto-Lei nº 80/2015, de 14 de maio) que exige a atualização dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT) que contenham disposições que não conformes ou incompatíveis com as normas dos Programas Especiais de Ordenamento do Território (PEOT) (CMA, 2021c; Decreto-Lei nº 80/2015, de 14 de maio, 2015).

É definido como sendo o principal instrumento de gestão e ordenamento do território municipal, aprovado pela Assembleia Municipal de Almada (CMA, 2021c). Nesse sentido, deve apresentar todas as disposições necessárias à gestão do território municipal que estão inseridos nos Instrumentos de Gestão do Território (IGT) supra-municipais, podendo ser assim descrita como uma das variantes fulcrais para a gestão territorial (PDM-Almada et al., 2011).

O PDM atual tem como principais finalidades (CMA, 2021c):

- Reforçar a rede urbana do concelho;
- Aumentar a variedade a nível económico;
- Modernizar os processos produtivos;
- Possibilitar novos progressos, conciliando o ambiente natural e o construído;

- Desenvolver uma “nova imagem do concelho”, através do progresso sócio-cultural e de uma gestão melhorada do local.

Também apresenta vantagens relativamente à integração do POC no modelo de ordenamento municipal, no sentido em que apresenta ser de cariz estratégico e atribui enorme relevância à conservação dos recursos naturais e com a sustentabilidade ambiental (APA, 2017).

4.5.3. Servidões administrativas e Restrições de Utilidade Pública

4.5.3.1. Reserva Ecológica Nacional (REN)

O regulamento da REN em vigor foi estabelecido pelo Decreto de Lei n.º166/2008, de 22 de Agosto, sendo depois retificado pela Declaração de Retificação n.º63-B/2008, de 21 de Outubro e alterado pelo Decreto de Lei n.º239/2012 de 2 de Novembro (D. C. Ferreira, 2015).

O Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto (Decreto-Lei n.º 166/2008, 2008), após revisto pelo Decreto-Lei n.º239/2012, de 2 de novembro, realçou a relevância dos fenómenos associados à erosão e galgamento do litoral, incluindo na REN as Zonas Ameaçadas pelo Mar (ZAM), definidas como sendo unidades de território com "elevada suscetibilidade à ocorrência de inundações por galgamento oceânico" (SOUSA, 2015).

As ZAM são identificadas pela descrição de uma distância horizontal, variável ao longo da linha de costa, a um elemento planimétrico de referência (A. N. Silva, Taborda, Lira, Andrade, Silveira, & Freitas, 2013).

Descrito como sendo um conjunto de condicionantes à ocupação, utilização e modificação do solo, com a finalidade de conservar os recursos naturais (CMA, 2014; D. C. Ferreira, 2015). É definida como sendo uma “estrutura biofísica” que alberga áreas com valor e sensibilidade ecológicos ou expostas e com suscetibilidade a riscos naturais (Decreto-Lei n.º 166/2008, 2008; Peixoto, 2017).

A Reserva Ecológica Nacional (REN) “corresponde a cerca de 35% do território do município de Almada”, sendo composta por (J. C. Ferreira et al., 2020):

- Zonas Costeiras;
- Zonas Ribeirinhas;
- Zonas Declivosas.

Segundo S. A. F. da Silva, 2012, abrange as “ ... praias e dunas primárias e secundárias ... numa faixa associada a 100 metros a contar da linha de máxima preia-mar de águas vivas e ainda as arribas com a faixa associada até 200 metros do bordo da arriba para o interior ... e ... praias sem dunas ou sem arribas até uma faixa de 500 metros para além da linha de máxima preia-mar de águas-vivas.” (artigo 2º do DL n.º 321/83) integra em 1990 outros sistemas dunares que apresentem colapso por antropização, as zonas costeiras e ribeirinhas e a extensão do meio marinho até a batimétrica de 30 metros. Neste sentido, toda a área de estudo é abrangida pela Reserva Ecológica Nacional.

4.5.3.2. Reserva Agrícola Nacional (RAN)

É uma rede de áreas protegidas “cujas características morfológicas e climatéricas as tornam altamente classificadas para a produção de bens agrícolas” (Rocha, 2011).

O atual regime jurídico da Reserva Agrícola Nacional (RJAN) encontra-se estabelecido pelo Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de setembro.

Têm como principais propósitos (Decreto-Lei n.º 73/2009 de 31 de Março, 2009; Peixoto, 2017):

- Proteção do solo, como suporte do desenvolvimento da atividade agrícola;
- Apoiar o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola;
- Promover a competitividade dos territórios rurais;
- Promover o ordenamento do território;
- Apoiar a preservação dos recursos naturais;
- Assegurar a acessibilidade dos recursos às gerações futuras;
- Apoiar para o aumento de conectividade e de coerência ecológica da Rede Fundamental de Conservação da Natureza;
- Implementar medidas preventivas de gestão do solo.

4.5.3.3. Rede Natura 2000

É uma rede ecológica, que opera a nível europeu, de proteção e conservação dos habitats naturais e da fauna e flora selvagens, que visa assegurar a biodiversidade dos ecossistemas. Resulta da elaboração de duas diretivas comunitárias distintas, nomeadamente a n.º79/409 CEE, do Conselho de 2 de Abril (Diretiva Aves) e a n.º92/43 CEE, do Conselho de 21 de Maio (Diretiva Habitats) (D. C. Ferreira, 2015).

Formada por dois tipos de zonas a proteger, as Zonas de Proteção Especial (ZPE), relacionadas com a preservação de espécies de aves e respetivos habitats, e as Zonas Especiais de Conservação (ZEC), que incorporam habitats de espécies de fauna e flora selvagens, ameaçados no espaço da União Europeia (Rocha, 2011).

Nestas zonas as atividades humanas deverão ser compatíveis com a preservação dos valores de conservação de certos habitats, seguindo uma gestão sustentável e holística, tanto a nível ecológico como socioeconómico (Peixoto, 2017).

Assim sendo, é o instrumento fundamental para a conservação da natureza na União Europeia (Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho, 2008; Peixoto, 2017).

4.5.3.4. Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica (POPPAFCC)

A PPAFCC estende-se ao longo da orla litoral e tem uma área com cerca de 1599 hectares, desde o aglomerado da Costa da Caparica até à Lagoa de Albufeira, numa extensão de 13 km (Sofia et al., 2010), localiza-se na Área Metropolitana de Lisboa, e abrange parcialmente as franjas litorais dos concelhos de Almada e Sesimbra. A sua altitude varia entre o nível do mar e os 111 metros no Cabo da Malha (ICNB, 2007d).

Foi concebida pelo Decreto-Lei nº 168/84 de 22 de Maio, ao abrigo do Decreto-Lei nº 613/76 de 27 de Julho, estando abrangida pelo Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa (PROTAML), aceite pela Resolução do Conselho de Ministros nº 68/2002 de 7 de Fevereiro (Arsénio, 2003; J. C. Ferreira et al., 2020).

Segundo Sofia et al., 2010, o símbolo da PPAFCC corresponde a uma vieira, ou seja a uma concha. Nome comum dado ao género *Pecten* da classe *Lamellibranchiata*, classe de moluscos que incluem todos os possuidores de conchas bivalves, como é o caso das amêijoas, ostras, mexilhões, entre outros.



Fonte: ICNB (2007b).

Figura 4.7. Delimitação da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica.

Dispõe de uma linha de costa com aproximadamente 13 km de praias, tem uma área de 1.570 hectares e localiza-se a 20 km de Lisboa, sendo a ligação entre ambas assegurada pela Ponte 25 de Abril e auto-estrada A38 (Arsénio, 2003).

A Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica é abrangida por um Plano de Ordenamento. Na área de intervenção deste plano, estão presentes alguns Instrumentos de Gestão, designadamente Planos Regionais de Ordenamento do Território, Planos Sectoriais de Ordenamento do Território, Planos Especiais de Ordenamento do Território e Planos Municipais de Ordenamento do Território.

O POPPAFCC é um instrumento de gestão territorial e ordenamento do território que pretende conservar a biodiversidade. Foi aprovado e publicado em conselho de ministros a 24 de Novembro de 2008 (Resolução do Conselho de Ministros nº 178/2008) e tem como organismo da administração central o ICNF (Rocha, 2011). Tem como finalidade a preservação das características geomorfológicas e das comunidades naturais patentes no local, promovendo o equilíbrio biológico e paisagístico (CMA, 2011).

Identifica os regimes de proteção dos recursos e valores naturais e estabelece os usos e o regime de gestão a observar na área de intervenção, sendo mais importante do que Planos Municipais de Ordenamento do Território dos Municípios envolvidos na área do POPAFCC. Atingindo a ligação das atividades humanas com a manutenção e reconhecimento das qualidades das paisagens naturais e seminaturais bem como da biodiversidade (CMA, 2011; PDM-Almada et al., 2011).

Este plano trabalha em dois sectores respetivamente, no da identificação e conhecimento do território em estudo e no da definição da política de proteção para esse mesmo território. Sendo de frisar que a política de proteção fixada implica um zonamento de dois tipos, nomeadamente a definição de um regime de proteção e a delimitação de áreas de intervenção específica (Rocha, 2011).

Na elaboração deste plano foram notificadas algumas áreas, como é o caso da Arriba Fóssil, como sendo fundamentais para a preservação da natureza. É por apresentarem níveis de proteção e de uso de solo, valores biofísicos e sensibilidade ecológica diferentes, que vão necessitar de intervenções específicas. Sendo que os objetivos prioritários destas áreas remete para a recuperação e manutenção dos valores naturais e por uma utilização mais consciente dos recursos naturais (Fóssil, 2019).

O regime de proteção abrange toda a área sobre jurisdição do POPAFCC. Segundo os dados do (PDM-Almada et al., 2011), houve a necessidade de se diferenciar quais as áreas prioritárias destinadas à conservação da natureza. Estas áreas foram sujeitas a diferentes níveis de proteção e de uso segundo a importância dos valores biofísicos existentes e da sua sensibilidade ecológica.

Considerou-se cinco regimes de proteção, cada uma com regras de edificabilidade (ICNB, 2007d; Rocha, 2011):

- Proteção Total;
- Proteção Parcial I;
- Proteção Parcial II;
- Proteção Complementar I;
- Proteção Complementar II.

As Áreas de Intervenção Específicas (AIE) são delimitadas em zonas com interesse, real ou potencial, para a conservação do património que estando sujeitas a forte ação antrópica necessitam de medidas especiais de proteção, recuperação ou reabilitação. Estas áreas, com 38,4 ha, apresentam sensibilidade alta ou moderada com um grande potencial de valorização de acordo com a evolução e implementação de ações de gestão adequadas (ICNB, 2001, 2007d; Rocha, 2011).

São identificadas como áreas deste tipo:

- AIE - Acacial e Eucaliptal;
- AIE – Faixa de proteção à arriba;
- AIE – Requalificação de espaços degradados para a Criação de Equipamento e Valorização do Património Natural e Cultural;
- AIE – Reserva Botânica da mata Nacional dos Medos;
- AIE – Pólo de Animação Ambiental da Arriba Fóssil;
- AIE – Pinhal do Inglês.

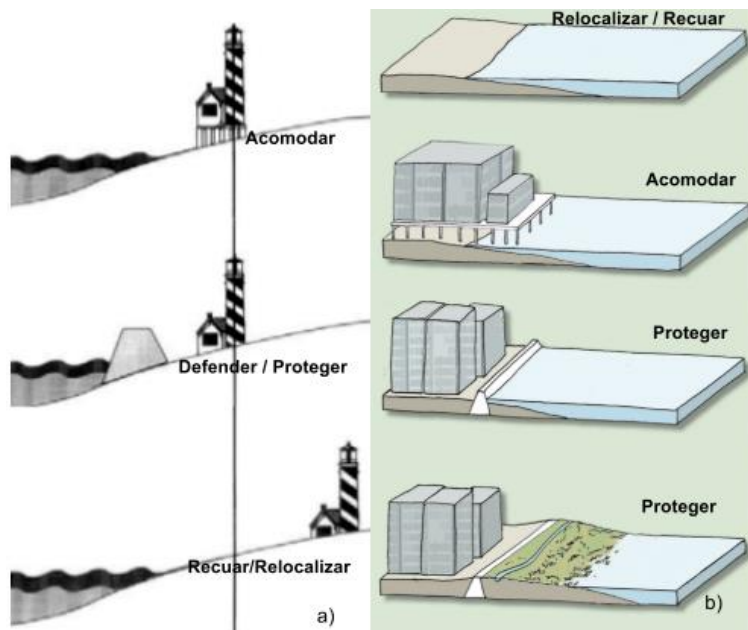
4.6. Estratégias de Gestão de Zonas Costeiras

As estratégias de gestão e adaptação de zonas costeiras são baseadas na natureza, auxiliam na adaptação às alterações climáticas, na restauração dos processos naturais, recuperação dos ecossistemas, na diminuição dos riscos e salvaguardam o desenvolvimento de infraestruturas (Menezes, 2020). Estão diretamente relacionadas com as soluções de bases naturais.

Para se proceder de forma eficaz à elaboração deste tipo de estratégias é necessário que estas sejam planeadas a médio e longo prazo, integrando os princípios fundamentais da sustentabilidade, e articulando as dimensões ambiental, social e económica através de uma abordagem interdisciplinar e multidisciplinar. Deve também incluir todos os pontos fortes e fracos, problemas e ameaças existentes, através de uma análise SWOT, bem como qual o melhor programa a ser utilizado para solucionar alguns dos problemas mais relevantes (Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, 2007; Raposeiro & Ferreira, 2011).

A capacidade de flexibilidade destas estratégias, devido à sua capacidade de fácil adaptação perante as mudanças ocorridas, é fundamental para auxiliar na recuperação dos ecossistemas (Patrícia Silva, 2014).

Segundo Cardona (2015), J. C. R. Ferreira (2016) e Patrícia Silva (2014), a adaptação é a capacidade que os sistemas naturais e humanos têm de se ajustar às alterações climáticas, com o intuito de reduzir os impactes negativos. Medidas de adaptação são “ações concretas, estruturais, institucionais ou sociais” (J. C. R. Ferreira, 2016), sugerem a adoção de uma “abordagem ecossistemática”, em que o principal objetivo é a prevenção do ecossistema bem como a redução dos riscos e impactes negativos existentes (F. D. Santos et al., 2014; Patrícia Silva, 2014).



Fonte: J. C. R. Ferreira (2016).

Figura 4.9. Tipos de estratégias de adaptação costeira.

Na Figura 4.9, estão ilustrados os diferentes tipos de estratégias de adaptação e gestão costeira. A estratégia de acomodação consiste na adaptação das atividades humanas e das infraestruturas presentes no litoral, com o objetivo de minimizar o risco de galgamento e inundação. A de proteção, consiste na manutenção ou avanço da linha de costa através de diferentes métodos, nomeadamente alimentação artificial de sedimentos, reconstrução do sistema dunar, construção de dunas artificiais, construção de estruturas rígidas. A estratégia de recuo consiste na deslocação dos indivíduos e dos seus pertences, com menor vulnerabilidade (Cardona, 2015; J. C. R. Ferreira, 2016; F. D. Santos et al., 2014). Destacando que esta última estratégia só se aplica quando as restantes se tornaram irrealizáveis (F. D. Santos et al., 2014).

Relativamente à sua natureza estrutural, as intervenções podem ser classificadas como pesadas ou leves (Tabela 4.5). Qualquer uma destas estratégias deve ter flexibilidade, de modo a conseguir adaptar-se perante as possíveis alterações (Patrícia Silva, 2014).

Deve envolver tanto medidas tangíveis, nomeadamente estruturais, regulamentares, normativas, medidas intangíveis, como processos de sensibilização, divulgação e informação, medidas “low regret”, medidas “no regret” e medidas “win-win” (mitigação e adaptação)” (J. C. R. Ferreira, 2016).

Tabela 4.5. Medidas Leves e pesadas de adaptação costeira.

	Proteger	Acomodar	Recuar
	Esforço para continuar a usar áreas vulneráveis	Esforço para continuar a viver em áreas vulneráveis, alterando hábitos	Esforço para abandonar áreas vulneráveis
Pesada	Diques, esporões, paredões, quebra-mares, barreiras contra a intrusão salina	Construção em estacas, adaptação dos sistemas de drenagem, abrigos de emergência para cheia	Relocalização de edifícios ameaçados
Leve	Alimentação artificial, dunas artificiais, criação de zonas húmidas (sumidouros)	Novos códigos de construção (estruturas amovíveis ou mais resilientes), culturas agrícolas tolerantes ao sal ou a inundações, alertas de risco e evacuação, seguros baseados no risco	Restrições no uso do solo, zonas tampão e renaturalização de espaços artificializados

Fonte: J. C. R. Ferreira (2016).

O principal objetivo da estratégia de proteção é manter a linha de costa ou avançar, de modo a combater os problemas de erosão frequentes neste tipo de ecossistemas (J. C. R. Ferreira, 2016; Menezes, 2020). As intervenções incidentes nas zonas costeiras acabam por ser medidas de mitigação dos efeitos oriundos da erosão costeira.

As obras de defesa costeira têm como finalidade proteger as pessoas e os seus bens, não servindo somente para proteger a zona costeira do recuo da linha de costa. Ou seja, existe uma panóplia de intervenções, cada uma com uma funcionalidade de defesa diferente. De um modo geral, as obras podem estar dispostas paralelamente, como é o caso das defesas aderentes, muros e quebra-mares destacados, ou perpendicularmente (esporões, molhes e quebra-mares) à costa (Seixas & Silva, 2014).

Necessário frisar que qualquer solução implementada irá ter custos económicos e sociais, como tal, primeiramente, realiza-se uma avaliação da solução a ser adotada (Cardona, 2015; J. C. R. Ferreira, 2016).

Qualquer destas soluções deve ser contextualizada às condições do local a ser estudado, ou seja, deve ter em conta as mudanças de ecossistemas e deve integrar o turismo, tentando-o conciliar com a identidade e cultura da paisagem (D. C. Ferreira, 2015).

A aplicação destas estratégias é influenciada pelas considerações socioeconómicas locais, a relação custo-benefício é que determina a tomada de decisão (Cardona, 2015). Os custos deste tipo de estratégias resulta do somatório dos custos correlacionados com a sua

implementação e com os impactos residuais não eliminados (Cardona, 2015; F. D. Santos et al., 2014).

Assim sendo, é necessário uma avaliação detalhada da solução e do local, pois, quanto maior for a pesquisa sobre o tema, maior será a eficácia do que irá ser implementado (Patrícia Silva, 2014).

4.7. Infraestruturas e Soluções de Bases Natural

Existem dois tipos diferentes de infraestruturas, nomeadamente as cinzentas e as verdes. As infraestruturas cinzentas são de intervenção estrutural pesada, podendo ser paralelas ou perpendiculares à linha da costa. Definidas como intervenções físicas ou de engenharia na zona costeira, a construção deste tipo de estruturas é baseada em estudos sobre a dinâmica costeira (J. C. R. Ferreira, 2016).

As obras correspondentes a este tipo de infraestruturas são os esporões, molhes, obras longitudinais aderentes e quebra-mares (Cardona, 2015; Dias, 2005; J. C. R. Ferreira, 2016; Fortunato et al., 2008; Gustavo & Simões, 2005; Kadambi et al., 1996; Lourenço, 2012; Seixas & Silva, 2014; Silvester & Hsu, 1995; C. V. P. De Sousa, 2010).

O termo infraestrutura verde tem vários significados, porque depende do contexto em que vai ser utilizada (Benedict & McMahon, 2006). Para Hannes (2018), uma infraestrutura verde serve para enfatizar a reconexão do homem com a natureza, através da criação de espaços multifuncionais e produtivos para a sociedade.

Descritas como sendo uma rede estrategicamente planeada para áreas naturais ou semi-naturais, existindo a modificação intencional da paisagem, de modo a torna-la mais sustentável (Hrdalo et al., 2015; Monteiro et al., 2020).

São o suporte dos ecossistemas autóctones e da paisagem e apresentam funções de “corredor ecológico” ao providenciar habitats para fauna e flora, funções sociais e culturais ao promover um equilíbrio paisagístico, propiciando à população espaços livres de recreio e lazer (J. C. Ferreira & Machado, 2010).

Apresentam uma panóplia de funções, sendo que todas remetem para a capacidade de planejar, projetar e conservação da natureza de modo a que todos consigam beneficiar dos serviços e dos recursos que tem para oferecer (Benedict & McMahon, 2006; Lennon, 2015).

Contribuem para o restauro dos ecossistemas, aumentando a sua resiliência, com o intuito de mitigar os riscos inerentes às alterações climáticas, como a subida do nível do mar, galgamentos e inundações costeiras (J. C. R. Ferreira, 2016) e possibilitando a criação de uma estrutura benéfica para as gerações futuras (Benedict & McMahon, 2006).

As infraestruturas verdes e naturais patentes nos sistemas costeiros têm uma elevada eficácia na dispersão da energia das ondas e do vento. Atuam como barreiras físicas naturais à ação dos ventos, das ondas e das marés. Geralmente são de menores custos e maior eficácia, comparativamente com as outras soluções, sendo de realçar as técnicas de proteção e de restauro ecológico, que adotam infraestruturas verdes como solução do problema, como eficientes e vantajosas na proteção costeira e na diminuição dos riscos (J. C. R. Ferreira, 2016).

4.7.1. Alimentação artificial de praias

A alimentação artificial de praias é uma prática que pretende combater a erosão costeira, através da injeção de sedimentos, geralmente areia, nas praias (Teixeira, 2016). É indicado para situações onde haja o alargamento de praias, o desenvolvimento de praias artificiais ou em que exista um défice aluvionar de reduzido valor (Fortunato et al., 2008).

Este processo deve seguir uma estratégia de mitigação do perigo para aqueles que usufruem das praias, sustentadas por arribas rochosas, no sentido em que reduzem a incidência direta das ondas na base, aumentando a zona do areal estimulando o afastamento dos indivíduos do sopé das arribas (Teixeira, 2016). Procurando alcançar uma gestão integrada dos sedimentos litorais (Pinto, C., Silveira, T., & Taborda, 2015; Salgado, 2021).

O seu principal objetivo é compensar o défice sedimentar, mantendo ou alargando a extensão emersa praias, de modo que continuem a ser utilizadas para lazer. Este tipo de estruturas pode ser utilizado para compensar a subida do nível médio do mar, acabando por surgir como medida para se repor o equilíbrio no sistema (J. C. R. Ferreira, 2016; Seixas & Silva, 2014; Vera-Cruz, 1972).

De acordo com J. C. R. Ferreira (2016), Fortunato et al. (2008), Harley et al. (2014) e Salgado (2021), as grandes vantagens desta técnica são:

- Mais fiável e de custos mais reduzidos;
- Dissipação da energia das ondas durante as tempestades;
- Fortalece a linha de costa contra a ondulação;
- Ser numa zona de grande importância turística ou densamente povoada o que aumenta a atratividade da área com impactes económicos positivos;
- Impactes visuais negativos mais reduzidos devido à manutenção da paisagem e dos processos costeiros;
- Proteção da costa sem alterar a hidrodinâmica;
- Menor impacte nos ecossistemas e na morfologia costeira quando comparada com infraestruturas pesadas;
- Não apresentar condicionalismos ambientais e ecológicos.

Frisa-se que locais com elevada agitação marítima poderão retirar a areia do local desejado, porque estas areias são mais fáceis de transportar do que as residentes. Ainda assim, as areias, quando são inadequadas, podem libertar poluentes e prejudicar a biodiversidade local (Cardona, 2015).

Erosão é definida como sendo o avanço do mar sobre a terra, e é um dos processos obrigatório para manter em equilíbrio o mecanismo de abastecimento das zonas costeiras com sedimentos vindos de outras áreas, sendo que esse fenómeno de deposição é denominado de acreção (Martins, 2011).

Por sua vez, têm como desvantagens (Cardona, 2015; J. C. R. Ferreira, 2016; Gomes, 2007):

- Impacte ambiental na fonte de alimentação e no ecossistema recetor;
- Taxas de erosão superiores ao observado antes da alimentação, devido à correção do perfil que não se encontra em equilíbrio com o clima de agitação, levando a gastos elevados na manutenção;
- Em litorais de elevada energia as areias podem ser retiradas do local pretendido;
- Na perceção de risco aumenta os níveis de confiança, intensificando a pressão de artificializar as áreas adjacentes, colocando mais elementos exposto ao risco;
- Impactes negativos a nível da turvação.

Contudo, este processo pode não ser totalmente eficaz se não for implementado em situações de contenção natural ou artificial da deriva do sistema dunar, como é o caso da costa oeste portuguesa que é um ambiente marítimo muito energético (Gomes, 2007).

4.7.2. Building with Nature

Cardona (2015), afirma que o Programa holandês *Building with Nature* produziu um projeto chamado de “motor de areia”, que teve como finalidade responder à erosão costeira verificada ao longo do litoral holandês, a partir de um programa de alimentação artificial de grande escala.

Em oposição às alimentações artificiais tradicionais, que depositam areia em quantidades inferiores ou semelhantes às do local em análise, esta técnica holandesa consiste na colocação de elevadas quantidades de areia num local estratégico, deixando a natureza atuar através do vento, da ondulação, da gravidade, da chuva, da radiação solar e correntes que transportam e depositam a areia ao longo da costa, nomeadamente nos locais em erosão (Cardona, 2015; European Environment Agency, 2013).

Os resultados finais desta técnica são o enchimento das praias de forma natural, a modificação de uma costa com tendência erosiva para tendência de acreção, sem os impactes do enchimento nos locais de deposição e a criação de espaços naturais e de lazer. Este programa demonstrou que este tipo de alimentação artificial de grandes quantidades de areia durante longos períodos de tempo é capaz de inverter a tendência erosiva da costa, se a agitação marítima não for intensa (Cardona, 2015; van Slobbe et al., 2013).

Demonstra ser uma técnica económica e ambientalmente viável em áreas em risco densamente povoadas e edificadas. É recomendada em áreas naturais onde se pretende alcançar um processo de restauro ecológico do ecossistema autóctone e é uma técnica recomendada para complementar algumas estruturas pesada como obras aderentes ou destacadas (Waterman, 2010).

Em suma, baseia-se na recriação de processos idênticos aos processos naturais com a finalidade de alcançar o equilíbrio entre a pressão de uso e a estabilidade dos ecossistemas (Patrícia Silva, 2014).

4.7.3. Soluções de Base Natural (NBS)

Relacionado com o conceito de infraestruturas verdes, tem-se as soluções baseadas na natureza (NBS). É um conceito que não pode ser considerado de modo isolado, no sentido em que foi desenvolvido a partir do conceito de infraestruturas verdes (Lafortezza et al., 2018). Depende de diversos conceitos, nomeadamente o de adaptação, infraestrutura verde urbana e serviços ecossistémicos, sendo destes os três subconjuntos do NBS que promovem a maximização dos seus benefícios (Maes & Jacobs, 2017).

É utilizado na reformulação dos debates políticos para conservação da biodiversidade, estratégias de adaptação e mitigação das alterações climáticas e o uso sustentável dos recursos naturais (Menezes, 2020).

Estas soluções pretendem alcançar um desenvolvimento social e ambiental, atingir um bem-estar humano, aumentando a resiliência dos ecossistemas, bem como a sua capacidade de renovação e prestação de serviços (Albert et al., 2017; Walters et al., 2016).

Estas soluções podem dividir-se em (Pontee et al., 2016):

- Soluções totalmente naturais, como é o caso dos recifes de coral naturais, os pântanos e manguezais;
- Soluções naturais desenvolvidas como por exemplo os recifes artificiais de coral e de outras, as praias e dunas renutridas, sapais e manguezais plantados;
- Soluções híbridas que ligam processos de engenharia estrutural com recursos naturais, como é o caso dos sistemas de diques de pântano ou de dunas;
- Soluções de engenharia estrutural desenvolvidas de acordo com as necessidades do meio ambiente, como por exemplo cercas de sedimentos de bambu, passadiços sobre elevados, entre outros.

Segundo Maes & Jacobs (2017), estas soluções apresentam como requisitos a redução da entrada de combustível fóssil por unidade produzida, a diminuição de compensações sistémicas bem como o aumento de sinergias e o aumento da entrada de mão de obra e empregos.

Neste sentido, são determinadas devido aos contextos naturais e culturais específicos do local, tendo em consideração a sua evolução cultural e ambiental, permitem com que as mesmas promovam ações para proteger, desenvolver de modo sustentável, sendo capazes de restaurar ecossistemas naturais ou modificá-los. Estas soluções podem ser implementadas sozinhas ou de forma integrada com outro tipo de soluções para desafios sociais, gerando benefícios sociais de forma equativa (Walters et al., 2016).

Relativamente aos sistemas dunares, a aplicação deste tipo de soluções é pouco compreendido pela sociedade, no sentido em que a mesma prefere a aplicação de estruturas convencionais de engenharia. Contudo, esta preferência apenas acontece devido à grande variabilidade natural de habitats naturais e à inexperiência de medidas de mitigação do risco de inundação ou de erosão (Pontee et al., 2016).

Assim sendo, a eficácia da proteção costeira de uma solução de base natural é determinada pelo tipo de habitat (condições ambientais, energia das ondas, amplitude das marés, entre

outros), pela profundidade da água e pelas características desse mesmo habitat (Pontee et al., 2016).

4.8. Recuperação de Ecossistemas

A paisagem desenvolve-se mediante processos naturais, faz e “é parte da identidade cultural e histórica das populações. As pessoas, mediante a observação e percepção de uma porção de superfície terrestre, vão criando imagens na sua memória, passando a ter um valor estético, que se transcende num desejo de manter e proteger a paisagem” (Alfaro, 2018).

A Resistência é definida como a capacidade que um sistema tem em persistir perante uma situação de stress. Ligado a este conceito, existe o de Vulnerabilidade, em que um dado sistema “é tanto mais vulnerável quanto menor a sua resiliência” (P Silva et al., 2004).

A Vulnerabilidade está ligada à “ocupação, ao número e densidade populacional, ao grau de transformação como o número de edifícios e às condições económicas e capacidade de organização”. Relaciona-se com a capacidade ou incapacidade do sistema lidar e adaptar-se aos efeitos adversos das mudanças climáticas (J. C. R. Ferreira, 2016; J Ferreira & Laranjeira, 2000). Segundo P Silva et al. (2004), aumentando a intensidade e frequência das perturbações é possível aumentar a vulnerabilidade do sistema.

Muitos dos métodos usados na determinação da vulnerabilidade dos sistemas dunares têm por base uma panóplia de variantes, especificamente a geomorfologia, a capacidade de tampão de praias e dunas, o grau de intervenção humana, a fragmentação resultante das atividades antropogénicas e o estado de conservação das espécies da vegetação dunar (C. V. P. De Sousa, 2010).

O Perigo é definido como sendo o conjunto de circunstâncias que podem originar danos (S. A. F. da Silva, 2012). É um fenómeno natural ou uma atividade humana perigosa que pode originar, impactes negativos na saúde, danos ambientais ou nas propriedades, perda de biodiversidade e de serviços, rutura social e económica (Elliott et al., 2014).

O Risco, têm como elemento causador o perigo, é a probabilidade de ocorrer uma ação perigosa e respetiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais ou prejuízos materiais e funcionais, diretos ou indiretos (J. C. R. Ferreira, 2016; Gustavo & Simões, 2005).

A avaliação do risco acaba por não ser benéfica quando realizada isoladamente, no sentido em que este conceito está dependente de outros conceitos, respetivamente

vulnerabilidade, exposição e perigosidade (J Ferreira & Laranjeira, 2000), assim acaba por não ter grande relevância na tomada de decisão relativamente à gestão de riscos ou desenvolvimento de políticas que possibilitem a sua mitigação (S. A. F. da Silva, 2012).

A resiliência destes sistemas naturais, depende da capacidade que os mesmos têm para autorregular-se e manterem-se funcionais perante as variações, é a base da sustentabilidade das zonas costeiras (Falk, 2017; Patrícia Silva, 2014). É a capacidade que uma comunidade tem de se organizar ao longo de um período perigoso com o intuito de diminuir os impactes negativos, assim, quanto maior for a capacidade de resposta a estes perigos, menor será a vulnerabilidade bem como os danos causados (J. C. R. Ferreira, 2016).

Assim sendo Falk (2017) afirma que “Resiliência ecológica” é a capacidade que uma entidade ecológica tem em recuperar “a sua distribuição, fonte ou função para um estado de pré-perturbação após perturbação ou perturbação”.

Um processo de recuperação de ecossistemas necessita de um planeamento prévio do território, que inclua uma reflexão sobre os impactes que pode haver no ecossistema, qual a abordagem mais adequada a ter, quais os tipos de materiais que podem ser utilizados.

Além do restauro ecológico, existem outras duas metodologias para recuperar e melhorar um ecossistema degradado, respetivamente a Remediação e a Reabilitação (Walker & del Moral, 2003).

A Remediação tem como propósito melhorar o seu estado natural, no entanto, o resultado que se tenciona alcançar não tem, necessariamente, como finalidade, o retorno ao estado original. A Reabilitação tenciona atingir um determinado estado, não restituindo as condições ecossistémicas iniciais. Mesmo que a situação histórica do sistema possa ser impossível de alcançar, a segunda metodologia serve como método de auxílio e aceleração na melhoria da sua qualidade, anteriormente degradada (Cooke, 2005; NSW Department of Land and Water Conservation, 2001; Walker & del Moral, 2003). Outro processo que pretende melhorar a imagem de um espaço degradado ou desqualificado é a requalificação (Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003, 2003).

Uma estratégia de recuperação deve ter como base a resiliência do ecossistema, ou seja, baseia-se nas respostas adaptativas pós-perturbação. Pode ser caracterizada como uma simulação de um processo natural que desenvolve a comunidade e o local em estudo, avalia a capacidade evoluída das espécies em ambientes recentemente perturbados, sendo que ao longo do tempo, adiciona progressivamente novas espécies, “permitindo que outras espécies e o reservatório regional colonizem o local por processos naturais de dispersão” (Falk, 2017).

Não se deve atuar apenas nos sistemas dunares, mas em toda a faixa costeira. No final do processo é importante que os materiais utilizados não atinjam um ponto de degradação que posteriormente leve à sua substituição, assim sendo deve-se definir medidas de manutenção que certifiquem o bom funcionamento do espaço bem como a preservação dos materiais utilizados (D. C. Ferreira, 2015).

Preende-se restabelecer ecossistemas danificados, tentando aumentar a reprodução entre seres vivos e diminuir o estado de degradação do local. Sendo o objetivo principal remediar as situações desenvolvidas pela excessiva e descontrolada intervenção do ser humano no meio ambiente. Para que tal aconteça é necessário a implementação de regras, como é o caso da reconstrução dunar, a plantação, sistemas de proteção e de comunicação das ações, bem como o acompanhamento durante estas ações de restauração (D. C. Ferreira, 2015).

Duas possíveis técnicas de recuperação de dunas, são sistemas estruturais e os de apoio, em que os primeiros são aplicados em cordões dunares, quando se encontram num estado degradado avançado apresentando vestígios de vegetação e têm como finalidade a reconstrução total do local. Contrariamente aos estruturais, os de apoio, são utilizados para intervenções em dunas, onde existe alguma vegetação levando à fixação de areias (D. C. Ferreira, 2015).

Este processo de recuperação dunar pode ser alcançado a partir da instalação de paliçadas ou outros meios de retenção das areias e plantação de espécies características desses sistemas (Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003, 2003).

Concluindo, é necessário seguir regras neste projeto, nomeadamente a procedermos à utilização de sistemas de proteção dunar, bem como de sistemas de comunicação das ações efetuadas, eliminarmos os problemas que levam à degradação do ecossistema, realizar uma reconstrução dunar e uma plantação, acompanharmos o processo durante e após as medidas implementadas e por fim assegurarmos a manutenção do ecossistema (D. C. Ferreira, 2015).

4.8.1. Restauro de Ecossistemas

O processo de restauro “procura retornar um ecossistema à sua trajetória histórica”. Como tal, conhecer as condições históricas do local é a primeira etapa do processo. O processo de restauro tem, assim, a capacidade de promover de forma holística a conjugação da integridade, sustentabilidade e resiliência do meio anteriormente degradado (SER, 2004). Começa por eliminar todas as causas que proporcionam à alteração ou degradação do ecossistema através da aplicação de técnicas de reconstrução topográfica e repovoamento com vegetação (Seoane et al., 2007).

Esta técnica é aplicada frequentemente a ecossistemas que tenham sido degradados, danificados, transformados ou totalmente destruídos, como resultado direto ou indireto das atividades humanas. Pode não conseguir recuperar na íntegra as condições iniciais do local, devido às limitações e condições atuais que podem levar a outro tipo de desenvolvimento (SER, 2004).

Devido à sua eficácia e aos baixos custos, a proteção destes sistemas e processo de restauro ecológico acabam por ser muito eficientes e vantajosos na proteção costeira e na mitigação dos riscos (J. C. R. Ferreira, 2016).

Como qualquer processo, este apresenta algumas vantagens e desvantagens, sendo as vantagens (J. C. R. Ferreira, 2016):

- Infraestrutura possibilita uma ação de defesa natural, interligando os processos com as dinâmicas costeiras;
- Leva à criação de uma paisagem natural e autóctone;
- Desenvolvimento de áreas naturais;
- “Reserva de sedimentos e fonte de alimentação” para as praias.

E, por sua vez, as desvantagens (J. C. R. Ferreira, 2016):

- Sensação falsa de segurança, levando ao aumento da ocupação de áreas interiores, aumentando a vulnerabilidade e posteriormente o risco;
- Inexistência de sedimentos em áreas deficitárias, podendo impedir o desenvolvimento de uma duna saudável, que cresça por acumulação natural e onde não seja necessário realimentações da praia alta e da duna frontal.

O restauro dunar é sugerido para as áreas com risco de erosão, de modo a manter a linha de costa e ainda desenvolver condições para que o sistema dunar se desenvolva no sentido de afastar as áreas de maior vulnerabilidade do perigo existente. Este processo deve servir de barreira protetora natural promovendo condições que o sistema dunar cresça para sotavento (J. C. R. Ferreira, 2016). Este processo só se consegue alcançar após a identificação e eliminação das principais causas das alterações morfológicas que afetam o estado de conservação do ecossistema (D. C. Ferreira, 2015).

Assim sendo, um ecossistema restaurado não apresenta sinais de disfunção, no sentido em que o mesmo demonstra estar integrado com a paisagem. Sendo de realçar que integridade é a capacidade de um meio natural suportar e manter o seu sistema biológico adaptativo, integrado e equilibrado contendo todos os seus elementos, respetivamente, preservando a reserva genética – *genetic pool* – desde as espécies aos seus conjuntos funcionais (R.Karr, 1996). Ou seja, pretende-se que este ecossistema seja um sistema auto-sustentável.

Uma das possíveis aplicações de auxílio no processo de restauro são os corredores ecológicos, porque favorecem para a “manutenção ou restauro da conectividade numa paisagem”, enquanto que os “sistemas de conservação, minimizam os impactes da fragmentação” (Alfaro, 2018).

Qualquer proposta de restauro exige uma “deliberação cuidadosa”, todos os participantes têm de estar em sintonia e têm de ter um papel ativo ao longo do projeto. Após a tomada de decisão, passa-se para a etapa seguinte, respetivamente a de criar um planeamento sistemático, além de um plano de acompanhamento dirigido ao restabelecimento do ecossistema. Só se dá como terminado um projeto de restauro quando se consegue alcançar a trajetória desejada, ou seja, quando o ecossistema manipulado já não necessita de mais auxílio exterior para assegurar as suas funções e integridade (Falk, 2017; SER, 2004; Watson, 2009).

5. Caracterização da Área de Estudo

A presente secção consiste na caracterização da área de estudo, iniciando-se com uma descrição global do local e seguido de uma caracterização aprofundada da praia e da área florestal em estudo. Pretende-se analisar e abordar as principais características geomorfológicas e as principais dinâmicas territoriais estabelecidas pela ocupação humana na respetiva área.

5.1. Fonte da Telha

A Fonte da Telha localiza-se na frente atlântica do concelho de Almada, a sul da Cidade da Costa da Caparica, na Península de Setúbal. Situa-se no extremo sul na freguesia da Costa da Caparica. Tem uma localização periférica no concelho de Almada, com grande proximidade aos territórios dos municípios do Seixal e Sesimbra (Almada, 2015; CMA, 2011).

É uma das principais e mais desejadas zonas balneares da Área Metropolitana de Lisboa, durante todo o ano. Especialmente, durante os meses de verão, atraindo entre 8.000 a 10.000 banhistas/dia² (Almada, 2015; CMA, 2011).

Possui 361 habitantes, distribuídos em 146 famílias e 266 alojamentos, sendo uma parte significativa do edificado de génese ilegal, sendo possível verificar uma paisagem marcada pelo desordenamento territorial, com construções precárias em áreas de elevado valor ecológico e em áreas de risco (J. C. Ferreira et al., 2020).

Está localizada numa área com elevado grau de sensibilidade ecológica, encontrando-se numa zona com alguns riscos físicos, sendo os prioritários os galgamentos marítimos e a instabilidade das arribas devido à queda de blocos (CMA, 2011).

A erosão dunar é um fenómeno bastante dinâmico, estando dependente de diversos fatores, nomeadamente naturais e antropogénicas. A dinâmica deste processo é tão complexa que mesmo que existam zonas que estejam em equilíbrio poderão tornar-se zonas em erosão ou acreção (Cardona, 2015).

Os fatores responsáveis por este fenómeno e consequente recuo da linha de costa são a subida do nível do mar, a ocupação do litoral, a redução da quantidade de sedimentos fornecidos ao litoral, a destruição antropogénica das estruturas naturais e a implementação de obras pesadas de engenharia costeira (H. F. da S. R. de Almeida, 2019). Sendo as consequências destes fatores a perda de património construído ou natural, custo acrescido de proteção ou de reconstrução, inconveniente para a atividade económica e turística (Fortunato et al., 2008).

Devido à sua localização entre o oceano e a arriba fóssil, a zona em estudo é definida como sendo uma zona com vulnerabilidade e risco, especificamente riscos de galgamento oceânico e de derrocada da arriba. Os riscos associados a galgamentos oceânicos derivam do estreitamento da planície litoral a sul da área em estudo deixando, assim, de haver um cordão dunar com a extensão e consolidação que existe a norte (CMA, 2011).

De acordo com CMA (2011), a Fonte da Telha está localizada numa zona de litoral baixo e arenoso, e é constituída por duas faixas, a de risco e a de proteção, às quais estão associadas diferentes restrições. Ou seja, insere-se na faixa de proteção marítima e terrestre do POC-ACE (CMA, 2021a; J. C. Ferreira et al., 2020).

5.2. Praia da Adiça

A área em estudo, representada na Figura 5.1, corresponde à faixa litoral entre o mar e a arriba fóssil da Praia da Adiça, abrangendo o espaço urbano e o espaço degradado e desqualificado, corresponde a uma área de PPAFCC onde é proibido o exercício de caça – Portaria 882/93 de 15 de Setembro.

A área de estudo está compreendida entre o Bar Bambu e a Praia da adiça, apresenta um comprimento de 760 metros e 51,87 metros de largura. Por sua vez a praia da Adiça localiza-se na frente Atlântica do concelho de Almada, na Península de Setúbal, a Sul da Fonte da Telha na Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica. Está inserida na unidade de paisagem, Arriba Fóssil e Orla Costeira, onde apresenta um areal extenso com cerca de 1,4 km, com uma vegetação natural composta por dunas revestidas (CMA, 2011).

A praia localiza-se a sul da Fonte da Telha, local onde o sistema apresenta certas melhorias relativamente ao estado de conservação, não estando a sofrer muitas pressões antrópicas. Nessa perspetiva é possível verificar que a duna frontal acompanha em toda a extensão a praia e a presença de caminhos não ordenados diminuem substancialmente (SOUSA, 2015).

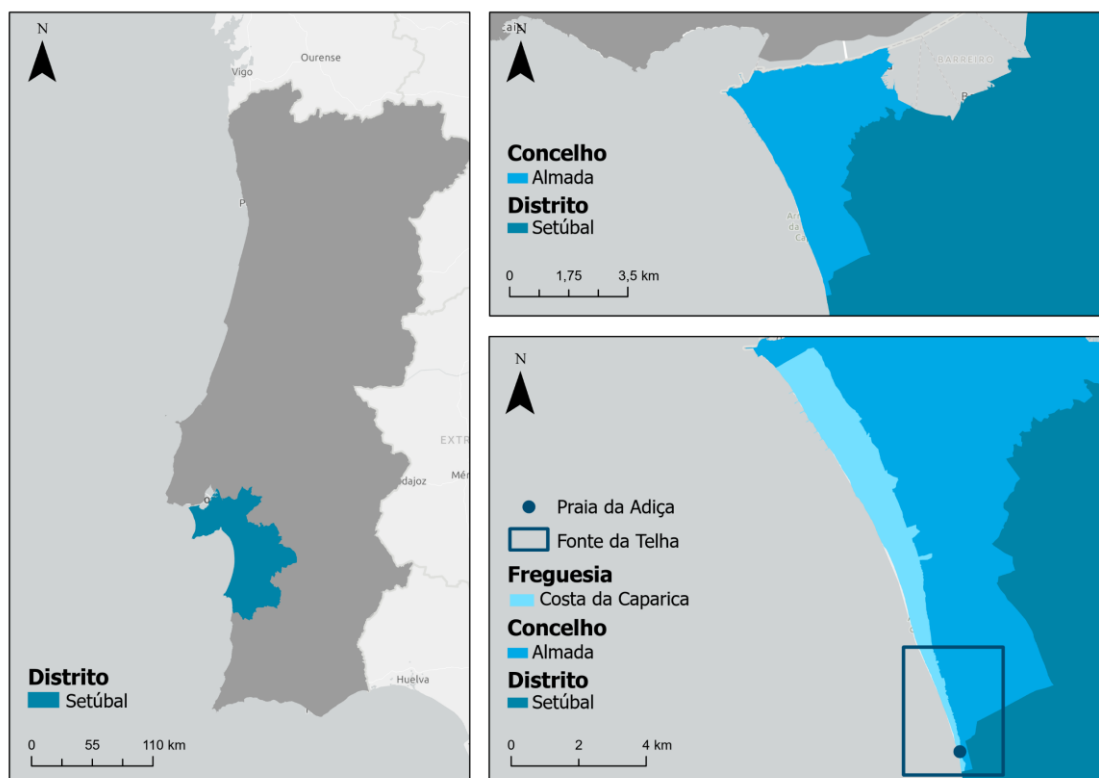


Figura 5.1. Localização da Área de Estudo.

Segundo Correia (2015), foi a oitava praia a ser legalizada em Portugal para a prática naturista. Tendo sido oficializada como naturista por deliberação da assembleia Municipal de Almada em 26 de Junho de 2015, a zona naturista inicia-se a 50 m antes do fim da estrada e termina 600 m após o fim da mesma.

É descrita como uma área vulnerável, pelo risco de exposição à poluição das águas e dos solos. Com efeito, relativamente aos solos, a maior parte dos indivíduos, para usufruir da praia, opta por estacionar os carros poucos metros antes da entrada para a base militar da N.A.T.O - motivo pelo qual a Praia da Adiça é frequentemente denominada por Praia da N.A.T.O. (Correia, 2015).

É procurada preferencialmente pelas populações dos concelhos do Seixal e Almada, mas também pelos indivíduos de Lisboa. Para além da beleza única que apresenta, também as características da praia, como a presença de ventos fortes, vindos de Norte, tem um clima húmido e ameno, e o facto de as areias serem transportadas de Sul para Norte, possibilita a prática de desportos aquáticos, como é o caso do *Windsurf*, *Kitesurf* e mergulho.



Figura 5.2. Placa informativa à entrada da praia. Fotografia de 26 de Maio de 2021;

Inserir-se no sítio Arrábida/Espichel (PTCON0010), contendo uma panóplia de habitats classificados no âmbito do Plano Sectorial da Rede Natura 2000 (PSRN2000), muitos deles considerados prioritários. Este sistema dunar integra na REN e é abrangido POOC Sintra-Sado (C. V. P. De Sousa, 2010).

Apresenta uma valorização paisagística que varia de 4 a 6 (ICNB, 2007f). Sendo esse espaço, um espaço de Proteção Parcial do tipo I, ou seja, áreas que tem e pretendem preservar e conservar os valores naturais e paisagísticos, que são relevantes e excepcionais, os que apresentam uma sensibilidade elevada, no sentido em que este local apresenta uma variação, de moderado a elevado, relativamente ao risco de erosão.

Por sua vez, a área de proteção específica para requalificação de espaços degradados incide na recuperação dos espaços degradados e na requalificação das áreas edificadas, procurando o aumento do seu valor natural e paisagístico do local, diminuindo o impacto sobre as áreas de proteção total e parcial adjacentes (ICNB, 2001).

Segundo a classificação das praias de acordo com POOC Sintra-Sado, presentes na **Erro! A origem da referência não foi encontrada.**, esta praia é do tipo II (Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003, 2003).

Frisando que estas áreas destinam-se a proteger diferentes habitats e espécies, tendo em comum a necessidade de manter um nível relativamente baixo de intervenção. Nesta categoria estão incluídas as áreas com cobertura vegetal de valor excecional que incluem os habitats naturais prioritários classificados no âmbito da Rede Natura 2000, as praias não equipadas definidas no POOC Sintra-Sado e os depósitos de vertente a norte da Fonte da Telha (ICNB, 2001).

Integra a APPAFCC, beneficiando com as medidas de conservação, relativamente à reabilitação parcial dos sistemas dunares, como é o caso do cordão dunar frontal e dunas alcandoradas, ao ordenamento dos acessos às praias, ou seja, a existência de parques de estacionamento e passadiços sobre-elevados, à proteção e valorização da arriba fóssil e ao ordenamento e vigilância para prevenir incêndios na área florestal patente (J Ferreira & Laranjeira, 2000).

5.3. Caracterização dos Valores Naturais

Esta área insere-se na unidade geotectónica da Bacia Sedimentar do Baixo Tejo e Sado, correspondendo a ampla depressão tectónica aberta às influências oceânicas, do início do Terciário, limitada por compartimentos sobrelevados, como a serra de Sintra a Norte e a serra da Arrábida a Sul (J. C. R. Ferreira, 2016; ICNB, 2007c).

Ocorre na unidade estrutural designada de Sinclinal de Albufeira, limitado a Norte pelo Anticlinal de Lisboa e a Sul pelo Anticlinal da Arrábida. Mostra uma zona axial ampla, de direção aproximada ENE-WSW, centrada na zona da Lagoa de Albufeira.

5.3.1. Enquadramento Hidrogeológico e Hidrológico

A nível hidrogeológico, está-se perante um Sistema Aquífero da Bacia do Tejo-Sado/Margem Esquerda. Este sistema aquífero é formado por diversas camadas porosas geralmente confinadas ou semi-confinadas, ainda constitui, juntamente com o sistema da Margem Direita e o das Aluviões do Tejo, uma grande unidade hidrogeológica cujo suporte são os sedimentos que preenchem a bacia terminal do Tejo-Sado (J. C. Ferreira et al., 2020; ICNB, 2007d).

A Bacia Terciária do Tejo-Sado é composta por uma depressão alongada na direção NE-SW, que é marginada a Oeste e a Norte pelas formações mesozóicas da orla ocidental, a Nordeste e a Este, pelo substrato hercínico, e a Sul comunica com o Atlântico através da Península de Setúbal (ICNB, 2007d).

O enchimento desta bacia é formado por depósitos paleogénicos, pliocénicos e miocénicos, recobertos em quase toda a área por depósitos quaternários (ICNB, 2007d).

O Miocénico, é composto por depósitos continentais (Miocénico superior) evoluindo paulatinamente para depósitos marinhos (Miocénico inferior) em profundidade (ICNB, 2007d; João Pais et al., 2018). Destaca-se pela elevada riqueza paleontológica que apresenta relativamente à abundância, diversidade e boa conservação de fósseis a vários níveis (João Pais et al., 2018).

Por sua vez o Paleogénico é constituído por arcoses, depósitos conglomeráticos, arenitos arcósicos e argilitos e calcários margosos, e o Pliocénico é constituído maioritariamente por areias, com intercalações lenticulares de argilas (ICNB, 2007d).

A nível hidrológico, abrange parte das bacias hidrográficas das ribeiras da Foz do Rego, da Baldona, da Apostiça, da Ferraria, de Aiana, e da Sachola. A única que desagua no oceano é a da Foz do Rego, as restantes desaguam na Lagoa de Albufeira.

5.3.2. Clima

O clima apresenta características mediterrânicas. Têm “mais influência atlântica na planície litoral (zona Oeste do plano) e com influência continental na plataforma litoral (zona superior do plano)”. É uma região onde as zonas mais baixas, normalmente são invadidas por nevoeiros e neblinas, registando-se humidades relativas mais elevadas e temperaturas máximas e mínimas mais suaves (ICNB, 2007e).

A temperatura desta região, em termos médios anuais, ronda os 14°C. É influenciada pela geografia, pelo oceano atlântico, pelo estuário do Tejo e pela serra da Arrábida. É de esperar que, na área do POGPPAFCC, o valor da temperatura média anual seja mais elevado devido à ação estabilizadora do oceano. Sendo importante frisar que prevê-se temperaturas mais elevadas nas zonas expostas a Sul (ICNB, 2007e).

Classificamos o clima como moderadamente chuvoso devido aos valores de precipitação média anual, na ordem dos 681 mm (ICNB, 2007e).

5.3.3. Geologia e Solos

A cartografia geológica mais recente e de maior escala (1:25 000) que abrange a Praia da Adiça permite identificar várias unidades geológicas, que se encontram representadas na Figura 5.3. As diferentes unidades geológicas são caracterizadas, com base em observações efetuadas, nas notícias explicativas das cartas geológicas publicadas e em documentos explicativos (Manuppella et al., 1999; J. Pais et al., 2006; Simas, 2014).

Na área de estudo, predominam as unidades litológicas:

➤ **Depósitos de Ribeira da Lage: areias (Miocénico Superior – Tortoniano)**

Datada do Tortoniano (Miocénico superior), esta unidade de espessura reduzida é constituída por areias finas a médias, micáceas, amareladas a esbranquiçadas. A parte superior é constituída por areias finas amareladas, de deposição marinha, sem presença de fósseis.

➤ **Formação de Santa Marta: areias (Pliocénico)**

A unidade de areias de Santa Marta surge sobreposta, em ravinamento, aos depósitos miocénicos. Esta é datada do Pliocénico, estando bastante representada na Península de Setúbal. Esta unidade pode atingir grande espessura, superior a 300 m, embora na faixa litoral não ultrapasse os 50 m. É, essencialmente, constituída por níveis conglomeráticos e por areias finas a grosseiras, quase sempre arcósicas e, em geral, pouco consolidadas. A cor é variável, desde o branco, até o vermelho e amarelo. Para a parte superior da unidade, encontram-se intercalações, por vezes espessas (perto de 10 m), de argilas cinzentas a negras com restos de vegetais, níveis de lignitos e depósitos de ditatomitos.

➤ **Conglomerado de Belverde (Plistocénico)**

Ao conjunto arenoso/argiloso da Formação de Santa Marta sobrepõe-se a unidade Conglomerado de Belverde, com cerca de 5-10 m de espessura, constituída por conglomerados pouco consolidados com clastos sub-rolados esbranquiçados (até 15 cm) e matriz arenosa. Os clastos são essencialmente de quartzito/quartzo e, com menor frequência, de arenitos, sílex, rochas ígneas alteradas e xistos, em adição a outras litologias.

➤ **Dunas (Holocénico)**

As dunas apresentam elevada relevância em toda a Península de Setúbal – sobretudo junto do litoral. Nestes depósitos dunares, distinguem-se os que se situam na faixa costeira, em relação direta com a praia, de outros que ocorrem no planalto de topo da arriba (dunas alcandoradas). O contacto entre estes depósitos é observável em vários locais, por exemplo, na Descida das Vacas, a Sul de Costa de Caparica.

As dunas e as areias eólicas apresentam um grande desenvolvimento, existindo um alinhamento dunar entre a Fonte da Telha e a Lagoa de Albufeira, com o ponto mais alto no vértice geodésico Cabo da Malha, com 115 m (ICNB, 2007e).

As dunas da praia são, fundamentalmente, de tipo longitudinal com disposição paralela ao litoral e à arriba. Foram designadas localmente de Medos de Albufeira e apresentam cerca de 50 m de espessura máxima, 8 a 9 km de comprimento e 1 km de largura. A Este deste alinhamento, estão patentes as areias eólicas misturadas com areias superficiais, denominadas de areias de cobertura. A Sul da Lagoa de Albufeira as dunas estendem-se ao longo do litoral cobrindo a arriba (ICNB, 2007e).

➤ **Areias de praia (Holocénico)**

Para além da presença de dunas, existem também as areias de praia que se dispõem ao longo de uma faixa contínua. Tanto as areias de praia como as de duna apresentam características distintas, devido aos processos físicos que presidiram no seu transporte e deposição.

A nível dos grãos individuais as areias de praia vão desde rolada a sub-rolada, sendo que de um ponto de vista morfoscópico, tem uma superfície brilhante devido ao transporte em meio aquoso. Relativamente à calibração podem ser mais ou menos grosseiras, estando dependentes da energia do transporte litoral, mas são, geralmente, bem a moderadamente calibradas, especificamente são representadas em cerca de 90% por duas classes granulométricas (J. C. Ferreira et al., 2020).

No caso das areias de duna, os grãos são rolados. No entanto a superfície, devido ao transporte eólico e ao choque entre os grãos, costuma ser baça ou picotada. Em oposição à areia de praia, esta é mais fina e mais bem calibrada, representando cerca de 90% por apenas uma classe granulométrica, do que a areia de praia (J. C. Ferreira et al., 2020).

Neste sentido, esta percentagem de grãos pode ser justificada pela alimentação da arriba fóssil, devido ao transporte de deriva sul-norte (Freire, 1989).

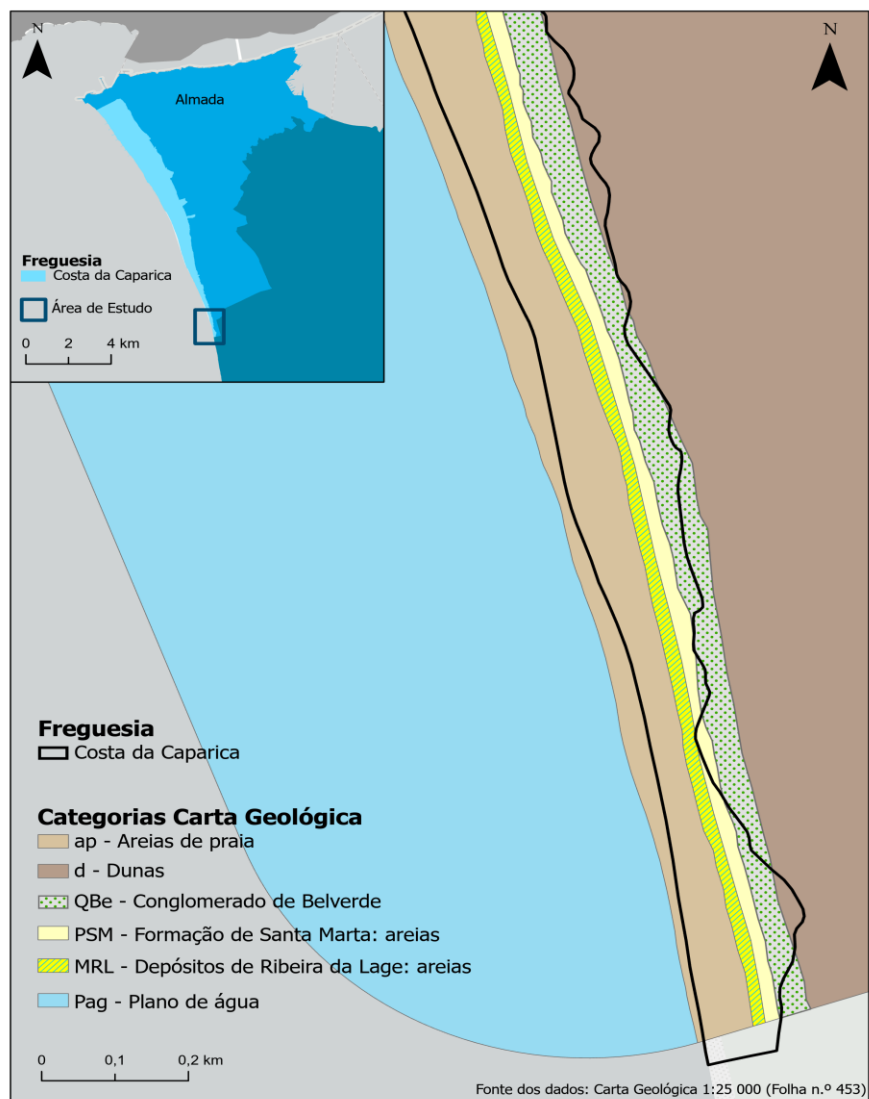


Figura 5.3. Carta de Solos (1:25 000).

5.3.4. Vegetação, Flora e Fauna

Na área de estudo, flora é bastante rica, são conhecidas 450 espécies de plantas pertencentes a 75 famílias, estando-se perante uma vegetação mediterrânica característica das espécies psamófilas do Super-distrito sadense (ICNB, 2001).

Destacando-se como espécies psamofílicas (CMA, 2014):

- *Ammophila arenaria* (estorno);
- *Cakile marítima* (eruca-marítima);
- *Medicago marina* (Luzerna-das-praias);
- *Malcolmia litorea* (goivos-da-praia);

- *Euphobia paralias* (morganheira-das-praias);
- *Otanthus maritimus* (cordeiros-da-praia);
- *Lotus creticus* (cornichão-das-praias);
- *Pancratium maritimum* (narciso-das-areias);
- *Eryngium maritimum* (cardo-marítimo).

Avaliando o tipo de espécies no interior, realça-se a presença de *Artemisia campestris* subsp. *marítima* (madorneira), *Juniperus phoenicea*, *Helichrysum italicum* subsp. *picardi*, entre outros táxones (CMA, 2014).

Tanto a flora, como a cobertura vegetal são elementos fundamentais, no sentido em que as espécies associadas aos cordões dunares, os matos das dunas estabilizadas e paleodunas são os que adquirem valores superiores. A forte ocupação florestal das areias dunares e a sua antiguidade possibilitam classificar, as grandes extensões, como habitats prioritários para a conservação no âmbito da Directiva Habitats (ICNB, 2001).

Com efeito, a nível da vegetação destaca-se a presença de habitats terrestres de influência marítima, semi-naturais e dominados por vegetação herbácea, respetivamente, a crista dunar, habitat artificializado com comunidades infestantes e arrelvado higrofilico (ICNB, 2007c).

A área de estudo é, assim, constituída por matos e matagais higrofilicos e por uma costa baixa intermareal arenosa. A primeira comunidade define-se como sendo uma formação meso-fanerófita com “necessidade de elevada humidade no solo e de distribuição muito limitada”, e têm correspondência com 92D0 Galerias e matos ribeirinhos meridionais (*Nerio-Tamaricetea* e *Securinegion tinctoriae*) e 5230 *Matagal arborescente de *Laurus nobilis*. Contrariamente, a segunda comunidade é uma zona com hidrodinamismo moderado, sujeita à agitação marítima e à ocorrência de ventos marítimos, não apresentando correspondência com a Directiva Habitats (ICNB, 2007c).



Figura 5.4. Praia Naturista da Adiça; Fotografia de 26 de Maio de 2021.

O valor excecional corresponde às comunidades que abrangem habitats prioritários para a conservação da natureza devido ao seu elevado valor ecológico (ICNB, 2001). A partir da Tabela 5.1, é possível verificar que as comunidades vegetais patentes demonstram que a valoração de vegetação é de valor baixo.

Tabela 5.1. Valor Faunístico de cada Biótopo (VFB; valor médio para a área de intervenção) e classificação do seu grau de relevância para a conservação da fauna.

Relevância	Biótopos
ALTA	Pinhal manso
	Terrenos agrícolas e prados
	Pinhal bravo
	Floresta mista
	Matos sobre arriba
MÉDIA	Bosques rípicolas
	Matos dunares
	Acacial ou Eucaliptal
BAIXA	Duna
	Urbano
	Falésia
	Praia

Fonte: ICNB (2001).



Figura 5.5. Pinheiro Manso presente no Cabo da Malha. Fotografia tirada a 26 de Maio de 2021.

A nível florestal, está patente uma predominância de pinheiro-bravo extremo. Esta espécie resinosa é uma das escolhidas para a arborização das dunas litorais devido à elevada adaptabilidade que apresenta, têm ainda a capacidade de promover a plantação de floresta em terrenos bastante declivosos e de proteger da erosão costeira existente (Florestas, 2020).

Relativamente à fauna estão patentes 169 espécies de fauna terrestre, que incluem 119 espécies de aves, 23 espécies de mamíferos, 16 espécies de répteis e 11 espécies de anfíbios (ICNB, 2001).

Tem como elementos mais significativos, os extratos sub-horizontais de rochas sedimentares, de conteúdo fossilífero e origem fluvio-marinha, nomeadamente arenitos e argilas de variadas cores, e a famosa Mata Nacional dos Medos (Sofia et al., 2010).

Ainda no âmbito da fauna, frisa-se a existência das comunidades vegetais integradas na Diretiva Habitats (Diretiva 92/43/CEE), e ainda os animais e vegetais que são classificadas em convenções internacionais e referidas nas Diretivas Aves e Habitats da União Europeia,

transpostas para o direito interno pelo Decreto-Lei nº140/99, de 24 de Abril, com a redação que lhe é dada pelo Decreto-Lei nº49/2005, de 24 de Fevereiro (Sofia et al., 2010).

5.3.5. Geomorfologia

O sistema praia-duna caracteriza-se pela ligação entre a praia e o cordão dunar frontal, sendo bastante importante para obtermos informações sobre a variação da largura do sistema e ainda do estado de conservação do mesmo (SOUSA, 2015).

Na zona em estudo, existem 4 grandes unidades geomorfológicas (Tabela 5.2), representadas na Figura 5.6.



Fonte: Fóssil (2019).

Figura 5.6. Indicação esquemática das unidades geomorfológicas.

A Planície litoral representa maior parte da área e é composta por sistemas biofísicos praia-duna, com dunas frontais e campos dunares interiores, que se desenvolvem até á base da arribada fóssil, sendo a largura do sistema praia-duna, condicionada por esta planície (ICNB, 2007e; SOUSA, 2015). A pressão aqui exercida é devido à forte presença antrópica sobre as praias e as dunas (recreio) (J. C. R. Ferreira, 2016).

Por sua vez, a largura do campo dunar é condicionada pela presença da vertente escarpada, que limita internamente a planície litoral, sendo um obstáculo à movimentação dos sedimentos para o interior (SOUSA, 2015).

São zonas densamente vegetalizadas onde é possível observar as manchas de acacial, que permitem a fixação do sistema dunas. Tem a capacidade de aumentar de largura de Sul para Norte, permitindo o desenvolvimento de um cordão dunar longitudinal, que pode atingir alturas entre os 6 m e os 10 m. Em certos locais, a planície deslocou-se progressivamente para o interior, chegando mesmo a ultrapassar a arriba, respetivamente na zona da Descida das Vacas e na Lagoa de Albufeira (Almada, 2015; ICNB, 2007e).

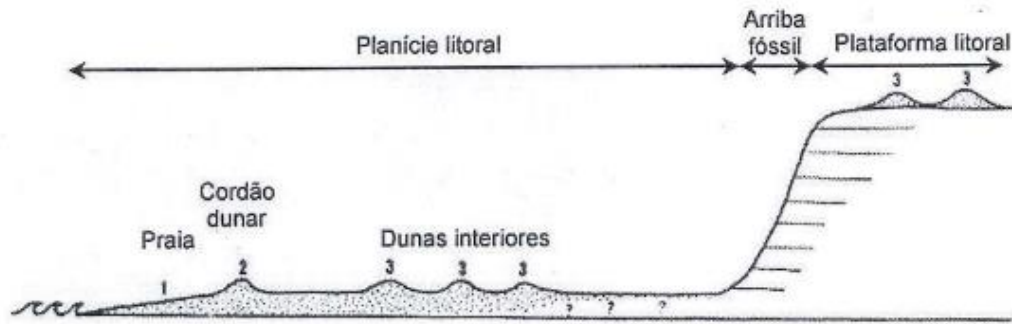
A Arriba fóssil, que delimita a planície litoral a este, e permite o desenvolvimento para este da Plataforma Litoral, constituída maioritariamente por dunas coroada com campos dunares alcandorados a sul da via rápida. É marcado pela construção de génese ilegal, agricultura e matos, maioritariamente terrenos agrícolas abandonados (J. C. R. Ferreira, 2016). É um território aplanado situado na crista da arriba, onde a presença dos pinhais e matos minimizam os processos de erosão do topo da arriba (Almada, 2015; Ana Ramos-Pereira, 2017).

A Plataforma Continental é definida como sendo a unidade submersa mais próxima da linha de costa, sendo o seu limite exterior correspondente a uma vigorosa rutura de declive, situada a profundidade variável (Ana Ramos-Pereira, 2017). Apresenta uma profundidade inferior a 30 m, onde a morfologia é condicionada essencialmente pela ondulação do mar (J. C. R. Ferreira, 2016; ICNB, 2007d).

Tabela 5.2. Unidades Geomorfológica se Sistemas Biofísicos Litorais Unidades

Unidades Geomorfológicas	Sistemas Biofísicos	Formas Elementares
Planície litoral	Sistema Praia- Duna Campo dunar inferior	Praia, Duna frontais, dunas interiores
Arribas	Arriba fóssil	Arribas e Coluviões
Plataforma Litoral	Campo dunar alcandorado (a sul da Via Rápida)	Dunas (Alcandoradas)
Plataforma Continental	n/a	Praia (Imersa)

Fonte: J. C. R. Ferreira (2016).



Fonte: (ICNB, 2007e).

Figura 5.7. Suporte Biofísico.

De acordo com a Figura 5.7, este suporte tem a capacidade de variar entre o limite norte e o limite sul da área de intervenção. Na Zona Norte, está presente a praia, o cordão dunar, o acacial, as zonas agrícolas, a arriba e a zona de mata, enquanto, na Zona Sul, está patente a praia, o cordão dunar, a base de arriba, a arriba e a zona de mata. Estas zonas acabam por se diferenciar devido aos diferentes níveis de ocupação humana que apresentam (Almada, 2015).

5.3.6. Unidades de Paisagem

Segundo Fóssil (2019), a paisagem da APPAFCC é o resultado de uma humanização, apesar de ser também diversificada, como resultado das características e da resposta que os recursos naturais foram demonstrando ao longo do processo de transformação.

A partir da elaboração da Lei de Bases da Política de Ordenamento do Território e Urbanismo, Lei nº 48/98 de 11 de Agosto, definiu-se as unidades de paisagem, a cima referidas, nos planos de ordenamento regional. Para o plano (POPPAFCC) destacou-se cinco unidades de paisagem (ICNB, 2007a):

- Terras da Costa;
- Arriba Fóssil e Orla Costeira;
- Pinhais da Charneca;
- Lagoa de Albufeira;
- Pinhais Interiores.

Cada uma destas unidades descreve um conjunto de características que definem a estrutura, nomeadamente ao nível do relevo, do uso do solo, da presença humana, entre outros. O padrão verificado em cada unidade, é o que as distingue umas das outras. A avaliação destas

unidades permite definir estratégias e instrumentos que respeitem a especificidade local da paisagem e mantenham a sua identidade (ICNB, 2007g).

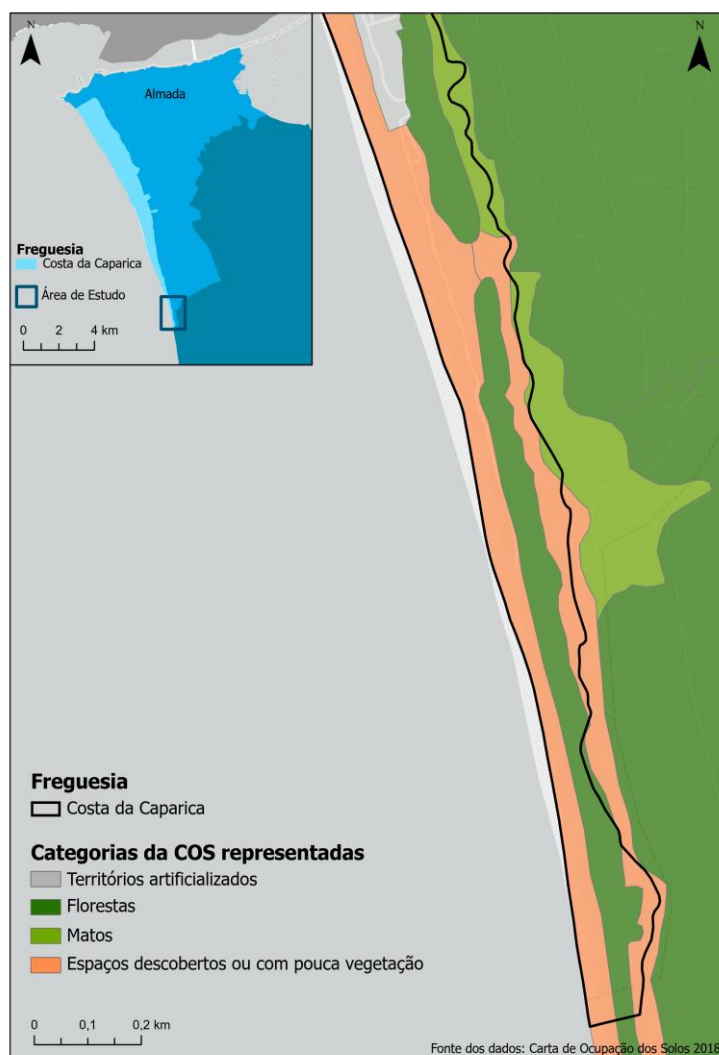


Figura 5.8. Categorias da Carta de Ocupação dos Solos (COS).

5.3.7. Arriba Fóssil e Orla Costeira

O elemento com maior valor da PPAFCC é o elemento geológico, denominado de arriba fóssil. Foi classificada como paisagem protegida a Maio de 1984, e é caracterizada como sendo uma “área natural contígua onde abundam o pinheiro manso, a sabina-das-areias, o sanguinho-das-sebes e os aromáticos rosmaninho e tomilho” (CMA, 2021b).

Foi devido ao sismo de 1755 que a arriba foi fossilizada. Antes do sismo as arribas estavam em contacto direto com a praia, limitando assim a linha de costa. Depois desse

acontecimento trágico houve o afastamento do mar para uma posição próxima da atual, o que acabou por expor a arriba a agentes erosivos continentais, como é o caso da chuva, vento, gravidade (ICNB, 2007d).

É uma falésia argilo-arenítica, caracteristicamente amarelo-avermelhada, extensa, com um perfil abrupto, com declives suaves na base do talude. É de interesse geológico, paleontológico e paisagístico devido a ser um “acidente geomorfológico excepcional” (ICNB, 2007d).

Segundo ICNB (2007d) a sua altitude oscila entre os 80 m no extremo N até 40-50m na zona a Sul da Fonte da Telha. Por sua vez esta zona apresenta inclinações máximas na ordem dos 25%, sendo possível verificar inclinações mais reduzidas no sopé devido aos depósitos de vertente que suavizam esses valores (Rato, 2017).

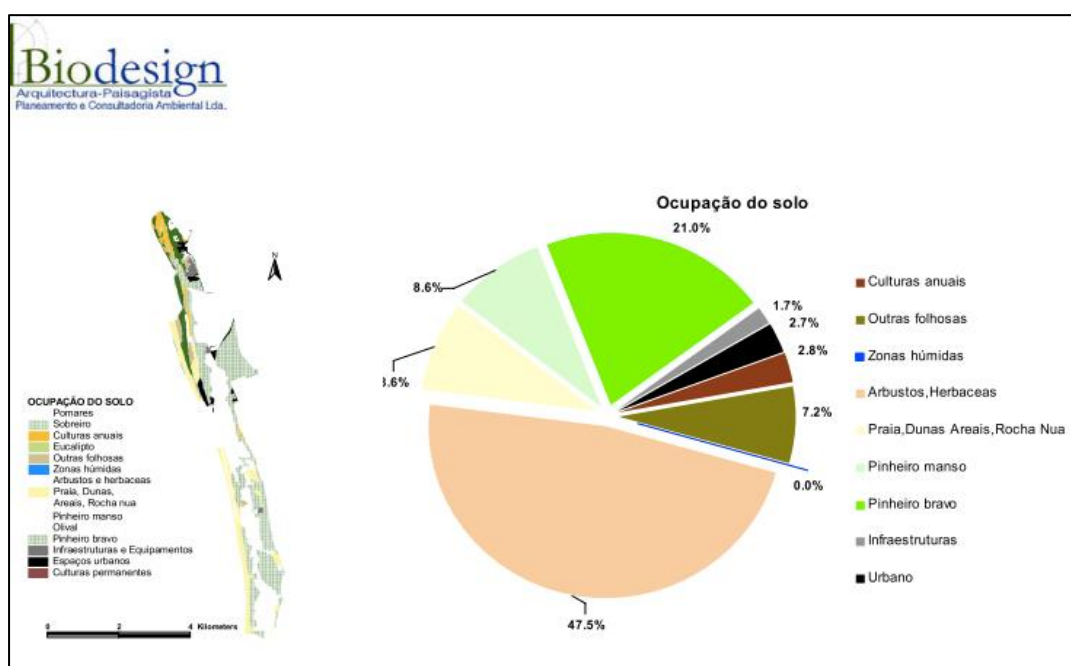


Figura 5.9. Paisagem da Arriba Fóssil e Orla Costeira. Fotografada a 10 de Maio de 2021;

É considerada uma formação geológica de reconhecido valor e de elevada sensibilidade que integra a tipologia de “Proteção Total” (CMA, 2011). O facto de apresentar um perfil abrupto e estar sujeita aos intensos fenómenos de erosão, provocada por fatores naturais e antrópicos, faz com que haja deslizamentos a Norte da área e ravinamentos entre a Fonte da Telha e a Lagoa de Albufeira (ICNB, 2007e; Sofia et al., 2010).

Os dois processos erosivos a que está sujeita são a erosão provocada por queda de blocos, devido à diferença de resistência dos sedimentos das camadas do Miocénico e a erosão provocada pelo arraste de sedimentos da camada essencialmente detrítica. Esta área está sujeita a intensos fenómenos de erosão, oriundos de diversos valeiros, que provocam a queda de blocos, entre a Trafaria e a Costa de Caparica, ocorrendo um continuo deslizar de areias entre a Fonte da Telha e a Lagoa de Albufeira (ICNB, 2007e; ICNF, 2007).

Contudo, a existência de vegetação na arriba protege-a da erosão pluvial, destacando que a partir da Fonte da Telha existe interação entre a arriba e a praia, deixando a arriba de ser fóssil passando a arriba viva (ICNB, 2007e).



Fonte: (ICNB, 2007e).

Figura 5.10. Ocupação do solo da zona da Arriba Fóssil.

5.3.8. Pisoteio nesta zona

A Fonte da Telha é uma das principais e mais desejadas zonas balneares da Área Metropolitana de Lisboa, durante todo o ano. Especialmente, durante os meses de verão, regista-se constantemente congestionamentos de trânsito automóvel e estacionamento informais em todo este território devido ao aumento da afluência a estas praias.

Segundo o Anexo V do Despacho n.º 6785/2020, da Agência Portuguesa do Ambiente, esta praia “é aquela que possui uma maior capacidade de carga de utilização balnear na Área Metropolitana de Lisboa, com um total de 14 500 utentes no máximo” (J. C. Ferreira et al., 2020).

A degradação das dunas frontais “ocorre por défice de areias de praia e/ou na sequência da danificação da vegetação dunar”. Impactes de baixa intensidade, como o pisoteio assíduo, também causam a destruição da vegetação, podendo a sua recuperação natural levar anos (J Ferreira & Laranjeira, 2000).

Neste local, a inexistência de organização perante o ordenamento do território, referente aos acessos pedonais e de veículos, é bastante notória, obrigando as pessoas a deixarem os carros mal-estacionados, geralmente em cima das dunas ou estacionam no Cabo da Malha, e depois caminham sobre as dunas e sobre a arriba até chegarem à praia. Também o facto de alguns apoios de praia estarem perto do mar leva à fragmentação do sistema dunar (J. C. Ferreira et al., 2020).

Esta perturbação no ecossistema dunar provocada pela abertura de caminhos de acesso à praia de forma desordenada e não sobrelevada, fragmenta o ecossistema e provoca “brechas” e “depressões” aproveitadas pelos agentes erosivos, seja pelo mar em situações de tempestade ou de marés vivas, seja pelo vento formando “*blowout*” podendo levar à rotura da duna (J. C. Ferreira et al., 2020).

Estes caminhos não funcionam somente como “sede de deflação, transporte longitudinal e deposição da areia”, assim sendo são descritas como barreira, porque impossibilitam os fluxos transversais de organismos, conseqüentemente são responsáveis pela diminuição da conectividade funcional do mosaico ecológico onde se encontram (M. M. C. Laranjeira, 2009).

Contudo, a existência de germinação demonstra a capacidade de resiliência do sistema, sendo preponderante a longo prazo, devido à subida do nível médio da água do mar levando ao recuo da linha de costa, decorrente dos processos erosivos e de inundação, e aumento da frequência das cheias (J. C. Ferreira et al., 2020).

Este tipo de pisoteio provoca a destruição da vegetação acabando por promover a colonização das areias por espécies invasoras, e ainda promove a intensificação da movimentação das partículas arenosas por todo o sistema dunar, o que pode levar ao aparecimento, mais para o interior, de espécies típicas das areias de praia (J. C. Ferreira et al., 2020; C. V. P. De Sousa, 2010).



Figura 5.11. Área do Cabo da Malha; Fotografia tirada a 26 de Maio de 2021;

6. Metodologia

Ao longo dos anos, o litoral em análise tem vindo a tornar-se mais apelativo para recreação e turismo à escala regional, levando à formação de uma rede desordenada de caminhos de acesso à praia e conseqüente degradação da duna frontal. Neste sentido, a identificação de áreas com elevada vulnerabilidade e risco biofísico é a base fundamental para a definição de estratégias e medidas de gestão ambiental, aplicadas a um certo território litoral (J Ferreira & Laranjeira, 2000).

A presente dissertação tem como principal objetivo o desenvolvimento de um projeto de requalificação da área da praia da Adiça. Para tal, procedeu-se a uma avaliação da vulnerabilidade e risco, através do desenvolvimento de uma lista de controlo (*checklist*), composta por uma análise-multicritério.

Procedeu-se à caracterização de diferentes *checklists*, que em certa parte se complementam e são necessárias para desenvolver a *checklist* que irá ser aplicada nesta dissertação. Seguidamente, realizou-se a seleção de alguns parâmetros necessários à classificação da vulnerabilidade da zona consoante cada parâmetro.

A sua aplicação, com base na avaliação *in situ*, teve lugar a 7 de dezembro de 2021. O facto de não ser aplicada em época balnear foi propositado, de modo a se conseguir avaliar evolução do sistema dunar após meses de elevada afluência e de extrema procura e utilização.

O presente capítulo inicia-se com uma descrição dos conceitos de vulnerabilidade biofísica e risco, necessários para a compreensão do método que irá ser realizado na praia em estudo. Posteriormente, destacam-se os critérios de vulnerabilidade avaliados em cada uma das *checklists* apresentadas.

6.1. Avaliação da Vulnerabilidade

A vulnerabilidade das dunas costeiras é o resultado da junção das interações ocorridas entre diversos fatores, nomeadamente a vegetação, a agitação marítima, o vento, a pressão antrópica e a geomorfologia (García-Mora et al., 2001). Difere no espaço e no tempo, consoante o grau de utilização levado a cabo pelo homem (S. A. F. da Silva, 2012).

Para J Ferreira & Laranjeira, 2000, a vulnerabilidade biofísica, que completa a vulnerabilidade territorial (JC Ferreira, 2004), é o grau de suscetibilidade dos sistemas biofísicos a uma degradação irreversível, quando a sua capacidade de resiliência é ultrapassada. É a

capacidade de voltar ao seu equilíbrio dinâmico original após ter sido submetido a uma perturbação (P Silva et al., 2004).

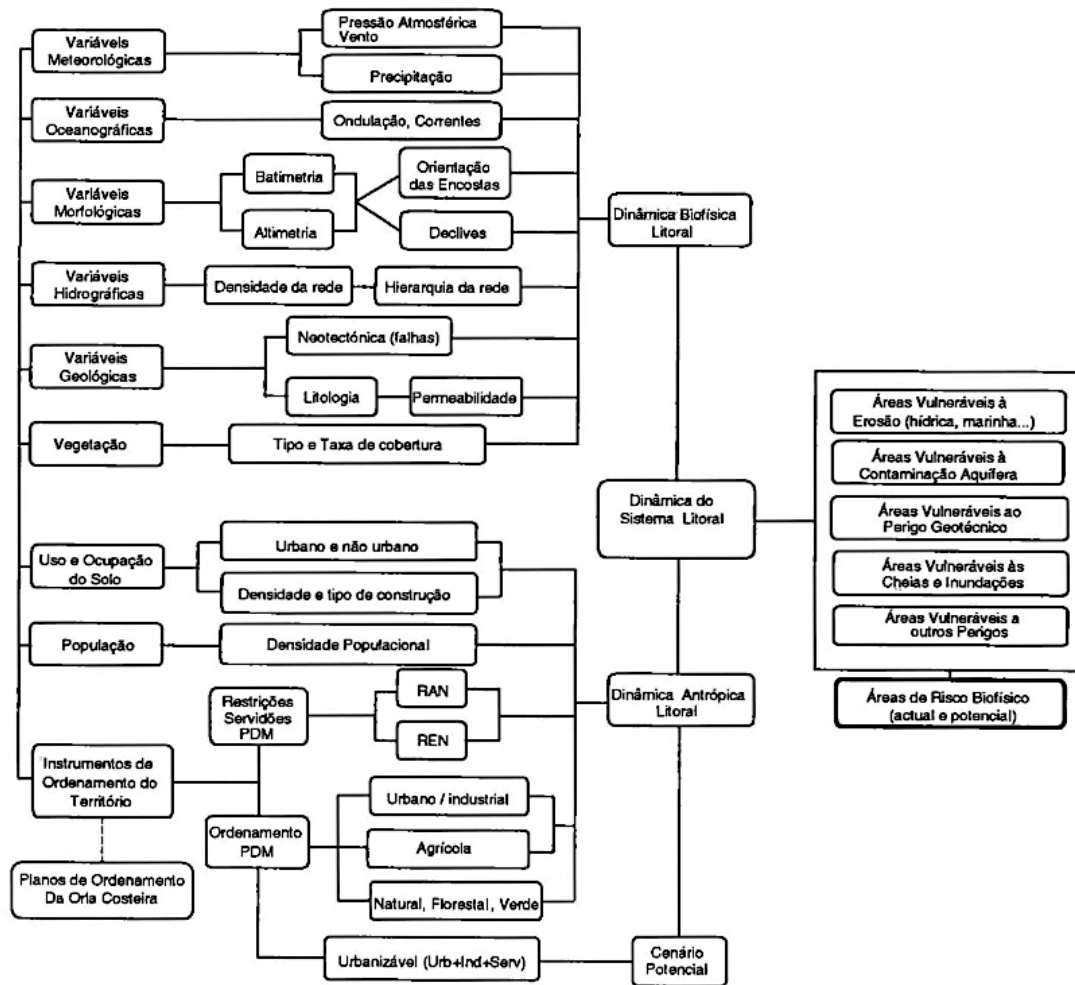
No sentido em que existem níveis diferentes de vulnerabilidade biofísica (Tabela 6.1), existem diferenças quanto à capacidade de resiliência, ou seja, à autorregulação dos sistemas biofísicos. Assim sendo, a avaliação deve estabelecer um período de tempo abrangente, de modo a que seja possível monitorizar e avaliar a regeneração do sistema (J Ferreira & Laranjeira, 2000).

Tabela 6.1. Níveis de vulnerabilidade biofísica em função do nível de resiliência do sistema.

Nível de Vulnerabilidade dunar	Sensibilidade	Descrição
0	Baixa e limiar de resiliência não ultrapassado	<ul style="list-style-type: none"> O grau de transformação da duna não põe em risco a sua autorregulação; Maior pressão de uso pode ser suportada desde que sejam impostas medidas gerais de ordenamento e gestão.
1	Variável e aproximando-se do limiar de resiliência	<ul style="list-style-type: none"> Sinais de degradação localizada, mas que não coloca em risco a autorregulação da duna; Restrição parcial a uma pressão de uso superior, podendo ser necessário medidas específicas de ordenamento e gestão.
2	Elevada e limiar de resiliência ultrapassado	<ul style="list-style-type: none"> Degradação severa generalizada, sem sinais de autorregulação da duna; Total restrição a uma maior pressão de uso sendo essencial a aplicação de medidas específicas e restritivas de ordenamento e gestão

Fonte: adaptado de (J Ferreira & Laranjeira, 2000; Patrícia Silva, 2014).

O modelo presente na Figura 6.1 resume as variáveis necessárias para a avaliação da vulnerabilidade e do risco biofísico. Neste sentido, compreende-se que a dinâmica dos sistemas litorais depende da ligação de duas dinâmicas, nomeadamente, biofísica litoral e antrópica litoral (J Ferreira & Laranjeira, 2000).



Fonte: (J Ferreira & Laranjeira, 2000).

Figura 6.1. Modelo Conceptual de avaliação de Vulnerabilidade e Risco de Áreas Costeiras.

A lista de controlo (*checklist*) baseada na capacidade de resiliência prende-se com o estudo do nível de pressão que cada uso exerce sobre o sistema, interligando-o com o limiar de resiliência. Sendo possível a identificação das variáveis mais vulneráveis e, posteriormente, quais as medidas e estratégias necessárias a ter, de modo a mitigar os efeitos de pressão sentidos (Ana Ramos-Pereira & Laranjeira, 2002; C. V. P. De Sousa, 2010). É preponderante para alcançar uma gestão costeira adequada, bem como para a seleção das melhores estratégias de adaptação a partir da análise custo-benefício (Cardona, 2015).

Este tipo de método é, frequentemente, aplicado nas dunas frontais, pois apresentam maior mobilidade morfológica natural induzida pela ação antrópica (Patrícia Silva, 2014).

6.1.1. Identificação dos critérios de vulnerabilidade

A lista de controlo desenvolvida tem por base as *checklists* elaboradas por J Ferreira & Laranjeira (2000), Ramos-Pereira & Laranjeira (2002), Patrícia Silva (2014), C. V. P. De Sousa (2010), García-Mora et al.(2001), Williams et al. (2011), Garcia-Lozano et al. (2020), JC Ferreira (2004) e Pancada (2011).

Assim sendo, é necessário explicar duas *checklists*, nomeadamente a GAVAM e a RESILIÊNCIA, que pretendem avaliar o nível de pressão sobre o sistema, interligando-o com a capacidade de carga e com a capacidade de resiliência, proporcionando a verificação das componentes mais vulneráveis do sistema.

A criação de uma *checklist* inicia-se com a análise ao índice de vulnerabilidade costeira (IV) (Tabela 6.2), a partir da avaliação das componentes da vulnerabilidade biofísica do sistema dunar, respetivamente, alimentação em areia do sistema dunar, erosão dunar, degradação ou destruição por pressão de uso, ordenamento e gestão do local e fixação das areias pela vegetação (Tabela 6.3). Posteriormente, é necessário considerar duas componentes suplementares A e B, que correspondem, respetivamente, ao uso do solo marginal ao sistema dunar e a atratividade turística do mesmo (J Ferreira & Laranjeira, 2000; Patrícia Silva, 2014; C. V. P. De Sousa, 2010).

Tabela 6.2. Caracterização dos grupos de sistemas dunares do SW da Península Ibérica, definidos pelos índices de vulnerabilidade.

Grau de Vulnerabilidade	Grupo	Caracterização
Baixo (IV<30%)	1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistemas dunares bastante resilientes; ✓ IV parciais baixos; ✓ Conjunto de grandes dunas paralelas em sistemas dunares longos; ✓ Baixa perturbação humana.
Baixo a Médio (30%<IV<45%)	2	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vulnerabilidade devida às características geomorfológicas; ✓ Praias e cordão litoral estreitos; ✓ A erosão deve-se essencialmente ao pisoteio que é também responsável pela fragmentação, juntamente com as estradas de acesso às praias; ✓ Baixa pressão turística e desenvolvimento de dunas embrionárias.
Média a Elevado (45%<IV<60%)	3	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Vulnerabilidade é devida essencialmente às características geomorfológicas e à influência marinha; ✓ A vegetação com a influência eólica afeta a vulnerabilidade total; ✓ Défice de alimentação sedimentar e forte erosão marinha; ✓ Praias e cordão litoral estreito com vegetação deteriorada, <i>blowouts</i> e galgamentos oceânicos (<i>washovers</i>).
Elevado (IV>60%)	4	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sistemas dunares muito vulneráveis devido à pressão humana; ✓ Destacam-se as construções sobre as dunas; ✓ Sistemas reduzidos a uma duna frontal muito fragmentada.

Fonte: Patrícia Silva (2014).

Tabela 6.3. Componentes e variáveis da vulnerabilidade dunar consideradas na lista de controlo de resiliência.

Descritor	Variáveis
Erosão Dunar (ED)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existência de arriba talhada em duna, galgamentos oceânicos, brechas, <i>blowouts</i> (Sendo obtido em % do comprimento da frente dunar ou da área do sistema); ✓ Areia soprada para o interior a partir do sistema dunar.
Alimentação em Areia (AA)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existência de dunas recentes ou embrionárias; ✓ Colmatação de brechas, de <i>blowouts</i> e de galgamentos oceânicos, obtido em %.
Fixação das Areias pela Vegetação (FV)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Superfície do sistema dunar não vegetada; ✓ Superfície da frente dunar vegetada; ✓ Estado de danificação das plantas, obtido em %.
Degradação Dunar ou Degradação por Pressão do Uso (DPU)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Degradação associada a caminhos, veículos, equitação, campismo, construção, extração de areias, campos desportivos, atividades ligadas à pesca.
Estado de Conservação ou Ordenamento do Território (OG)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existência e eficácia de ordenamento dos caminhos, painéis de informação, vigilância e controlo da pressão do uso; ✓ Armadilhas de areia, plantação de vegetação, alimentação artificial da praia ou da duna (medidas específicas), restrição do acesso (medidas restritivas), obras costeiras.
Uso do solo marginal (A)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Existência de mato, área florestada, área agricultada, área urbana dispersa ou consolidada, vias de comunicação, campos desportivos, campismo;
Atratividade turística do sistema dunar (B)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alojamento na área; ✓ Acessibilidade e estacionamento; ✓ Espaços de lazer; ✓ Nível de desenvolvimento da atividade balnear.

Fonte: J Ferreira & Laranjeira (2000); Ana Ramos-Pereira & Laranjeira (2002); Patrícia Silva (2014); C. V. P. De Sousa, (2010).

Os descritores e respectivas variáveis destacados nas *checklists* estão associados aos três níveis de vulnerabilidade (indicados na Tabela 6.1). Assim sendo, a cada variável descrita na Tabela 6.3, é atribuído um dos três níveis de vulnerabilidade representados na Tabela 6.1.

O modo como a atribuição de um nível de vulnerabilidade a cada variável é efetuada está representado na secção Anexos. Este processo repete-se para cada um dos cinco descritores/categorias de fatores modeladores, remetendo-se para os Índices Parciais de Vulnerabilidade (IV_i), que servem para identificar o processo dominante de perda de resiliência do sistema (Patrícia Silva, 2014).

O cálculo destes índices parciais, explicitado nos Anexos, resulta no valor, em percentagem, da vulnerabilidade para cada descritor (Ana Ramos-Pereira & Laranjeira, 2002). Os Índices Parciais de Vulnerabilidade dividem-se em quatro grupos, de acordo com a percentagem de vulnerabilidade do sistema dunar (Tabela 6.2), no contexto do descritor em análise.

Por forma a se obter o valor do Índice de Vulnerabilidade da resiliência do sistema dunar, de acordo com a *checklist* da Resiliência, calcula-se a média aritmética dos cinco Índices Parciais de Vulnerabilidade, conforme representado na equação seguinte:

$$IV (RESILIÊNCIA) = \frac{IV_{ED} + IV_{AA} + IV_{FV} + IV_{DPU} + IV_{OG}}{5}$$

O valor resultado do Índice de Vulnerabilidade será, também, interpretado de acordo com os elementos da Tabela 6.2.

Adicionalmente à *checklist* de Resiliência, existe a *checklist* GAVAM (*Geomorphology condition, Aeolian Influence, Vegetation Condition, Anthropogenic Activities, Marine Influence*), determinante no cálculo do Índice de Vulnerabilidade (IV), de acordo com a panóplia de agentes modeladores da dinâmica costeira, tanto de origem natural como de origem humana (Patrícia Silva, 2014).

Tabela 6.4. Categorias e Variáveis selecionadas na checklist integrada.

Índices	Descrição
Índice Geomorfológico- Sedimentar do Sistema Dunar (IGD)	✓ Características geomorfológicas e sedimentares das dunas costeiras que definem o volume de sedimentos acumulados no sistema dunar, preponderante para a capacidade amortizadora do sistema relacionado com os efeitos marinhos, eólicos e antrópicos.
Índice de Incidência Marinha (IIM)	✓ Efeitos imediatos do mar, avaliando as características das ondas, perfil de praia, marés e efeitos sobre as dunas costeiras.
Índice de Incidência Eólica (IIE)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efeitos eólicos, erosivos ou acumulativos, a partir do suprimento arenoso; ✓ Fatores de interseção e redução da velocidade do vento, especificamente a vegetação dunar e os elementos de instabilidade e rutura do sistema.
Índice de Características da Vegetação (ICV)	✓ Vegetação e a respetiva capacidade para fazer a retenção do sedimento disponível, particularmente a partir da caracterização dos tipos funcionais com diferentes capacidades de fixação das areias e estruturação das dunas.
Índice de Pressão de Uso (IPU)	✓ Impactos produzidos sobre os cordões dunares, que podem conduzir a transformações do sistema ou eliminação parcial ou total.

Fonte: Patrícia Silva (2014).

O somatório das diferentes classificações para cada tipologia (representadas na Tabela 6.4, calculada como a percentagem do valor máximo possível determina o índice de vulnerabilidade parcial para esse fator de perturbação. O valor dos índices varia entre 0 e 100% (Patrícia Silva, 2014).

Assim sendo, para procedermos ao cálculo do Índice de Vulnerabilidade Total (IV), de acordo com a *checklist* GAVAM, para o local em estudo é necessário aplicar a seguinte equação:

$$IV (GAVAM) = \frac{GD + IIM + IIE + ICV + IPU}{5}$$

É necessário compreender os diferentes tipos de *checklists* com o intuito de perceber qual o melhor que se aplica ao local em estudo. Posto isto, a *checklist* aplicada a esta dissertação é a *checklist* que irá obter o índice de vulnerabilidade da resiliência do sistema dunar, tendo sido caracterizada e apresentada no Anexo I.

Decidiu-se aplicar a *checklist* de Resiliência devido à Revisão de Literatura e à análise de diferentes trabalhos. Considerou-se que os descritores presentes na *checklist* de Resiliência estariam mais adequados à área de estudo, sendo estes mais fáceis de aplicar.

7. Análise e Discussão de Resultados

O equilíbrio dos ecossistemas dunares depende da conservação da vegetação. Apesar das plantas que colonizam as areias apresentarem capacidades ecológicas adaptativas, que possibilitam a sobrevivência das mesmas em meio adverso, também exibem uma enorme intolerância a mudanças desenvolvidas pelo ser humano (C. V. P. De Sousa, 2010).

Assim sendo, o acentuado pisoteio que originou diversos caminhos que atravessam o sistema dunar da Praia da Adiça é um fator de vulnerabilidade que pode levar à diminuição da capacidade de resiliência do ecossistema dunar.

As praias mais vulneráveis, como é o caso da praia da Adiça, são as que apresentam menor riqueza específica e uma elevada cobertura de espécies dos Tipos II e III (Patrícia Silva, 2014). Após a ida à praia, foi possível identificar a presença de espécies como *Otanthus maritimus*, *Eryngium maritimum*, *Carpobrotus edulis*, *Elymus farctus* e de *Ammophila arenaria*.

Através da Tabela 4.4, constata-se que as espécies *Ammophila arenaria*, *Otanthus maritimus*, *Eryngium maritimum*, *Carpobrotus edulis* e *Elymus farctus* correspondem a espécies do grupo funcional do tipo III, caracterizadas por adquirirem uma elevada resistência ao soterramento e por serem responsáveis pela retenção sedimentar e estruturação das dunas.

A *Ammophila arenaria* (estorno) desenvolve-se por propagação vegetativa e apresenta raízes profundas que auxiliam no controlo da erosão, sendo fundamental para a fixação da areia e estabilização da duna. Normalmente, esta espécie encontra-se na crista do primeiro cordão dunar, local onde a areia apresenta maior mobilidade. (Ciccarelli et al., 2012; Rodrigues, 2020; P Silva et al., 2004; Patrícia Silva, 2014).



Figura 7.1. Presença de *Ammophila arenaria*.

Segundo J. C. Costa (2001), esta espécie não é resistente a inundações frequentes, acabando por morrer e possibilitando o desenvolvimento do *Elymus farctus* e *Otanthus maritimus*.

A espécie *Elymus farctus* (feno-das-areias) costuma estar presente na alta praia, ocupando a face anterior do primeiro cordão dunar. É definida como sendo uma das plantas pioneiras na colonização da duna, é resistente à salinidade e à instabilidade do substrato. Assim sendo, a presença da mesma é um bom indicador de desenvolvimento e potencial de recuperação da duna (Martinho et al., 2013; Rodrigues, 2020).

Nos locais onde se nota o *stress* ambiental, derivado da elevada mobilidade da areia, bem como à predominância da deflação sobre a deposição e à elevada salinidade, a *Elymus farctus* predomina em detrimento de *Ammophila arenaria* (M. M. Laranjeira & Ramos-Pereira, 2013).

A espécie *Medicago marina* é preponderante na recolonização inicial dos caminhos, uma vez findado o pisoteio, ou seja, é fundamental na regeneração de uma duna frontal fragmentada (M. M. C. Laranjeira, 2009). Perante outras espécies, esta têm uma elevada competitividade relativamente à recolonização inicial da areia deixada “livre” pela anulação da vegetação pré-existente após o pisoteio (C. V. P. De Sousa, 2010).

O pisoteio origina uma transformação na estrutura das comunidades de plantas da duna frontal, assim sendo, após a morte de plantas da espécie *Ammophila arenaria*, emerge a *Medicago marina* (M. M. Laranjeira & Ramos-Pereira, 2013; C. V. P. De Sousa, 2010).

Como foi possível constatar, a praia apresenta um elevado número de caminhos não ordenados com acesso à praia, logo as areias são facilmente movimentadas pelo vento, promovendo a proliferação desta espécie.



Figura 7.2. Existência de *Ammophila arenaria* no sistema dunar.

A reduzida presença de *Ammophila arenaria* no sistema dunar, assim como a aparência seca e fragilizada das suas raízes, demonstradas na Figura 7.2, são evidências do quão fragilizado o sistema dunar se encontra. Ainda assim, retratam um forte avanço do mar, com a eliminação da frente dunar (P Silva et al., 2004). Destaca-se, contudo, a existência de feno-das-areias na frente dunar, sendo um fator positivo neste sistema.

Como o sistema dunar em estudo não apresenta uma elevada quantidade de *Ammophila arenaria*, é também espectável que a zona esteja a ser dominada por *Medicago marina*. Sendo que esta dominância confirma a elevada perturbação da zona de estudo.



Figura 7.3. Existência de *Euphorbia Paralias* na duna.

Verificou-se a presença da espécie *Euphorbia paralias* (Figura 7.3), uma planta vivaz, rizomatosa, que surge preferencialmente na vertente a barlavento da duna frontal, adaptando-se facilmente à elevada mobilidade dos sedimentos e ao soterramento pela areia (M. M. C. Laranjeira, 2009). Esta espécie ocupa as dunas primárias e auxilia na fixação da areia móvel, contribuindo para a consolidação do cordão dunar, contudo não contribui para o desenvolvimento em altura da duna frontal (M. M. C. Laranjeira, 2009; Martinho et al., 2013).



Figura 7.4. Existência de Cardo-Rolador (*Eryngium maritimum*) na duna.

Uma das espécies que abunda a frente dunar é o cardo-marítimo ou cardo-rolador (*Eryngium maritimum*), como observado na Figura 7.4. É uma espécie endêmica, natural de Portugal e da zona do mediterrâneo. A sua existência poderá ser indicativa da fragilidade do ecossistema, a presença desta espécie impossibilita os mamíferos de circularem livremente pela zona, devido aos espinhos.

A espécie *Eryngium maritimum* é bastante resistente à perturbação e ausência de outro tipo de espécies companheiras na duna primária (P Silva et al., 2004; Patrícia Silva, 2014). A plantação da mesma na duna seria uma medida vantajosa de reconstrução dunar, visto que confere estabilidade à duna.



Figura 7.5. Existência de cordeirinho-da-praia (*Otanthus maritimus*).

Otanthus maritimus, encontra-se tipicamente presente em dunas embrionárias, estando associada à espécie o com *Elymus farctus* (Ciccarelli et al., 2012).

A existência de cordeirinho-da-praia (*Otanthus maritimus*) (Figura 7.5) indica que, desde a época balnear até ao dia da visita ao local, a duna foi recuando, não tendo sido regenerada. Esta espécie tem facilidade em adaptar-se a ambientes com elevada luminosidade e temperatura, desenvolvendo estratégias contra a perda de água (Daniela et al., 2009; Rodrigues, 2020; C. V. P. De Sousa, 2010).

Um ponto a destacar relativamente à importância da vegetação, especificamente neste estudo, é que algumas destas espécies são indicativas do estado das zonas onde habitam. Ou seja, quanto menor for a quantidade de espécies no local, menor será estabilidade e maior vulnerabilidade da duna (Lourenço, 2012).

A monitorização da vegetação permite supervisionar este tipo de sistemas, dado que irá demonstrar a resposta do ecossistema dunar perante os fatores de perturbação, intensidade e frequência aos quais foi sujeita. Ou seja, a avaliação da riqueza, da cobertura dos 3 grupos funcionais e do tipo de espécies existentes no local é preponderante para recolher informações sobre as condições dunar e para identificar fontes de perturbação (P Silva et al., 2004).

A visita à área de estudo, que permitiu uma profunda caracterização da vegetação dunar e, por conseguinte, a avaliação preliminar qualitativa do estado de vulnerabilidade do sistema dunar apresentado anteriormente, contribuiu, também, para a aplicação da *checklist* de resiliência. A aplicação desta *checklist* permitiu uma análise mais detalhada e quantitativa da vulnerabilidade do sistema.

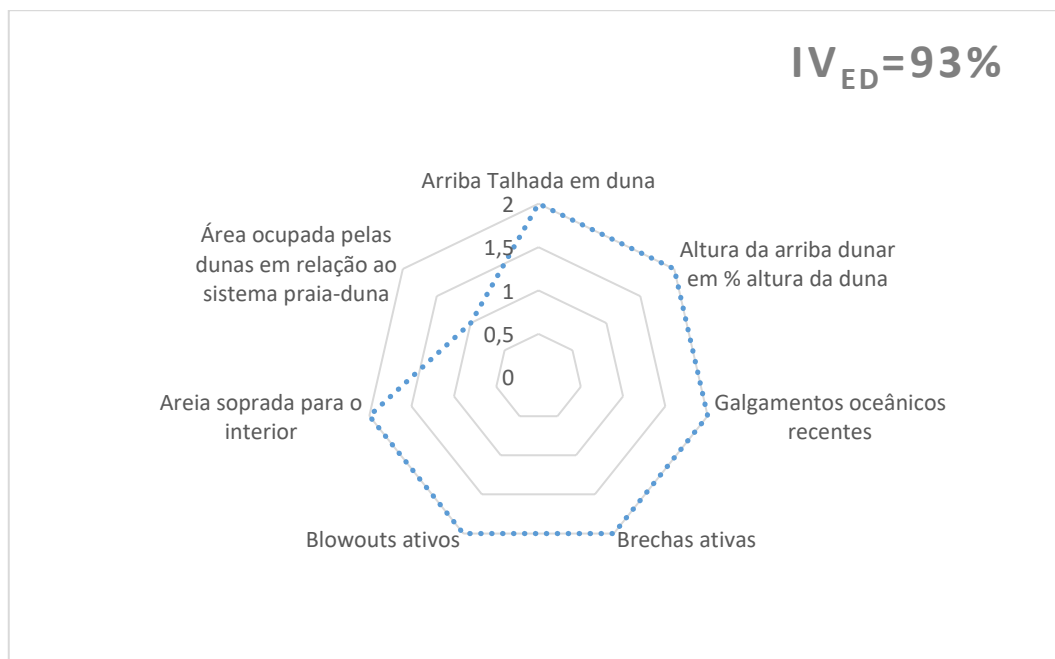


Figura 7.6. Gráfico radar relativo ao estado da erosão do sistema dunar.

O gráfico da Figura 7.6 traduz o índice de vulnerabilidade parcial relativo ao estado de erosão do sistema dunar. Este apresenta um valor de vulnerabilidade alto, respetivamente 93%, o que era espectável, de acordo com a informação previamente apresentada e recolhida durante a visita para recolha de dados.

O sistema praia-duna caracteriza-se pela praia e pelo cordão dunar frontal que o constituem, apresentando assimetrias ao longo de toda a área, destacando a variação da largura do sistema e ainda o estado de conservação do mesmo. A largura do sistema é condicionada, em parte, pela largura da própria planície litoral, enquanto que a largura do campo dunar é condicionada pela presença da vertente escarpada, condicionando internamente a planície litoral, no sentido em que forma obstáculos à circulação dos sedimentos para o interior (SOUSA, 2015).

A existência da arriba fóssil, face à subida do nível do mar, pode condicionar na recuperação da vegetação no sistema dunar, pois provoca um recuo do indicador de linha de costa. Assim sendo, como a praia da Adiça, se situa mais a sul da Fonte da Telha, local onde a linha de costa se encontra mais próxima da arriba, salienta-se a o funcionamento da arriba fóssil como condicionante à demarcação das linhas de recuo (SOUSA, 2015). Relativamente à arriba

fóssil, a principal forma de erosão que mais afeta este elemento é a erosão pluvial, pois origina um forte abarrancamento (J. C. Ferreira et al., 2020).

Relativamente aos acessos à praia destaca-se os caminhos “de pé posto” que atravessam a zona de acacial, que não são delimitados, mas que infelizmente encontram-se bem definidos. Na área em estudo, a ligação pedonal não obedece a caminhos ordenados ou consolidados, fazendo-se livremente por todo o cordão dunar nos espaços entre equipamentos (CMA, 2011).

A abertura destes caminhos de acesso à praia promove a fragmentação do ecossistema, originando brechas, depressões e *blowouts* que podem levar à rotura da duna. É de frisar, como fator destabilizador do ecossistema, a elevada quantidade de brechas e de *blowouts* patentes no local. Sendo este um dos motivos pelos quais foi atribuído o nível 2 às componentes *blowouts* ativos e brechas ativas.



Figura 7.7. Blowouts na Fonte da Telha.

A existência de caminhos não ordenados dificulta, chegando mesmo a impedir, a regeneração da vegetação. Estes acessos contribuem para a destruição da vegetação e, conseqüentemente, para o desenvolvimento de corredores de deflação nos quais a areia solta é facilmente movimentada pelo vento, degenerando em formas de erosão bem definidas como *blowouts* (Figura 7.7).



Figura 7.8. Caminhos não ordenados de acesso à praia.

Na Figura 7.8, está ilustrado um dos diversos caminhos não ordenados que dão acesso à praia. O desenvolvimento deste caminho ocorre devido à mobilização das areias, por falta de coberto vegetal. As areias são facilmente transportadas pelo vento, acabando por seguir em direção ao interior, promovendo o aumento progressivo da largura e comprimento do caminho.

O índice de vulnerabilidade relativo à erosão dunar é um dos mais importantes na gestão das zonas costeiras, no sentido em que se foca na degradação dos recursos da costa, acabando por colocar em causa a sua atratividade, resiliência e sustentabilidade, com impactos no bem-estar da população (H. F. da S. R. de Almeida, 2019).

Assim sendo, para tornar os fenómenos ocupação das zonas costeiras e erosão dunar compatíveis é necessário que haja um melhoramento na gestão deste ecossistema (Dias, 2005).

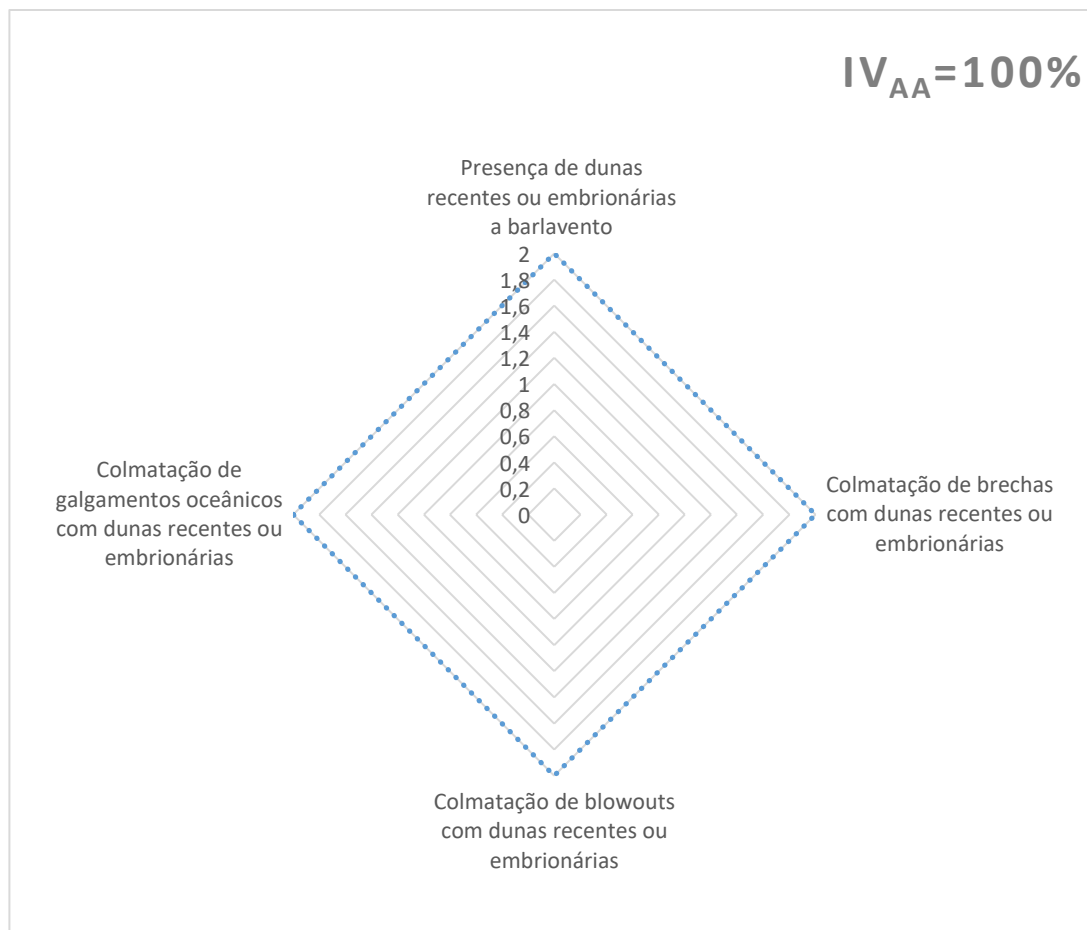


Figura 7.9. Gráfico radar relativo ao estado de alimentação em areia do sistema dunar.

A Figura 7.9 correspondente ao índice de vulnerabilidade parcial relativo ao estado de alimentação em areias, sendo que este obteve o máximo valor possível, indicando que este sistema dunar apresenta um grau de vulnerabilidade muito elevado. As componentes que mais contribuem para este elevado valor de vulnerabilidade são o grande *deficit* de alimentação em areia e a degradação da vegetação (C. V. P. De Sousa, 2010).

O facto de haver uma panóplia de caminhos de acesso à praia faz com que a mesma esteja mais exposta a fenómenos de galgamentos oceânicos, ao desenvolvimento de brechas e de *blowouts*. Assim sendo, foi atribuído a todas as variáveis deste sistema o nível 2.

É importante defender a duna primária, dado ser a zona mais vulnerável ao pisoteio e com maior exposição ao vento e ao mar, principalmente nos locais que apresentam menor percentagem de área coberta pela vegetação e que se encontrem junto aos acessos principais das praias, como é o caso da praia em estudo (Rodrigues, 2020).

Relativamente aos riscos associados a galgamentos oceânicos, estes derivam do estreitamento da planície litoral a sul, deixando de haver um cordão dunar com a extensão e

consolidação que existe a norte (CMA, 2011). O facto do perfil estar muito aplanado, não havendo uma diferença significativa no valor da cota entre a zona oceânica e o cordão dunar, acaba por promover o aparecimento de galgamentos oceânicos (CMA, 2011).

Mais a sul, o afastamento ao centro urbano e a diminuição dos utentes das praias, bem como a orientação para corredores de atravessamento bem definidos refletem-se positivamente no potencial de recuperação morfológica. Neste local, a tendência erosiva deixa de ser tão notória, refletindo a melhoria no desenvolvimento das dunas e no seu estado de conservação (Rodrigues, 2020).

A aplicação de um sistema de alerta seria vantajosa para esta praia, alcançando uma monitorização e uma recolha de dados mais detalhada. O facto de ser uma praia com vulnerabilidade e com alguns riscos de galgamentos indica que este sistema seria uma salvaguarda de pessoas e bens que se encontram na zona de risco identificada (Filipa & Alves, 2014).

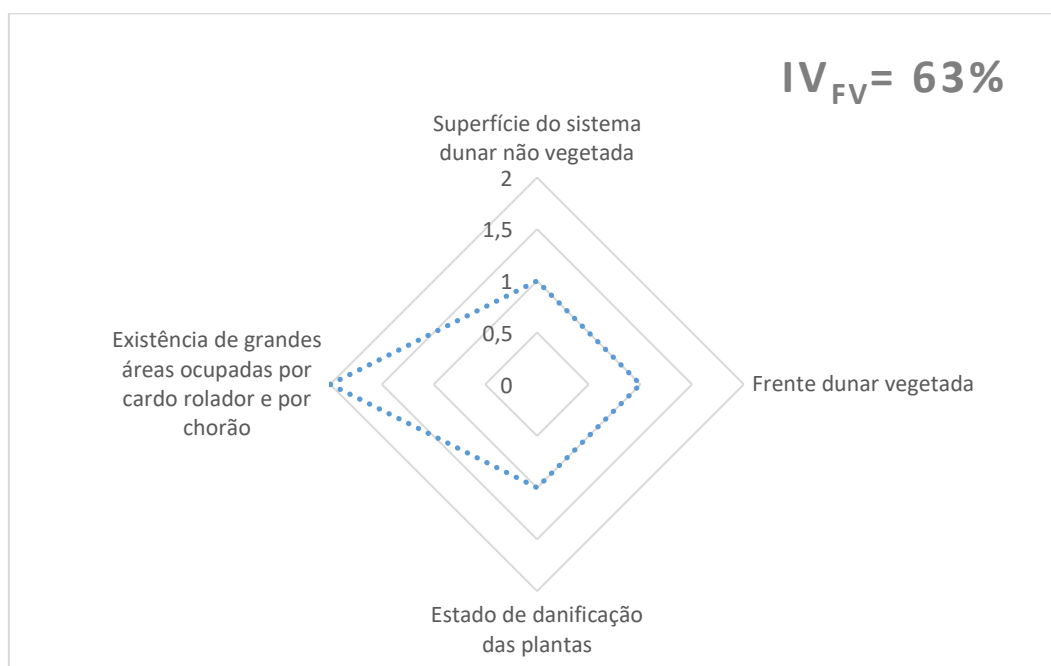


Figura 7.10. Gráfico radar relativo ao estado de fixação das areias pela vegetação do sistema dunar.

Relativamente ao índice do estado de fixação das areias pela vegetação, o mesmo apresenta um valor elevado, de 63%, o que era esperado devido à quantidade de espécies do tipo III existentes na frente dunar, salientando-se que uma menor quantidade de espécies é sinal de uma menor estabilidade e consequentemente maior vulnerabilidade da duna.

As dunas frontais costeiras são habitats extremamente seletivos para plantas (Ciccarelli et al., 2012). Na área em estudo, foi possível verificar-se a colonização de *Euphorbia paralias* e de *Otanthus maritimus* nas dunas embrionárias. Era espectável que a frente dunar fosse dominada tanto por *Ammophila arenaria*, como também por *Elymus farctus*.

Relacionando as variáveis da Figura 7.10 com as da Figura 7.6 e da Figura 7.9, confirma-se que quanto maior for a quantidade de *blowouts* existentes no sistema, menor será a área vegetada.

Uma das medidas possíveis de aplicar para diminuir este índice seria o desenvolvimento de um viveiro de plantas dunares, estando-se, assim a garantir, a origem geográfica e genética apropriada (Patrícia Silva, 2014). É uma medida duradoura que pode ser facilmente adota pelas entidades competentes.

A plantação acaba por ser uma iniciativa de gestão do sistema, que promove a junção do ser humano com o meio ambiente. É preponderante este tipo de ações, uma vez que têm a capacidade de promover e desenvolver a consciência e a educação ambiental da população, acabando por encorajar e motivar a mesma a conservar a biodiversidade (Prisco et al., 2021).

O pisoteio promove a colonização das areias por espécies exóticas, como é o caso do chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*). Esta espécie tem um elevado valor competitivo, impede a proliferação das espécies autóctones (Patrícia Silva, 2014).



Figura 7.11. Existência de chorão-das-praias (*Carpobrotus edulis*) na praia da Adiça.

Segundo M. M. C. Laranjeira (2009), a espécie *Carpobrotus edulis* é uma planta exótica capaz de suportar uma deposição moderada de areia. São espécies herbáceas e perenes de crescimento lento, que através de rizomas e estolões formam sementes acabando por possibilitar a sobrevivência efetiva e expansão deste tipo de espécies (Seoane et al., 2007).

Surge ao longo do cordão dunar, preferencialmente nas zonas mais perturbadas, refletindo o estado de degradação do sistema no sentido em que influencia negativamente nos processos de formação dunar ao fixar as areias e substituindo a vegetação nativa (Rodrigues, 2020; C. V. P. De Sousa, 2010).

Posto isto, é necessário monitorizar a evolução desta espécie, uma vez que esta tem a capacidade de alterar a morfologia do sistema dunar, dado que interfere com os processos de transporte e deposição da areia pelo vento (Patrícia Silva, 2014; C. V. P. De Sousa, 2010).



Figura 7.12. Frente dunar dominada por Cardo-Rolador e por Chorão-das-praias.

Outra medida seria a remoção do chorão e de cardo rolador com o objetivo de promover a colonização de plantas naturais estabilizadoras e construtoras das dunas. São espécies exóticas que acabam por dominar perante outras, impossibilitando a evolução das espécies nativas.

Também a aplicação de armadilhas de areia e a plantação de espécies como o estorno e o feno-das-areias são medidas que devem ser implementadas (Rodrigues, 2020; Sofia et al., 2010).

A erradicação de espécies exóticas invasoras dos ecossistemas naturais, em geral, é uma das questões pendentes na gestão da conservação e restauração, devido ao impacto real e potencial que provocam na biodiversidade nativa e nos processos ecossistêmicos. Deste modo, qualquer tipo de espécie exótica deve ser eliminada do sistema através de um plano de erradicação sustentado no espaço e no tempo (Seoane et al., 2007).

Normalmente, a administração estadual ou regional, bem como as associações cidadãs de proteção da natureza realizam ações para erradicar este tipo de espécie exótica. Contudo estas ações são pontuais, sem continuidade no tempo e com pouca abrangência espacial, sendo normalmente restrita a áreas naturais protegidas (Seoane et al., 2007).



Figura 7.13. Frente Dunar.

Através da Figura 7.13, é possível confirmar que a frente dunar está dominada por *blowouts*.

A praia da Adiça é atravessada por cursos de água, cuja foz é desviada para sul, evidenciando a deriva litoral predominante de Norte para Sul, devido à incidência oblíqua da ondulação dominante (M. M. Laranjeira & Ramos-Pereira, 2013; A Ramos-Pereira & Laranjeira, 2002).



Figura 7.14. Linhas de água do sistema dunar.

As linhas de água que atravessam a duna, identificadas na Figura 7.14, acabam por ser um fator negativo porque promovem a fragmentação do sistema dunar. Este fenómeno é intensificado durante episódios de tempestade e também nos eventos das entradas nas dunas, levando ao desenvolvimento de dunas.

Esta área é bastante permeável devido ao tipo de solos e ao tipo de areias. A utilização de fertilizantes nos terrenos agrícolas existentes fazem com que os lençóis freáticos estejam contaminados, ou seja, as baixas cotas e a permeabilidade dos terrenos, insinuam que as reservas de água presentes no subsolo possam estar contaminadas com água salgada (CMA, 2011).

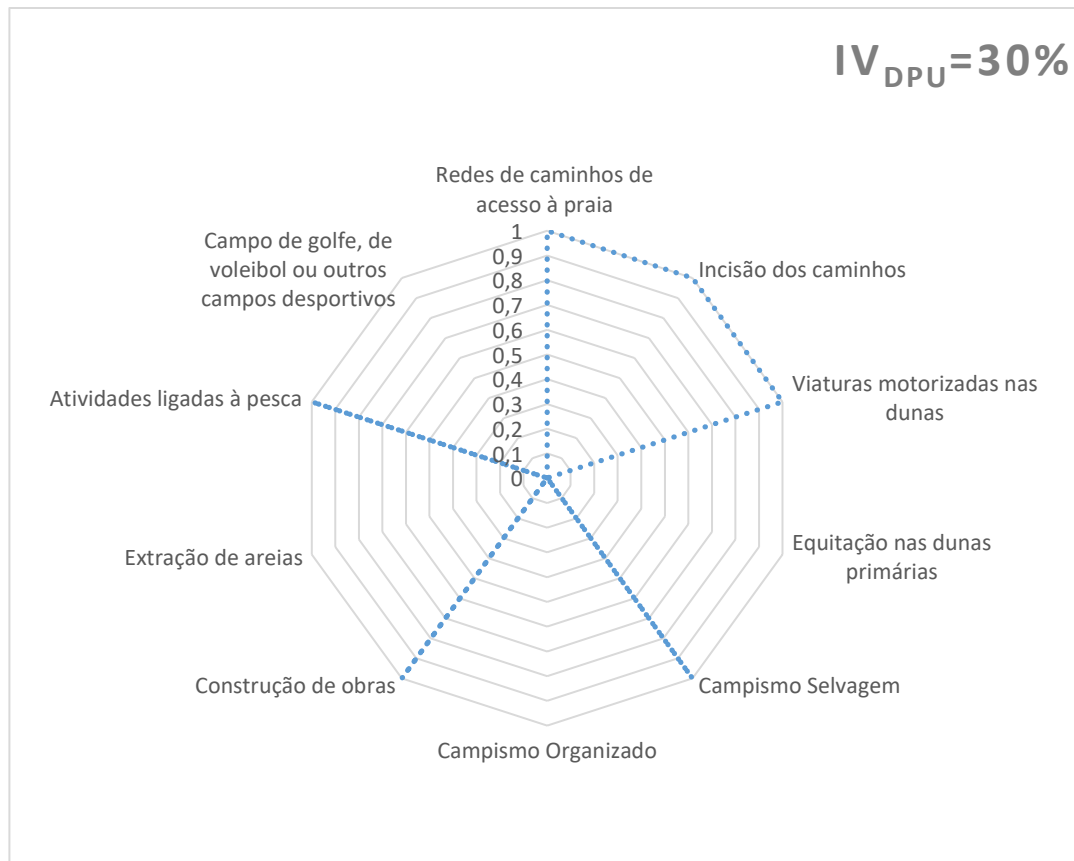


Figura 7.15. Gráfico radar relativo ao estado de degradação associado à utilização/pressão exercida no sistema dunar.

O índice de vulnerabilidade referente ao estado de degradação associado à pressão exercida no sistema dunar, traduzido a partir do gráfico da Figura 7.15, é de 30%, sendo um índice de valor baixo.

A variável extração de areias é proibida pela legislação atual, sendo rara a sua deteção no troço costeiro avaliado, tendo sido por esse motivo a atribuição do nível 0. Atribuiu-se o nível 0 à variável campismo organizado, no sentido em que os mesmos são geralmente instalados nas áreas de duna secundária ou vale interdunar. Ainda assim, não existe nenhum parque de campismo, pelo que não são importantes para esta avaliação.

Apesar da proibição da circulação de veículos automóveis e ciclomotores em sistemas praia-duna imposta pelo Decreto-Lei nº 218/95 de 26 de Agosto, é comum o tráfego das viaturas motorizadas sobre o sistema dunar, dado que existe acesso a caminhos com largura suficiente que permitem esta circulação (Pancada, 2011). Por esse motivo, foi atribuído o nível 1 a viaturas motorizadas nas duas. Importante referir que se estivesse a avaliar este parâmetro em época alta, o nível seria 2.

A pesca é uma atividade que merece ser valorizada, pois é bastante frequente e impulsionadora de maior pressão de uso. A praia da Adiça apresenta todas as condições para se realizarem atividades piscatórias, contudo os pescadores atravessam as dunas para chegar à praia, contribuindo para a degradação do ecossistema. Através da limitação e do reordenamento dos acessos, podemos tornar esta zona uma zona de recreio balnear qualificada.



Figura 7.16. Campismo Selvagem.

O facto de se tratar de uma zona turística e balnear, o mau ordenamento do território faz com que as pessoas não se preocupem com o sistema dunar, aumentando o pisoteio. Foram observadas práticas que promovem drasticamente a degradação da duna, nomeadamente a prática de campismo selvagem (Figura 7.16), passeios sobre as dunas através de viaturas motorizadas ou pedonalmente, prática de atividades piscatórias, entre outras. Todas estas ações demonstram que existe pouca consciência ambiental por parte da população, sendo um ponto a reforçar.

É notória a falta de sensibilização dos utentes que frequentam a praia, assim como a escassez de fiscalização. As pessoas não se inibem de utilizar os caminhos já existentes, circulando sobre a vegetação acabando por destruindo-a. Adicionalmente a isto, também se verificou a prática de atividades ilegais como é o caso do campismo selvagem sobre as dunas.

Em geral, a ineficácia referente à gestão e ordenamento do território é a componente que mais contribui para o aumento da vulnerabilidade do sistema.

A regeneração natural é um processo muito difícil, tornando-se essencial a aplicação de medidas de ordenamento e gestão, quer em termos estratégicos quer restaurando o cordão dunar. Relativamente a medidas a nível estratégico, é necessário, em primeiro lugar, restringir o acesso à frente dunar e à duna embrionária, através da implementação de passadiços sobre-elevados e de ações de sensibilização, como por exemplo a colocação de painéis informativos, de modo a prevenir a perturbação da vegetação e o desenvolvimento de corredores de deflação (French, 2001; Patrícia Silva, 2014).

Relativamente à implementação dos passadiços, esta medida está diretamente relacionada com a recuperação do sistema dunar, bem como das localizações pretendidas para os apoios de praia e “bolsas de estacionamento”, assegurando a integridade do sistema natural (CMA, 2014; French, 2001; Prisco et al., 2021).

Os passadiços sobre-elevados têm como vantagens (French, 2001; Prisco et al., 2021; Seoane et al., 2007):

- Apresentam um carácter mais rural com menores impactos paisagísticos;
- Fácil aplicação;
- Baixo custo;
- Diminuem o pisoteio do cordão dunar;
- O facto de serem sobre elevadas possibilita a existência de coberto vegetal, por baixo das mesmas, não interferindo com os processos de transporte de areia;
- Promovem o desenvolvimento da vegetação dunar;
- Não comprometem a regeneração natural;
- Aumentar a consciência pública sobre a fragilidade deste tipo de ecossistemas.

Estas estruturas devem ser dimensionadas de modo a respeitar a capacidade de carga do sistema, ou seja, interligando o grau de desenvolvimento de uso de uma atividade antrópica que o sistema biofísico pode sustentar com a intensidade de uso estimada. Adicionalmente, Pancada (2011) refere que a capacidade de carga dos sistemas dunares litorais deverá situar-se em 1 pessoa/100 m², este valor demonstra a reduzida resiliência dos sistemas dunares perante as ações antrópicas.

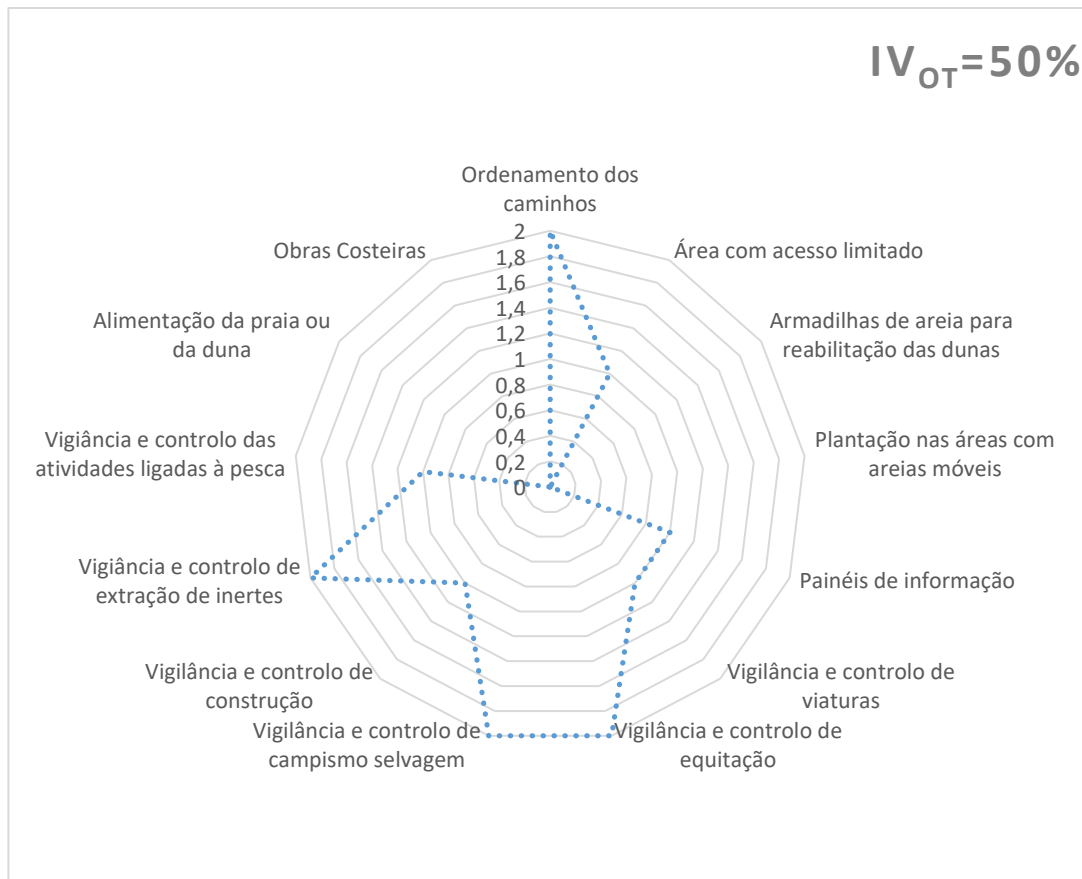


Figura 7.17. Gráfico radar relativo ao estado de conservação do sistema dunar.

O gráfico da Figura 7.17, referente ao estado de conservação do sistema dunar, apresenta um índice de vulnerabilidade superior a 30%, o que era espectável, visto que o estado de conservação do sistema dunar encontra-se moderadamente degradado.

A vigilância costeira é um dos cargos atribuídas à GNR e à polícia marítima (José, 2012). Devido à afluência de pessoas nas praias durante o verão, esta vigilância é feita regularmente, contudo, no inverno não se constata tanto controlo, acabando por ser um ponto a reforçar, através da instalação de câmaras de vigilância, da aplicação de mais coinas, de mecanismos de controlo de acessos a automóveis, entre outros.

Uma das medidas necessárias a implementar é o reordenamento dos acessos e melhoria dos caminhos, através de sinalização ou placards informativos, sinais de proibição de estacionamento, visitas guiadas, angariação de fundos, entre outros (S. Silva, 2019).

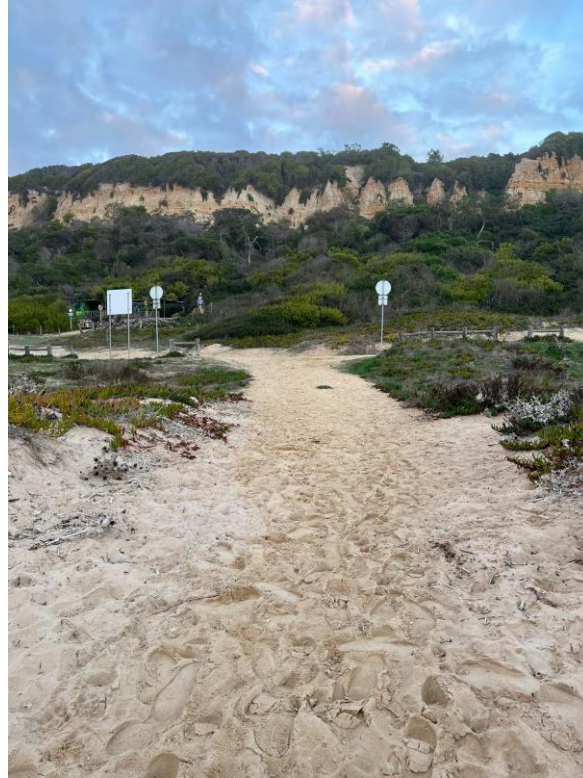


Figura 7.18. Caminho não ordenado com falta de sinalização.

Como é possível observar através da Figura 7.18, não existe nenhum tipo de sinalização a condicionar o acesso à praia, constatando-se as pegadas das pessoas sobre as dunas que levaram à predominância deste caminho não ordenado.

Adicionalmente ao reforço da sinalização, também o reforço de iluminação e de vigilância naquela zona, tanto a nível noturno como diário é fundamental. Como o parque de estacionamento não está bem ordenado, a maioria das pessoas opta por se deslocar pedonalmente até ao bar, deixando o carro um pouco afastado. Quanto mais iluminada e vigiada for a via, mais tranquilas e seguras se sentirão as pessoas, diminuindo a probabilidade de roubos, entre outros. Durante o dia, a implementação de vigilantes pelas dunas era fundamental, de modo a diminuir o pisoteio que ocorre constantemente.

O reordenamento dos acessos será feito a partir do desenvolvimento de trilhos e caminhos devidamente sinalizados, colocação de dissuasores de circulação e delimitação de áreas de interdição ao atravessamento pedonal (Almada, 2015).

Assim sendo, através da instalação de *placards* informativos sobre a importância das dunas, ações e atividades de sensibilização, do aumento da fiscalização e controlo de pessoas e de viaturas motorizadas, da limitação dos acessos, do controlo de espécies exóticas e do

desenvolvimento de programas de erradicação, a gestão ambiental desta praia passa a ser mais eficaz (Patrícia Silva, 2014; C. V. P. De Sousa, 2010).

É preponderante que haja o reforço da fiscalização por parte das autoridades competentes relativamente a construções ilegais, ao não cumprimento dos circuitos automóveis e/ ou pedonais, à deposição de resíduos, à drenagem de efluentes não tratados entre outros focos de poluição (Almada, 2015).

As ações e estruturas de sensibilização ambiental também são fundamentais para promover a valorização do património natural, sendo alcançeis a partir de percursos de interpretação ambiental, observatórios de avifauna, entre outros (Almada, 2015).

Relativamente à variável armadilhas de areia para reabilitação da duna, atribui-se o nível mais baixo, o nível 0, visto que não existe nenhum tipo de armadilha no local. Contudo, a aplicação deste tipo de estruturas biofísicas é preponderante para alcançar o ordenamento adequado dos acessos à praia.

A extração de inertes é uma atividade proibida pela legislação vigente, tornando-se muito rara a sua deteção nos troços costeiros avaliados, sendo esse o motivo pelo qual lhe foi atribuído o nível 2.

Por sua vez, a variável que corresponde à vigilância e controlo de equitação também é difícil de avaliar, não tendo grande importância para estes dados no sentido em que os passeios a cavalo não ocorrem vezes suficientes para serem contabilizados nos troços costeiros avaliados, tendo lhe sido atribuído o nível 2.

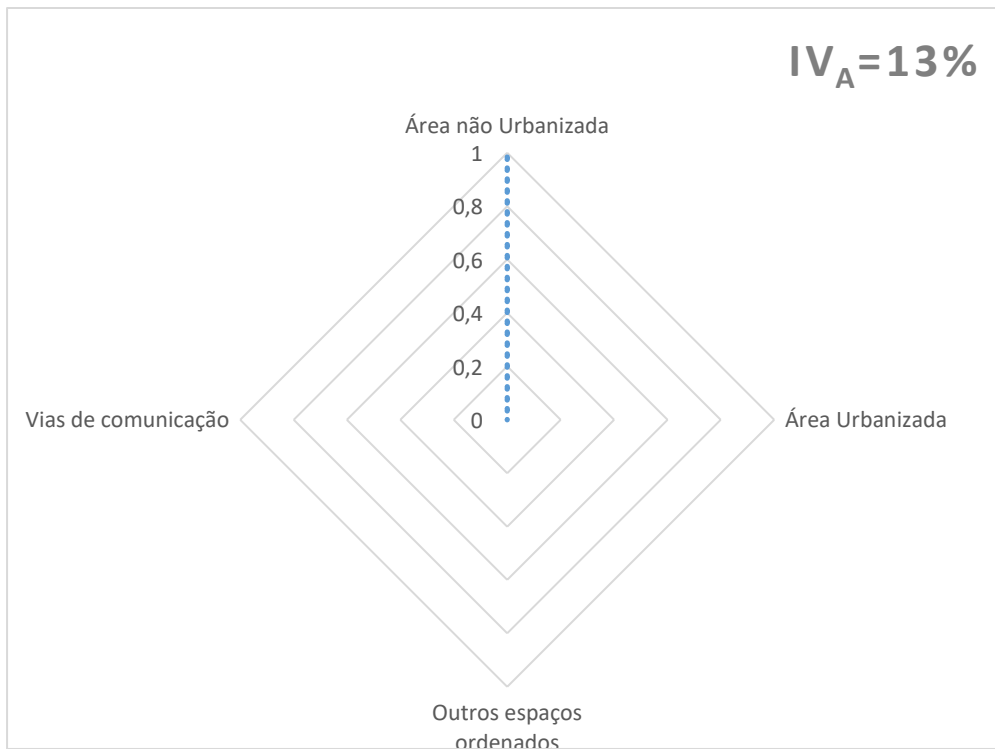


Figura 7.19. Gráfico radar relativo ao uso marginal ao sistema dunar (Descritor A).

O índice de vulnerabilidade relativo ao uso marginal do sistema dunar é bastante baixo, como é possível constatar a partir do gráfico presente na Figura 7.19, sendo inferior a 30%, estando este descritor inserido no grupo 1 de vulnerabilidade.

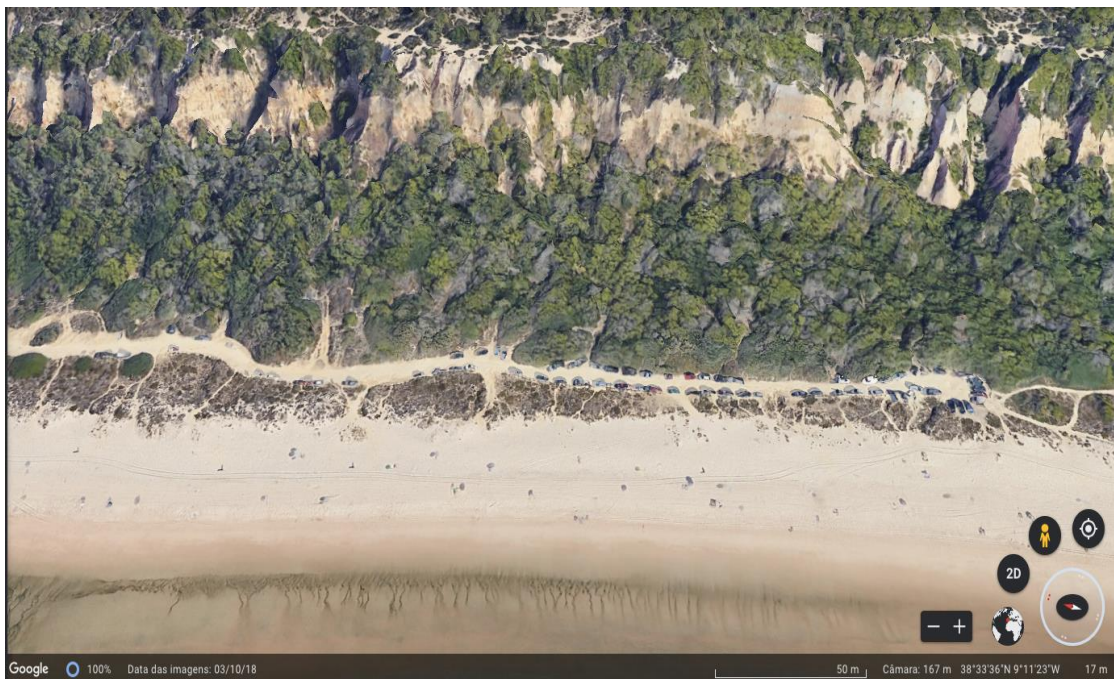
A acessibilidade a um determinado local tem de ser avaliada relativamente a dois parâmetros, respetivamente, a satisfação das necessidades de deslocação de longo curso e as condições oferecidas para a satisfação das necessidades de deslocação de proximidade.

Destaca-se também a inexistência de vias de comunicação ou de espaços ordenados. Aplicar medidas de reordenamento dos acessos não significa que sejam implementadas estradas pavimentadas, porque se caso acontece-se, as mesmas iriam degradar ainda mais o ecossistema.

Como esta praia pertence a uma área protegida, é necessário proceder-se à implementação de medidas de acordo com a legislação vigente bem como com o PDM.

Os acessos viários e estacionamento devem ser pavimentados, sendo delimitados com drenagem de águas pluviais e revestimento com materiais semipermeáveis ou impermeáveis, desde que sejam estáveis e resistentes às cargas e aos agentes atmosféricos.

Para melhorar as vias de acesso à praia, é fundamental aplicar-se elementos de contenção lateral ao pavimento para impedir a deterioração prematura causada pela ação erosiva da água na base granular de suporte à camada betuminosa e pelas ações erosivas da água e dos veículos na passagem entre zona pavimentada e não pavimentada (J. C. Ferreira et al., 2020). Deste modo, a pavimentação iria ser com um material betuminoso semipermeável e adequado ao tráfego existente.



Fonte: Google Earth.

Figura 7.20. Estrada não pavimentada que permite o acesso à praia da Adiça.

De acordo com a Figura 7.19, a variável com o valor mais elevado corresponde à da área não urbanizada. Através da Figura 7.20, é possível observar que a área em estudo não apresenta nenhum alojamento local, apenas apresenta dois espaços de lazer, nomeadamente dois bares.

Também é possível observar que o estacionamento de viaturas é realizado de forma desordeira e descuidada, estando algumas sobre a zona acacial, sendo um ponto negativo.

Uma alternativa à pavimentação das vias seria a construção de um parque de estacionamento à cota superior dotada de ligação pedonal à praia, tendo em conta que iria haver uma taxaço de parqueamento. Esta medida iria ser vantajosa no sentido em que as pessoas iriam adotar o uso de transportes coletivos em vez da utilização do automóvel privado.

Melhorando as condições de acesso à praia, nomeadamente as vias de circulação, estar-se-á a diminuir os bloqueios de via que o estacionamento desordenado e caótico causa nos

meses de verão. Assim, aumenta-se aumentando a segurança e diminui-se o risco, quer em situações pontuais de emergência, quer em situações mais alarmantes que impliquem a evacuação completa do local (J. C. Ferreira et al., 2020).

Segundo Patrícia Silva (2014), a definição das Zonas Ameaçadas pelo Mar (ZAM) a incluir na REN e a refletir nos POC é uma vantagem para a gestão das zonas costeiras, visto que a mesma possibilita a sobreposição das áreas de maior vulnerabilidade atual e futura, identificando as prioridades de intervenção.

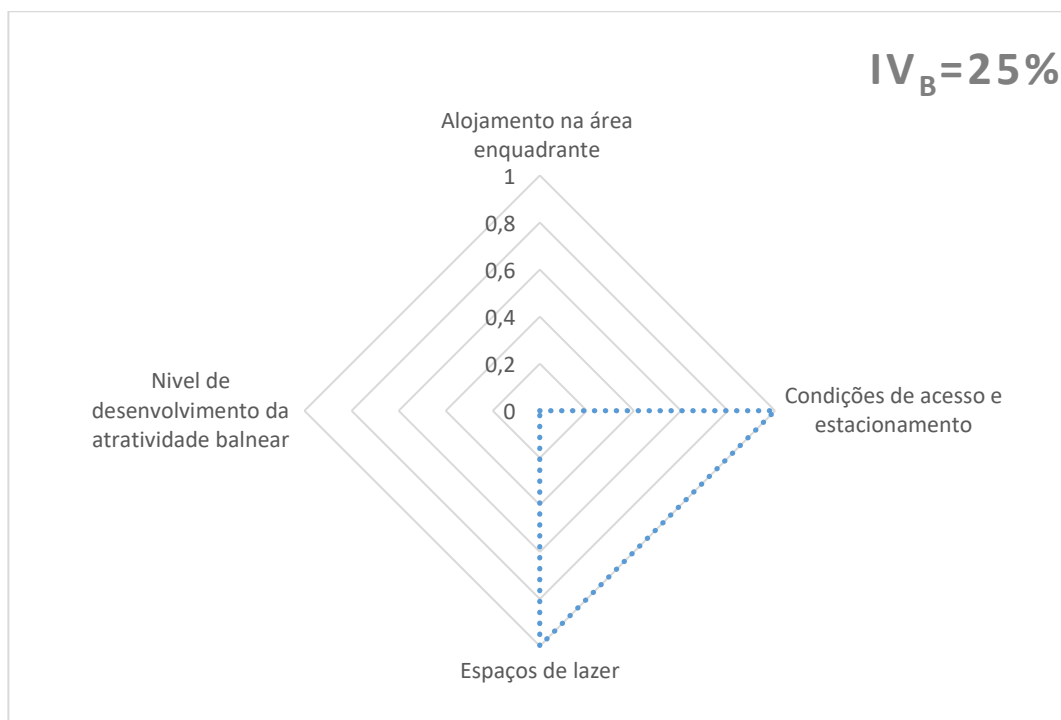


Figura 7.21. Gráfico radar relativo aos elementos turísticos do sistema dunar (Descritor B).

O índice de vulnerabilidade referente aos elementos turísticos é inferior a 30%, o que era espectável, no sentido em que a praia da Adiça está situada mais para sul, estando mais afastada do centro urbano. Assim, a pressão urbana diminui, constatando-se uma melhoria no estado de conversação do cordão dunar (Rodrigues, 2020).

De acordo com N. Sousa et al. (2015), existe um contraste entre a zona Sul e a zona Norte da Fonte da Telha, nomeadamente, existe menos pressão antrópica a norte, acabando por não promover o recuo da linha de vegetação. Enquanto que a sul, está patente uma elevada pressão antrópica, devido do turismo balnear, originando um recuo acentuado do indicador de linha de costa.

O facto de não se verificar a existência de apoios de praia e estradas de acesso direto faz com que a praia apresente condições mais homogéneas, contribuindo positivamente para o baixo valor obtido neste índice (P Silva et al., 2004).

À medida que se avança para sul, na praia da Adiça, a planície litoral vai estreitando, deixando de se verificar condições hidrodinâmicas para a formação do sistema dunar (Figura 7.20). Complementarmente, sabe-se que, antigamente, a duna também não era muito larga. Ainda assim, apresentava características mais naturais e encontrava-se menos degradada, indicando a necessidade e possibilidade de recuperação e qualificação do sistema.

O pisoteio é a ação que contribui gravemente para o aumento da vulnerabilidade do ecossistema, bem como para a redução da sua resiliência, não tendo tempo suficiente para se autorregenerar, durante a época baixa, antes que ocorra um novo distúrbio.

Salienta-se que o tipo de utilização exercida sobre o litoral pode condicionar a sua dinâmica, ou seja, a Praia da Adiça é caracterizada como um espaço cuja pressão antrópica resulta principalmente do turismo balnear, originando um recuo acentuado do indicador de linha de costa. Sendo que se resulta-se essencialmente do aglomerado populacional presente, não iria haver um recuo do indicador de linha de costa (SOUSA, 2015; N. Sousa et al., 2015).

É evidente o recuo do limite da vegetação dunar, estando interligado com a forte pressão sazonal exercida pelo turismo balnear, devido à existência de parques de estacionamento e apoios de praia, promovendo o constante pisoteio do corpo dunar, sobretudo durante a época balnear.

Assim sendo, se não forem tomadas as devidas precauções, a planície litoral irá continuar a estreitar ao longo dos anos. É, por isso, fundamental que o fenómeno da depleção sedimentar seja monitorizado progressivamente, sendo necessário uma avaliação integrada com os potenciais riscos e com as soluções para os mesmos, salientando-se as estratégias locais de mitigação de riscos bem como a adaptação às alterações climáticas.

Interligando a variável nível de desenvolvimento e atratividade balnear com a do alojamento na área, ambas apresentam um valor baixo, devido à inexistência de espaços de lazer e de alojamento na área em estudo. Esta zona ainda não foi muito explorada pela população, devido às más condições de acesso, uma vez que estrada não está pavimentada, o que dificulta o acesso por veículo – levando a que a população opte por visitar as praias mais a norte.



Fonte: Google Earth.

Figura 7.22. Entrada para a praia da Fonte da Telha e praia da Adiça.

A inexistência de estruturas de apoio a utentes com mobilidade reduzida, a inexistência de cobertura dos locais de repouso, como por exemplos bancos, a falta de condições para a realização de atividades com incentivo à prática de desporto, entre outros são fatores que baixam os níveis de atratividade balnear, tornando a praia da Adiça um local pouco apelativo.

Seria vantajoso rentabilizar-se os recursos disponíveis no local com vista ao uso público do espaço, torná-lo um sítio que consiga responder às necessidades humanas e ambientais. Adicionalmente a isso, também deveria haver uma reformulação das construções e atividades que permanecerem no local (CMA, 2014).

Numa perspetiva mais ecológica, de modo a preservar a área em estudo e com o intuito de aumentar a capacidade de recolha de resíduos recicláveis e indiferenciados, seria fundamental a instalação de ilhas ecológicas, no sentido em que exigem pouca manutenção, são mais higiénicos e funcionais.



Fonte: Google Earth.

Figura 7.23. Má disposição dos caixotes do lixo.

Após terem sido obtidos os índices de vulnerabilidade para cada fator (índices de vulnerabilidade parciais), foi possível obter o índice de vulnerabilidade de resiliência, através da seguinte equação:

$$IV (RESILIÊNCIA) = \frac{IV_{ED} + IV_{AA} + IV_{FV} + IV_{DPU} + IV_{OG}}{5} = \frac{93 + 100 + 63 + 30 + 50}{5} = 67\%$$

A Figura 7.24 corrobora a informação apresentada anteriormente, reforçando que os descritores que mais contribuem para a que o Índice de Vulnerabilidade do sistema dunar da praia da Adiça esteja inserido no Grupo 4 (Grau Elevado) de vulnerabilidade são a erosão dunar (ED) e alimentação em areia (AA).

De acordo com o apresentado na Tabela 6.2, esta classificação indica que os sistemas dunares da área de estudo são extremamente vulneráveis, sobretudo devido à pressão humana, apresentando uma duna frutal muito fragmentada, conforme mencionado ao longo da secção. A fragilidade do sistema, contudo, não é, em muito, influenciada pelas construções sobre as dunas – algo pouco frequente em toda a área de estudo.

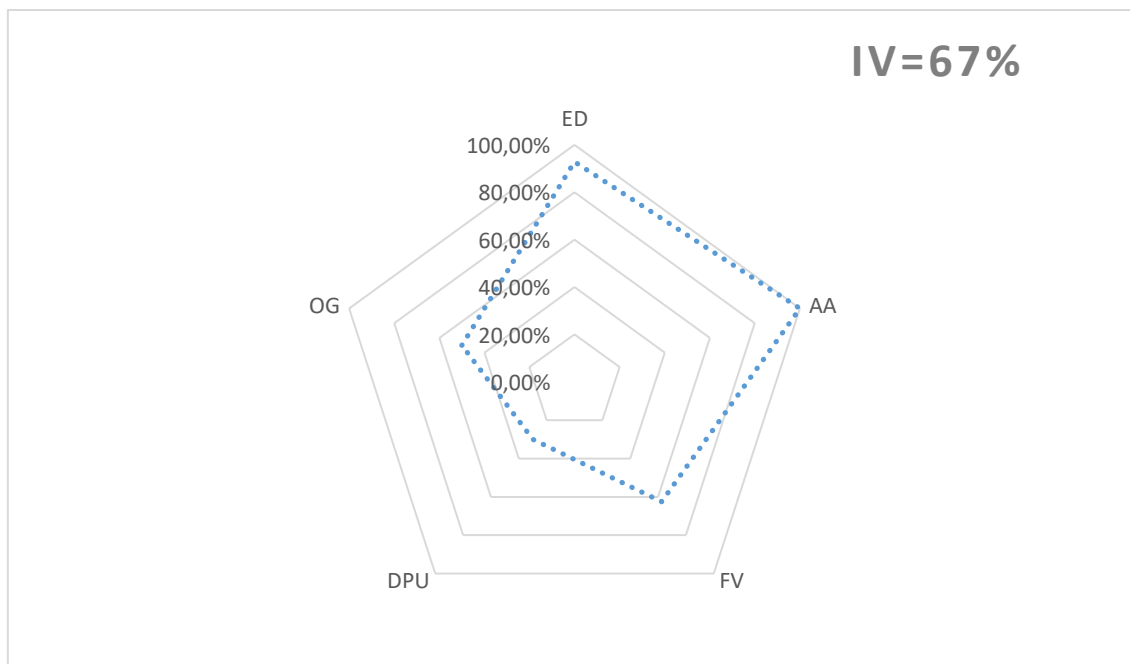


Figura 7.24. Contribuição dos índices de vulnerabilidade parciais para o índice de vulnerabilidade total.

Os descritores A e B, relativos ao uso marginal do sistema dunar e aos elementos turísticos do sistema dunar, respetivamente, apesar de não contribuírem para o cálculo do índice de vulnerabilidade total da área de estudo, contribuem também para uma análise do sistema. Contudo, por os seus valores serem ambos inferiores a 30%, conforme apresentado na Figura 7.19 e na Figura 7.21, estes têm pouca influência na vulnerabilidade dunar da praia da Adiça.

Segundo Cardona (2015), as zonas com maior vulnerabilidade são as que estão junto à linha de costa. Assim sendo, este valor corresponde ao esperado, confirmando que a zona em estudo se trata de uma zona com elevada vulnerabilidade.

8. Conclusão

O sistema dunar da Praia da Adiça apresenta diversas marcas de degradação, estando numa situação de risco, de acordo com os resultados obtidos com a *checklist*. A má gestão de ordenamento e a degradação pelo uso, ligadas à elevada atividade turística, são os fatores que mais influenciam o aumento da vulnerabilidade.

O sistema dunar encontra-se bastante fragilizado devido a duas causas, respetivamente naturais e humanas. As causas humanas advêm do pisoteio generalizado, ao passo que as causas naturais se devem à existência das linhas de água que atravessam a duna.

Os passeios, tanto pedonais, como por veículos motorizados, o estacionamento de veículos sobre o sistema dunar, entre outros fatores, provocam alterações consideráveis na morfologia das dunas. Nas cristas costeiras, o resultado desta pressão traduz-se na proliferação de caminhos de acesso à praia de forma desordenada, ou seja, que atravessam transversalmente e dão origem a inúmeras incisões ou desníveis na crista.

O vento atravessa constantemente por esses caminhos, adquirindo maior velocidade e potencial erosivo, acabando por erodir as vertentes laterais dos segmentos da praia, aumentando os canais, tanto em largura como em profundidade. Tal fenómeno pode levar ao desaparecimento parcial ou total da crista dunar, reduzindo-se a um conjunto de montículos separados uns dos outros, com topografia muito irregular e vegetação muito degradada.

Assim sendo, é necessário definir-se uma estratégia de gestão e monitorização, através da implementação e prática de medidas que promovam a proteção e conservação do sistema dunar, e principalmente de medidas que visem eliminar o pisoteio não controlado.

Com o intuito de promover a regeneração e renaturalização do sistema dunar, considera-se necessário condicionar o acesso pedonal e automóvel, a partir da implementação de medidas que diminuam o impacto do atravessamento do sistema, garantindo o acesso às áreas balneares concessionadas.

De modo a diminuir a vulnerabilidade desta praia, seria fundamental proceder-se ao acesso à praia por via de passadiços sobrelevados de madeira, criteriosamente posicionados com base POC Alcoaça-Cabo Espichel, com o objetivo de reduzir a interferência com a mecânica evolutiva do sistema dunar. Sendo que os apoios de praia deverão ser sobrelevados para minimizar essas interferências (Almada, 2015).

É necessário que o passadiço construído seja largo, de modo que também seja possível a circulação de bicicletas, apresentando todas as condições necessárias para que qualquer

pessoa consiga usufruir da mesma, como, por exemplo, rampas de acesso. Deve, ainda, incluir passadiços *crosshore*, com o objetivo de permitirem um melhor acesso à praia em certos pontos, de modo que não ocorra o pisoteio da duna.

De acordo com Melo e Souza et al. (2008) para se alcançar uma gestão costeira eficaz, primeiro é necessário obter-se o correto dimensionamento das potencialidades e vulnerabilidades do local em estudo.

Resumidamente, os passadiços devem ser dimensionados de modo a permitir a circulação sem constrangimentos das pessoas, nos dois sentidos. Sendo que ainda deve garantir acessibilidade a pessoas que possuem mobilidade reduzida, sugerindo-se, em locais onde a topografia dunar o permita, a construção de rampas com declive suave, em vez de escadas.

De acordo com os resultados obtidos, considera-se pertinente proceder-se à gestão deste território costeiro à escala local, sendo esta uma escala de uso e onde se verificam os efeitos da perturbação humana sobre os ecossistemas. Contudo juntamente com este planeamento à escala local é necessário que haja uma avaliação que integre uma estratégia e planificação à escala regional, e que seja inserida em planos e estratégias regionais ou nacionais (Patrícia Silva, 2014).

Outra alternativa seria implementar as medidas estabelecidas no POC-ACE e no PDM-Almada e fechar o acesso de veículos à praia da Adiça, a partir do bar Bambu. Impossibilitando o estacionamento dos carros e autocaravanas no parque não pavimentando, terminando com o campismo selvagem daquela zona.

Limitar o acesso aos pescadores e aos utentes da praia, permitindo acesso apenas em localizações específicas da praia, acabaria por reduzir o pisoteio e a degradação da praia, no sentido em que os veículos que estes utilizam destroem o sistema dunar. Adicionalmente à limitação dos acessos, também se deveria instalar painéis informativos sobre a importância das dunas e sobre os cuidados a ter com as mesmas, promovendo atividades de sensibilização. Aumentar a fiscalização e controlo de pessoas e viaturas e desenvolver programas de erradicação ou controlo de espécies invasoras, são medidas que iriam diminuir o pisoteio desta zona.

A aplicação de captadores de areia e a plantação de espécies edificadoras das dunas como *Ammophila arenaria* e *Elymus farctus* em áreas de areias móveis, são duas propostas de restauro que devem ser aplicadas neste sistema dunar, com o objetivo de mitigar as falhas de vegetação no cordão dunar frontal e advertir o alargamento e a coalescência de *blowouts*.

Deve-se remover as espécies invasoras, como é o caso da espécie *Carpobrotus edulis*, de modo a possibilitar a colonização de plantas naturais estabilizadoras das dunas. Assim sendo, a implementação de armadilhas de areia e a plantação de *Ammophila arenaria* e *Elymus farctus* deve ser potenciada, de modo a promover a estabilização ou até mesmo para acelerar o crescimento da duna.

Além da propagação *in situ* da *Ammophila arenaria*, que origina uma proteção cuidada dos locais de germinação, a produção *ex situ* da mesma através de sementes deverá ser estimulada à escala local, principalmente em áreas costeiras mais vulneráveis.

De modo a alcançar uma gestão eficaz de espaços tão dinâmicos como este, é necessário, segundo Ana Ramos-Pereira (2008), ter em consideração nove princípios fundamentais, respetivamente sustentabilidade e solidariedade, coesão e equidade social, prevenção e precaução, abordagem sistémica, suporte científico e técnico, subsidiariedade, participação, co-responsabilização e operacionalidade.

A vulnerabilidade também está relacionada com a capacidade dos atores sociais para lidarem com processos de mudança, encontrarem soluções, resumidamente para desenvolverem condições para uma gestão sustentável dos riscos ambientais (Pires et al., 2012). É, por isso, necessário que a população adote um papel ativo relativamente às estratégias que irão ser implementadas bem como os problemas relativos às mesmas. Esta participação ativa promove o conhecimento, incentivando a participação do cidadão, promovendo a investigação científica e reformulando os conhecimentos dos diversos níveis de ensino de forma a incluir as temáticas relacionadas com a zona costeira.

É fundamental ter na consciência que cada sistema é único, sendo indispensável um reconhecimento científico específico sobre as características e as vulnerabilidades de cada sistema, para que mais tarde sejam implementadas as medidas corretas (Dias, 2005).

A aplicação da *checklist*, em suma, foi preponderante para se proceder à avaliação das mudanças ocorridas no sistema. Os resultados dos índices de vulnerabilidade parciais, assim como do índice de vulnerabilidade total, permitiram reconhecer os fatores que mais contribuem para a degradação do sistema dunar da Praia da Adiça. Como tal, permitiu a elaboração de um conjunto de medidas de gestão direcionadas para a mitigação de riscos e da vulnerabilidade, cuja implementação é necessária para a regeneração do sistema dunar da área em análise.

Após terminar a análise aos resultados obtidos, destacaram-se limitações, respetivamente o facto da análise dos diferentes descritores ter sido feita apenas num dia. Para trabalhos futuros recomenda-se uma análise mais pormenorizada e mais quantitativa dos descritores, sendo necessário uma visitas recorrentes ao local. Seria vantajoso uma comparação

a nível temporal dos descritores, ou seja, proceder-se à avaliação dos descritores em época alta e em época baixa.

9. Referências

- Aires, R. M. (2015). *A dinâmica da ocupação de zonas costeiras: O caso de Vila Nova de Milfontes , Proposta de Intervenção*. 1–80.
- Albert, C., Spangenberg, J. H., & Schröter, B. (2017). Nature-based solutions: Criteria. *Nature*, 543(7645), 315. <https://doi.org/10.1038/543315b>
- Alfaro, E. (2018). *Corredor Ecológico do Mangal Restauro do Ecossistema do Mangal – Caso de Estudo : Municípios de Eloy Alfaro e Rioverde no Equador* María Belén Viteri Chávez *Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura Paisagista*.
- Almada, C. M. de. (2015). *Mapa De Ruído Do Plano De Pormenor Da Fonte Da Telha (Almada)*. 76. http://portal.cm-espinho.pt/fotos/editor2/urbanismo/pp_lagarta/maparuidopplagarta_relatoriofinal.pdf
- Almeida, A. C. (2001). O balanço de sedimentação em corredores de deflação na duna frontal de Quiaios, Costinha e Tocha. *Homenagem (in honorium) Professor Doutor Gaspar Soares de Carvalho*, 177–184. <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/13167>
- Almeida, H. F. da S. R. de. (2019). *Erosão e Galgamentos na Costa Portuguesa*.
- APA. (2012). *Agência Portuguesa do Ambiente (2012). Plano de Ação de Proteção e Valorização do Litoral 2012-2015*. Lisboa.
- APA. (2017). *Programa da Orla Costeira Alcobaca-Cabo Espichel-Avaliação Ambiental Estratégica | Relatório Ambiental Preliminar CEDRU | BIODESIGN | 1*.
- APA. (2021a). *POC Alcobaca - Cabo Espichel: Planos de Intervenção de Praia*. <https://apambiente.pt/agua/poc-alcobaca-cabo-espichel-planos-de-intervencao-de-praia>
- APA. (2021b). *Programa da Orla Costeira Alcobaca - Cabo Espichel*. <https://apambiente.pt/agua/programa-da-orka-costeira-alcobaca-cabo-espichel>
- Arsénio, P. (2003). *Flora e Vegetação da Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa de Caparica*.
- Avizienė, D., Pakalnis, R., & Sendzikaite, J. (2008). Status of red-listed species *Eryngium maritimum* L. on the Lithuanian coastal dunes. *7th International Conference on Environmental Engineering, ICEE 2008 - Conference Proceedings, January 2008*, 22–28.
- Benedict, M. A., & McMahon, E. T. (2006). Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities. *Urban Land*, June(3).
- Cardona, F. M. dos S. (2015). *Avaliação do risco de erosão, galgamento e inundação costeira em áreas artificiais de Portugal continental Estratégias de adaptação face a diferentes cenários de risco (relocalização, acomodação e proteção)*. 206. <https://run.unl.pt/handle/10362/16198>
- Catarina, A., & Mota, G. (2020). *Pressão antrópica sobre o sistema dunar da Reserva da Biosfera das Berlengas Pressão antrópica sobre o sistema dunar da Reserva da Biosfera das Berlengas*.
- Ciccarelli, D. (2014). Mediterranean coastal sand dune vegetation: Influence of natural and anthropogenic factors. *Environmental Management*, 54(2), 194–204.

<https://doi.org/10.1007/s00267-014-0290-2>

- Ciccarelli, D., Bacaro, G., & Chiarucci, A. (2012). Coastline Dune Vegetation Dynamics: Evidence of No Stability. *Folia Geobotanica*, 47(3), 263–275. <https://doi.org/10.1007/s12224-011-9118-5>
- CMA. (2011). Elaboração do estudo de caracterização, diagnóstico prospetivo e definição dos termos de referência para a elaboração do Plano de Pormenor da Fonte da Telha. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- CMA. (2014). *Avaliação ambiental estratégica do Plano de Pormenor da Fonte da Telha-Relatório Ambiental Preliminar*.
- CMA. (2021a). *Intervenção na Fonte da Telha obedece ao Programa da Orla Costeira Alcobaca Cabo Espichel*. <https://www.cm-almada.pt/intervencao-na-fonte-da-telha-obedece-ao-programa-da-orla-costeira-alcobaca-cabo-espichel>
- CMA. (2021b). *Paisagem Protegida da Arriba Fóssil da Costa da Caparica*. http://www.cm-almada.pt/xportal/xmain?xpid=cnav2&xpgid=genericPage&genericContentPage_qry=BOUI=5693760
- CMA. (2021c). *Plano Diretor Municipal de Almada*. <https://www.cm-almada.pt/urbanismo/planeamento-urbanistico/plano-diretor-municipal-almada>
- Cnea, C., Borrego, C., Miranda, A. I., Arroja, L., Fidélis, T., Castro, E. A., Gomes, A. P., Borrego, C., Miranda, A. I., Arroja, L., Fidélis, T., Castro, E. A., & Gomes, A. P. (2013). Repensar o Ambiente: Luxo ou inevitabilidade? *10ª Conferência Nacional do Ambiente XII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente*, 778–783.
- Cooke, G. D. (2005). Ecosystem rehabilitation. *Lake and Reservoir Management*, 21(2). <https://doi.org/10.1080/07438140509354431>
- Correia, S. (2015). *Praia da Adiça*. <https://www.playocean.net/blogue/ensaios/praiadaadica>
<https://www.playocean.net/blogue/ensaios/praiadaadica>
- Costa, J. C. (2001). Tipos de vegetação e adaptações das plantas do litoral de Portugal continental. *Homenagem (in honorio) Professor Doutor Soares de Carvalho*, 283–299. http://www.isa.utl.pt/files/pub/ensino/cdocente/Adaptacoes_Plantas.pdf
- Costa, J. D. J., & Melo, R. (2009). *Paisagem Costeira e Derivações Antropogênicas em Sistemas Dunares*. 5.
- Daniela, C., Forino, L. M. C., Balestri, M., & Pagni, A. M. (2009). Leaf anatomical adaptations of *calystegia soldanella*, *euphorbia paralias* and *otanthus maritimus* to the ecological conditions of coastal sand dune systems. *Caryologia*, 62(2), 142–151. <https://doi.org/10.1080/00087114.2004.10589679>
- de Francesco, M. C., Carranza, M. L., Varricchione, M., Tozzi, F. P., & Stanisci, A. (2019). Natural protected areas as special sentinels of littering on coastal dune vegetation. *Sustainability (Switzerland)*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/su11195446>
- Dias, J. A. (2005). Evolução da Zona Costeira Portuguesa: Forçamentos Antrópicos e Naturais. *Encontros Científicos - Tourism & Management*, No. 1(January 2005), p.8-28.
- Elliott, M., Cutts, N. D., & Trono, A. (2014). A typology of marine and estuarine hazards and risks

- as vectors of change: A review for vulnerable coasts and their management. Em *Ocean and Coastal Management* (Vol. 93). <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2014.03.014>
- European Environment Agency. (2006). The changing faces of Europe's coastal areas. *Publications of the European Communities*, 6.
- European Environment Agency. (2013). *Adaptation in Europe- Addressing risks and opportunities from climate change in the context of socio-economic developments* (Número 3). <https://doi.org/10.2800/50924>
- Ewers, R. M., & Didham, R. K. (2006). Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 81(1), 117–142. <https://doi.org/10.1017/S1464793105006949>
- Fahrig, L. (1998). When does fragmentation of breeding habitat affect population survival? *Ecological Modelling*, 105(2–3), 273–292. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(97\)00163-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(97)00163-4)
- Fahrig, L. (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487–515. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419>
- Falk, D. A. (2017). Restoration ecology, resilience, and the axes of change. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 102(2). <https://doi.org/10.3417/2017006>
- Ferreira, D. C. (2015). *Recuperação Paisagística Da Praia Do Baleal Em Peniche:Requalificação Do Acesso E Preservação Do Sistema Dunar*.
- Ferreira, J. C., Calvão, T., Duarte, C. M., Santos, C. J., Faria, P., Micaelo, R., Caetano, P. S., & Sanches, A. O. (2020). *Estudo sobre as Incidências Ambientais nas Praias Atlânticas da freguesia da Costa de Caparica: Parecer sobre o ordenamento dos acessos e estacionamento na Fonte da Telha (já concluídos) e entre a Praia do Rei e a Praia da Bela Vista*.
- Ferreira, J. C., & Machado, J. R. (2010). Infra-estruturas verdes para um futuro urbano sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes. *Revista LABVERDE*, 0(1), 69. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i1p69-90>
- Ferreira, J. C. R. (2016). *Ordenamento Ambiental de Frentes Urbanas Litorais em Áreas Baixas de Elevado Risco e Vulnerabilidade ao Galgamento Costeiro. As Infraestruturas Verdes como Estratégia de Resiliência para as Comunidades Costeiras*. <http://hdl.handle.net/10362/19883>
- Ferreira, J., & Laranjeira, M. (2000). Avaliação da vulnerabilidades e risco biofísico em áreas litorais sob pressão antrópica. Contributo metodológico para uma gestão ambiental. *Geolnova*, 2, 153–170.
- Ferreira, J. C. (2004). Coastal zone vulnerability and risk evaluation: A tool for decision-making (an example in the Caparica Littoral-Portugal). *Journal of Coastal Research*, 39.
- Filipa, M., & Alves, M. (2014). *Avaliação e Gestão de Riscos em Áreas Litorais*.
- Florestas. (2020). *Pinheiro-bravo: A conífera mais abundante em Portugal*. 24 de Novembro. <https://florestas.pt/conhecer/pinheiro-bravo-a-conifera-mais-abundante-em-portugal/>
- Flowers, B., Huang, K. T., & Aldana, G. O. (2020). Analysis of the habitat fragmentation of

- ecosystems in belize using landscape metrics. *Sustainability (Switzerland)*, 12(7).
<https://doi.org/10.3390/su12073024>
- Fortunato, A. B., Clímaco, M., Oliveira, F., Oliveira, A., Sancho, F., & Freire, P. (2008). *Dinâmica Fisiográfica da Orla Costeira : Estudos de Reabilitação e Protecção Coastal Dynamics : Rehabilitation and Protection Studies*. 8(1), 45–63.
- Fóssil, A. (2019). *Alexandra Athayde Fonseca Infraestrutura Verde para Requalificação de Base Ecológica em Áreas Urbanas de Génese Ilegal Co-orientadora : Mestre Carla Sofia Farinha Batista , Técnica*.
- Francisco, O., Sancho, P., & Auxiliar, I. (2014). *David José Moutinho Russo Santos Heitor Classificação da Intensidade Energética no Litoral de Espinho*.
- Freire, M. E. P. (1989). *Planície litoral entre a tráfaria e a lagoa de albufeira* (p. 205).
- Freitas, J. G. De. (2007). O litoral português , percepções e transformações na época contemporânea : de espaço natural a território humanizado The portuguese coast , images and transformations in the contemporary period : from natural space to humanized territory
 ABSTRACT : *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 7(2), 105–115.
- French, P. (2001). *Coastal Defences: Processes, Problems and Solutions*.
- Garcia-Lozano, C., Pintó, J., & Roig-Munar, F. X. (2020). Set of indices to assess dune development and dune restoration potential in beach-dune systems on Mediterranean developed coasts. *Journal of Environmental Management*, 259(December).
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109754>
- García-Mora, M. R., Gallego-Fernández, J. B., Williams, A. T., & García-Novo, F. (2001). A coastal Dune Vulnerability classification. A case study of the SW Iberian Peninsula. *Journal of Coastal Research*, 17(4), 802–811.
- Geography, P. H. (2002). A gênese de cristas de praias e dunas frontais. *Revista Mercator*, 02, 119–126.
- Gomes, F. V. (2007). A Gestão da Zona Costeira Portuguesa. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 83–95. <https://doi.org/10.5894/rgci19>
- Gustavo, C., & Simões, D. M. (2005). *Risco – Análise Da Problemática Para Uma*.
- Harley, M. D., Andriolo, U., Armaroli, C., & Ciavola, P. (2014). Shoreline rotation and response to nourishment of a gravel embayed beach using a low-cost video monitoring technique: San Michele-Sassi Neri, Central Italy. *Journal of Coastal Conservation*, 18(5).
<https://doi.org/10.1007/s11852-013-0292-x>
- Hrdalo, I., Tomić, D., & Pereković, P. (2015). Implementation of green infrastructure principles in Dubrovnik, Croatia to minimize climate change problems. *Urbani Izziv*, 26.
<https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-003>
- ICNB. (2001). *Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade- plano de ordenamento da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica- Pós discussão pública; Relatório*.
- ICNB. (2007a). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes- pós discussão pública- estudos de*

- caracterização: *Capítulo I – Enquadramento.*
- ICNB. (2007b). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes- pós discussão pública- Estudos de caracterização: Capítulo II – Caracterização física e valoração.*
- ICNB. (2007c). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes- pós discussão pública- estudos de caracterização: Capítulo III - caracterização biológica e valoração.*
- ICNB. (2007d). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes- Pós discussão pública- Estudos de caracterização: Volume B – Relatório síntese.*
- ICNB. (2007e). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes- pós discussão pública-estudos de caracterização: Capítulo II – Caracterização física e valoração.*
- ICNB. (2007f). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes-pós discussão pública- estudos de caracterização: Capítulo V – Caracterização do património cultural e valoração.*
- ICNB. (2007g). *Plano de Ordenamento e Gestão da paisagem protegida da arriba fóssil da Costa da Caparica, Lagoa de Albufeira e áreas adjacentes-pós discussão pública-estudos de caracterização: Capítulo IV – Unidades de paisagem e valoração.*
- ICNF. (2007). *Plano de Ordenamento da Paisagem Protegida da Áriba Fóssil da Costa da Caparica- Pós Discussão Pública- Relatório da Ponderação da Discussão Pública. Acit, 67(6), 14–21.*
- José, C. C. (2012). *O Sistema Integrado de Vigilância, Comando e Controlo e a vigilância de zona costeira.*
- Kadambi, J. R., Ahmadi, G. A., & Rohatgi, U. S. (1996). Erosion processes. *American Society of Mechanical Engineers, Fluids Engineering Division (Publication) FED, 236(1), 701.* https://doi.org/10.1007/1-4020-3880-1_139
- Lafortezza, R., Chen, J., van den Bosch, C. K., & Randrup, T. B. (2018). Nature-based solutions for resilient landscapes and cities. *Environmental Research, 165.* <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.038>
- Laranjeira, M. M. C. (2009). *Fragmentação pelo pisoteio dos sistemas de duna frontal: casos de Vila Nova de Gaia.* 276. <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10473>
- Laranjeira, M. M., & Ramos-Pereira, A. (2013). Substituição local de *Ammophila Arenaria* por *medicago* marina em dunas frontais após pisoteio. *Finisterra, 48(95), 61–81.* <https://doi.org/10.18055/finis3132>
- Lennon, M. (2015). Green infrastructure and planning policy: a critical assessment. *Local Environment, 20(8).* <https://doi.org/10.1080/13549839.2014.880411>
- Lourenço, C. S. (2012). *Dinâmica da duna frontal em função das intervenções humanas.* <http://ria.ua.pt/handle/10773/9808>
- Maes, J., & Jacobs, S. (2017). Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development.

- Conservation Letters*, 10(1), 121–124. <https://doi.org/10.1111/conl.12216>
- Manuel, R., & Melo, C. De. (2016). *Análise de dados de agitação num ponto da costa marítima portuguesa marítima portuguesa . Implicações para o dimensionamento de quebra-mares verticais .*
- Manuppella, G. (Coord. ., Antunes, M. T., Pais, J., & Ramalho, M. M. & Rey, J. (1999). *Carta geológica de Portugal na escala de 1:50 000. Notícia explicativa da folha 38-B Setúbal. Departamento de Geologia, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, 143 p.*
- Martinho, A. R., Dias, A. S., Maravalhas, C. I., Ferreira, C. F., Barreiro, H. M., Ramos, P. M., Tavares, S. M., Gomes, T., Sofia, P., & Salomé, P. (2013). Ameaças à vegetação dunar. *AdolesCiência - Revista Júnior de Investigação*, 2(1), 29–35.
- Martins, H. de S. C. (2011). *Alimentação artificial de praias em ambientes energéticos intermédios.*
- McGuire, C. J. (2021). The human dimensions of coastal adaptation strategies. *Sustainability (Switzerland)*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/su13020546>
- Melo e Souza, R., Costa, J. D. J., & C. A. Oliveira, A. (2008). Monitoramento Ambiental Das Dunas Costeiras No Litoral Sul De Sergipe a Partir De Geoindicadores De Vulnerabilidade Biofísica. *Ateliê Geográfico*, 2(1), 118–138. <https://doi.org/10.5216/ag.v2i1.3892>
- Menezes, W. S. (2020). *Intervenção de Arquitetura Paisagista na Zona Costeira de Manta - Equador : Projeto de arquitetura paisagista com.*
- Decreto-Lei n.º 73/2009 de 31 de Março, Pub. L. No. 73/2009, 1988 (2009). <https://dre.pt/application/file/603129>
- Decreto-Lei n.º 166/2008, Pub. L. No. 166/2008, 5865 (2008). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/166/2008/08/22/p/dre/pt/html>
- Ministério do Ambiente do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. (2007). Bases para a Estratégia de Gestão Integrada da Zona Costeira Nacional. *Ministério do ambiente, Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (MAOTDR), Lisboa, Portugal.*, 110. [http://www.gizc.org/documents/Projecto Relatório 26 jan-13h.doc](http://www.gizc.org/documents/Projecto%20Relat%20rio%2026%20jan-13h.doc)
- Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio, Pub. L. No. 80/2015, 2469 (2015). <https://data.dre.pt/eli/dec-lei/80/2015/05/14/p/dre/pt/html>
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 5/97, Pub. L. No. 5/97, 166 (1997). <https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/5/1997/01/14/p/dre/pt/html>
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 151/2001, Pub. L. No. 151/2001, 6425 (2001). <https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/151/2001/10/11/p/dre/pt/html>
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 85/2003, (2003).
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 115-A/2008, de 21 de julho, Pub. L. No. 115-A/2008 (2008). <https://data.dre.pt/eli/resolconsmin/115-a/2008/07/21/p/dre/pt/html>
- Monteiro, R., Ferreira, J. C., & Antunes, P. (2020). Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, 9(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/land9120525>
- Nacional, C., & Sustent, D. (2001). *Reflexão o Desenvolvimento Sustentável da Zona Costeira.* 1–53.

- NSW Department of Land and Water Conservation. (2001). *Coastal dune management: a manual of coastal dune management and rehabilitation techniques*. 96.
- Pais, J., Moniz, C., Cabral, J., Cardoso, J. L., Legoinha, P., Machado, S., Morais, M. A., Lourenço, C., Ribeiro, M. L., Henriques, P., & Falé, P. (2006). *Carta geológica de Portugal na escala de 1:50 000. Notícia explicativa da folha 34-D Lisboa. (2ª ed.) Departamento de Geologia, INETI, Lisboa, 74 p.*
- Pais, João, Legoinha, P., & Estevens, M. (2018). *Património paleontológico do Concelho de Almada*. 143–158.
- Pancada, R. (2011). *Avaliação da vulnerabilidade biofísica do sistema dunar de Peniche-Baleal*. 150.
- PDM-Almada, CMA, & Câmara Municipal de Almada. (2011). Estudos de Caracterização do Território Municipal Caderno 1 - Enquadramento Territorial. *Revisão do Plano Director de Almada.*, 85, 1–619.
- Pedro, R., & Lopes, A. (2014). *Gestão Sustentável dos Ecossistemas Costeiros de Torres Vedras, como estratégia de desenvolvimento local. Bases para a criação de uma Reserva Natural Marinha*.
- Peixoto, F. V. (2017). *O papel da infraestrutura verde no fornecimento de serviços de ecossistemas: regulação de inundações em zonas urbanas*. 226. <http://hdl.handle.net/10362/56268>
- Pererira, H. P. (2010). *Caracterização do turismo de surf europeu e a sua contribuição para o desenvolvimento sócio-económico do litoral português*.
- Piessens, K., Honnay, O., & Hermy, M. (2005). The role of fragment area and isolation in the conservation of heathland species. *Biological Conservation*, 122(1), 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2004.05.023>
- Pinto, C., Silveira, T., & Taborda, R. (2015). *Alimentação artificial das praias da Costa de Caparica: síntese dos resultados de monitorização (2007 a 2014)*. 3(February 2014), 14–15.
- Pires, I., Craveiro, J., & Antunes, Ó. (2012). Artificialização do solo e Vulnerabilidade Humana em duas zonas sujeitas a processos de erosão costeira: casos de estudo da Costa da Caparica e Espinho (Portugal). *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 12(3), 277–290. <https://doi.org/10.5894/rgci316>
- Pontee, N., Narayan, S., Beck, M. W., & Hosking, A. H. (2016). Nature-based solutions: Lessons from around the world. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Maritime Engineering*, 169(1), 29–36. <https://doi.org/10.1680/jmaen.15.00027>
- Prisco, I., Acosta, A. T. R., & Stanisci, A. (2021). A bridge between tourism and nature conservation: boardwalks effects on coastal dune vegetation. *Journal of Coastal Conservation*, 25(1). <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00809-4>
- R.Karr, J. (1996). *Ecological integrity and ecological health are not the same. National Academy of Engineering. Engineering within the ecological constraints*, 97-109.
- Ramos-Pereira, A, & Laranjeira, M. (2002). Vulnerabilidade dunar avaliada por uma lista de

- controlo. *Homenagem (in honorium) ao Professor Gaspar Soares de Carvalho, January 2002*, 161–175.
- Ramos-Pereira, Ana. (2008). Sistemas litorais: dinâmicas e ordenamento. *Finisterra XLIII 86, XLIII(86)*, 5–29.
- Ramos-Pereira, Ana. (2017). *A faixa litoral. January 2004*.
- Ramos-Pereira, Ana, & Laranjeira, M. M. (2002). *Vulnerabilidade dunar avaliada por uma lista de controlo* (pp. 161–175).
- Raposeiro, P. D., & Ferreira, J. C. (2011). Evaluation of coastal flood risk areas and adaptation strategies for a sustainable planning. *Journal of Coastal Research, SPEC. ISSUE 64*, 1896–1900.
- Rato, D. (2017). *Monitorização da Duna de São João da Caparica*.
- Ricardo Guerreiro. (2021). *Instituto da Conservação da Natureza e Florestas*. <http://www2.icnf.pt/portal/ap/p-prot/ppafcc/class-carac> .
- Ritchie Mark, E., & Olf, H. (2002). Fragmented nature: Consequences for biodiversity. *Landscape and Urban Planning, 58(2–4)*, 83–92.
- Rocha, M. A. (2011). *Caso de estudo polis costa de caparica*.
- Rodrigues, D. (2020). *Dinâmica de sistemas praia-duna do litoral de Almada*.
- Salgado, J. (2021). *Caracterização de balanços sedimentares face a alimentações artificiais : Casos de estudo de Aveiro e Figueira da Foz*.
- Santos, C. J., Andriolo, U., & Ferreira, J. C. (2020). Shoreline response to a sandy nourishment in a wave-dominated coast using video monitoring. *Water (Switzerland), 12(6)*. <https://doi.org/10.3390/W12061632>
- Santos, F. D., Lopes, A. M., Moniz, G., Ramos, L., & Taborda, R. (2014). *Gestão da Zona Costeira o Desafio da Mudança*. 260.
- Seixas, L., & Silva, D. (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)*.
- Seoane, C. L. V. de, Fernández, J. B. G., & Pascual, C. V. (2007). *Manual de restauración de dunas costeras. Misisterio de Medio Ambiente. Direccion General de Costas*.
- SER. (2004). Society for Ecological Restoration (SER) International. *Princípios da SER Internacional sobre a restauração ecológica*, 15. <http://www.ser.org/>
- Silva, A. N., Taborda, R., Lira, C., Andrade, C. F. de, Silveira, T. M., & Freitas, M. da C. (2013). *Estudo de caso da Costa da Caparica. Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico na Costa da Caparica. Criação e implementação de um sistema de monitorização no litoral abrangido pela área de jurisdição*. 1–27.
- Silva, A. N., Taborda, R., Lira, C., Andrade, C. F. de, Silveira, T. M., Freitas, M. da C., & (1). (2013). *Estudo de caso da Costa da Caparica Determinação e cartografia da perigosidade associada à erosão de praias e ao galgamento oceânico na Costa da Caparica*.
- Silva, C. P. da. (2002). *Gestão Litoral Integração de Estudos de Percepção da Paisagem e*

- Imagens Digitais na Definição da Capacidade de Carga de Praias O Troço Litoral S. Torpes - Ilha do Pessegueiro.* 361.
- Silva, S. A. F. da. (2012). *Gestão de Praias da Costa de Caparica.*
- Silva, P, Pinho, P., Correia, A. I., Branquinho, C., & Correia, O. (2004). *Estudo de Indicadores de Vulnerabilidade de sistemas dunares: um contributo para a gestão integrada de zonas costeiras.*
- Silva, Patrícia. (2014). Avaliação da Vulnerabilidade Costeira no concelho de Almada (Portugal). *Tese de Mestrado, Universidade dos Açores*, 339.
- Silva, S. (2019). *Estudo de atuação e promoção dos recursos culturais , naturais e paisagísticos na Cova do Vapor.*
- Silvester, R., & Hsu, J. R. C. (1995). Coastal Stabilization: Innovative Concepts. *Journal of Coastal Research*, 11(1).
- Simas, L. S. B. (2014). *Índices de Vulnerabilidade à Contaminação de Massas de Água Subterrânea: aplicação à delimitação da Rede Ecológica Nacional no Concelho de Almada (Portugal). Tese de Mestrado em Geologia Aplicada - Especialização em Hidrogeologia. Faculdade de Ciências -*
- Sofia, P., Miguel, F., & Pessoa, P. F. (2010). *Programa De Sensibilização Do Património Paisagem Protegida Da Arriba Caparica / Reserva Botânica Da Mata Nacional Dos Medos.*
- SOMARAKIS, G., STAGAKIS, S., & CHRYSOULAKIS, N. (Eds. . (2019). *ThinkNature Nature-Based Solutions Handbook. European Union.* 730338.
- Sousa, C. V. P. De. (2010). *Vulnerabilidade dos sistemas dunares da praia do Meco.* I(2), 117–134.
- Sousa, F. B. P. de. (2012). *Estudo de soluções de enraizamento de esporõess.*
- SOUSA, N. F. P. DE. (2015). *Dinâmica da linha de costa e vulnerabilidade à erosão no setor não artificializad do Arco Caparica-Espichel.* 6.
- Sousa, N., Trindade, J., & Ramos-Pereira, A. (2015). *Dinâmica de um indicador de linha de costa no Arco Caparica-Espichel: Caso de estudo da Fonte da Telha.* 81–89.
- Teixeira, S. B. (2016). A alimentação artificial como medida de redução do risco em praias suportadas por arribas rochosas na costa do Barlavento (Algarve, Portugal). *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 16(3), 327–342. <https://doi.org/10.5894/rgci683>
- van Slobbe, E., de Vriend, H. J., Aarninkhof, S., Lulofs, K., de Vries, M., & Dircke, P. (2013). Building with Nature: In search of resilient storm surge protection strategies. *Natural Hazards*, 66(3), 1461–1480. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0612-3>
- Vera-Cruz, D. (1972). Artificial nourishment of copacabana beach. *Coastal Engineering Proceedings*, 1(13). <https://doi.org/10.9753/icce.v13.76>
- Walker, L. R., & del Moral, R. (2003). Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. *Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation*, May. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511615078>
- Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. Em *Nature-based solutions to address global societal challenges.*

<https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en>

Waterman, R. E. (2010). *Integrated Coastal Policy via Building with Nature*. 69.

Watson, J. E. M. (2009). Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession. Em *Pacific Conservation Biology* (Vol. 15, Número 4).
<https://doi.org/10.1071/pc090277>

Williams, A. T., Duck, R. W., & Phillips, M. R. (2011). Coastal dune vulnerability among selected Scottish systems. *Journal of Coastal Research, SPEC. ISSUE 64*, 1263–1267.

10. Anexos

Anexo I

LISTA DE CONTROLO DA VULNERABILIDADE BIOFÍSICA DOS SISTEMAS DUNARES

As seguintes tabelas seguem a metodologia de C. V. P. De Sousa (2010), J Ferreira & Laranjeira (2000), García-Mora et al.(2001), Williams et al. (2011), Garcia-Lozano et al. (2020), Patrícia Silva (2014), JC Ferreira (2004), Pancada (2011) e A Ramos-Pereira & Laranjeira (2002). Posteriormente às tabelas, são apresentados os cálculos necessários para a obtenção da percentagem de vulnerabilidade.

O total de pontuação máxima é obtido através da multiplicação do total de variáveis descrito na tabela em estudo com o nível máximo de vulnerabilidade, nomeadamente o nível dois, enquanto que a vulnerabilidade mínima corresponde ao nível zero.

Posteriormente, a vulnerabilidade para cada componente da lista de controlo é obtida através do somatório dos valores de cada variável, sendo convertido para percentagem através de uma proporção. O total máximo corresponde a 100% e o valor obtido através do somatório irá corresponder à percentagem de vulnerabilidade pretendida. O valor em percentagem indica o Índice de Vulnerabilidade Parcial associado a cada descritor. Ou seja, quando o total máximo corresponde a 100%, significa que a todas as variáveis desse descritor, foi-lhes atribuído o nível 2. Os diferentes valores de $IV_{parcial}$, de acordo com o apresentado na seção Metodologia, dão origem ao Índice de Vulnerabilidade do sistema dunar da Praia da Adiça.

Assim sendo, após a avaliação do estado da praia destacou-se o nível de vulnerabilidade que melhor correspondia a cada variável.

Tabela 10.1. Estado de erosão do sistema dunar (Descritor ED)

Variáveis		Níveis de Vulnerabilidade		
		0	1	2
Erosão por ação marinha	Arriba talhada em duna	Ausência no sistema dunar	Existência de arriba dunar em <50% do sistema dunar	Existência de arriba dunar em >50% do sistema dunar
	Altura da arriba dunar em % altura da duna	<25%	25% a 50%	>50%
	Galgamentos oceânicos recentes	Inexistência no sistema dunar		Existência no sistema dunar
Erosão por ação do vento e por ação antrópica	Brechas ativas	Ausência ou brechas pouco incisas (<1m) em <50% do sistema dunar	<ul style="list-style-type: none"> - Existência de brechas pouco incisas (<1m) em >50% do sistema dunar; - Existência de brechas profundas (> 1m) em < 50% do sistema dunar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de brechas profundas (>1m) e/ou largas (>2m) em >50% do sistema dunar; - Presença de <i>blowout(s)</i> bem formado(s) amplo(s), em > 1/3 do sistema dunar.
	<i>Blowouts</i> ativos	Inexistência no sistema	Presença de <i>blowouts</i> incipientes em <1/3 do sistema dunar	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de <i>blowouts</i> incipientes em >1/3 do sistema dunar; - Presença de <i>blowout(s)</i> bem formado(s) amplo(s), em > 1/3 do sistema dunar.

Areia soprada para o interior		Não existem vestígios	Formam-se pequenas acumulações de areia	A acumulação de areia causa danos e justifica uma intervenção
Área ocupada pelas dunas em relação ao sistema praia-duna		<25%	>25%	>50%

$$\begin{aligned}
 & \text{Total de pontuação máximo} = 7 \times 2 = 14 \\
 & \Sigma \text{ das componentes} = (0 \times 0) + (1 \times 1) + (6 \times 2) = 13 \\
 & IV_{ED} = \frac{(13 \times 100)}{14} = 93\%
 \end{aligned}$$

Tabela 10.2. Estado de alimentação em areia do sistema dunar (Descritor AA)

Níveis de Vulnerabilidade Variáveis	0	1	2
Presença de dunas recentes ou embrionárias a barlavento	Existência de dunas recentes ou embrionárias em > 50% do sistema dunar	Existência de dunas recentes ou embrionárias em <50% do sistema dunar	Inexistência de dunas recentes ou embrionárias
Colmatação de brechas com dunas recentes ou embrionárias	> 50% das brechas colmatadas	< 50% das brechas colmatadas	Inexistência de colmatação
Colmatação de <i>blowouts</i> com dunas recentes ou embrionária	- > 50% de <i>blowouts</i> incipientes colmatados; - > 50% de <i>blowouts</i> amplos colmatado.	- < 50% de <i>blowouts</i> incipientes colmatados; - < 50% de <i>blowouts</i> amplos colmatados.	Inexistência de colmatação
Colmatação de galgamentos oceânicos com dunas recentes ou embrionárias	Com reconstituição parcial do cordão dunar	Com formação de dunas embrionárias isoladas	Inexistência de colmatação

$$\begin{aligned}
 & \text{Total de pontuação máximo} = 4 \times 2 = 8 \\
 & \Sigma \text{ das componentes} = (0 \times 0) + (0 \times 1) + (4 \times 2) = 8 \\
 & IV_{AA} = \frac{(8 \times 100)}{8} = 100\%
 \end{aligned}$$

Tabela 10.3. Estado de fixação das areias pela vegetação do sistema dunar (Descritor FV).

Níveis de Vulnerabilidade	0	1	2
Variáveis			
Superfície do sistema dunar não vegetada	<25%	25% a 75%	>75%
Frente dunar vegetada	>50%	10% a 50%	<10%
Estado de danificação das plantas	Remoção de vegetação e presença de plantas com raízes expostas devido à erosão em <25% da superfície dunar vegetada.	Remoção de vegetação e presença de plantas com raízes expostas devido à erosão entre 25% a 75% da superfície dunar vegetada.	Remoção de vegetação e presença de plantas com raízes expostas devido à erosão em >75% da superfície dunar vegetada.
Existência de grandes áreas ocupadas por cardo roedor e por chorão	<25%	25% a 75%	>75%

$$\begin{aligned} \text{Total de pontuação máximo} &= 4 \times 2 = 8 \\ \Sigma \text{ das componentes} &= (0 \times 0) + (3 \times 1) + (1 \times 2) = 5 \end{aligned}$$

$$IV_{FV} = \frac{(5 \times 100)}{8} = 63\%$$

Tabela 10.4. Estado de degradação associado à utilização/pressão exercida no sistema dunar (Descritor DPU).

Níveis de Vulnerabilidade Variáveis	0	1	2
Rede de caminhos de acesso à praia	Aberta em pontos específicos da duna, pouco densa	Aberta em pontos específicos da duna, muito densa	Difusa, muito densa
		Difusa, pouco densa	
Incisão dos caminhos	Pequena (<1m)	Moderada (<2m)	Profunda (>2m)
Viaturas motorizadas nas dunas	Nenhumas	Algumas Trilhos localizados	Muitas Trilhos difusos
Equitação nas dunas primárias	Nenhuma	Alguma Trilhos localizados	Muita Trilhos difusos
Campismo selvagem	Nenhum	Algum, disperso pelas dunas	Muito, em locais preferenciais
Campismo organizado	Nenhum	Ocupa <1/4 do sistema dunar	Ocupa >1/4 do sistema dunar
Construção de obras	Nenhuma	Isolada	Dispersa, em >1/4 do sistema dunar
		Dispersa, em <1/4 do sistema dunar	Concentrada
Extração de areias	Nenhuma	Abundante, causando a destruição de <1/4 do sistema dunar	Abundante, causando a destruição de >1/4 do sistema dunar
Atividades ligadas à pesca	Ausentes	Provocam a destruição de <1/4 do sistema dunar	Provocam a destruição de >1/4 do sistema dunar
	Presentes, mas sem afetar significativamente o sistema dunar		
Campo de golfe, campo de voleibol	Nenhum		

outros campos desportivos		Ocupam parcialmente o sistema dunar	Ocupam totalmente o sistema dunar
---------------------------	--	-------------------------------------	-----------------------------------

$$\begin{aligned}
 & \textit{Total de pontuação máximo} = 10 \times 2 = 20 \\
 & \Sigma \textit{ das componentes} = (4 \times 0) + (6 \times 1) + (0 \times 2) = 6 \\
 & IV_{DPU} = \frac{(6 \times 100)}{20} = 30\%
 \end{aligned}$$

Tabela 10.5. Estado de conservação do sistema dunar (Descritor OG).

Níveis de Vulnerabilidade Variáveis	0	1	2
	Ordenamento dos caminhos	Passagens sobrelevadas em pontos de acesso à praia específicos	Passadeiras em pontos de acesso à praia específicos
Área com acesso limitado	Ausente e desnecessário	10% a 25%	>25%
	Em <10% do sistema dunar	Ausente/insuficiente, mas necessário em <25% do sistema dunar	Ausente/insuficiente, mas necessário em >25% do sistema dunar
Armadilhas de areia para reabilitação das dunas	Ausente e desnecessário	10% a 25%	>25%
	Em <10% do sistema dunar	Ausente/insuficiente, mas necessário em <25% do sistema dunar	Ausente/insuficiente, mas necessário em >25% do sistema dunar
Plantação nas áreas com areias móveis	Ausente e desnecessário	10% a 25%	>25%
	Em <10% do sistema dunar	Ausente/insuficiente, mas necessário em <25% do sistema dunar	Ausente/insuficiente, mas necessário em >25% do sistema dunar
Painéis de informação	Um ou mais (Apelativos; Colocados em pontos estratégicos; Informação atualizada)	Um ou mais (Desatualizados; Pouco apelativos; Mal colocados; Pouco visíveis)	Nenhum
Vigilância e controlo de viaturas	Existente e eficaz/Não necessário	Insuficiente	Nenhuma
Vigilância e controlo de equitação	Existente e eficaz/Não necessário	Insuficiente	Nenhuma
Vigilância e controlo de	Existente e eficaz/Não necessário	Insuficiente	Nenhuma

campismo selvagem			
Vigilância e controlo de construção	Existente e eficaz/Não necessário	Insuficiente	Nenhuma
Vigilância e controlo de extração de areias	Existente e eficaz/Não necessário	Insuficiente	Nenhuma
Vigilância e controlo das atividades ligadas à pesca	Existente e eficaz/Não necessário	Insuficiente	Nenhuma
Alimentação da praia ou da duna	Não necessário	Presente e com resultados duradouros	Necessário
			Presente, mas sem resultados duradouros
Obras costeiras	Inexistentes	Obras costeiras perpendiculares à linha de costa, a sotamar	Obras costeiras longitudinais, aderentes
			Obras costeiras perpendiculares à linha de costa, a barlamar

$$\begin{aligned}
 \text{Total de pontuação máximo} &= 13 \times 2 = 26 \\
 \Sigma \text{ das componentes} &= (4 \times 0) + (5 \times 1) + (4 \times 2) = 13 \\
 IV_{OG} &= \frac{(13 \times 100)}{26} = 50\%
 \end{aligned}$$

Tabela 10.6. Uso do solo marginal ao sistema dunar (largura da faixa considerada em função das taxas de recuo da linha de costa para 50 anos) (Descritor A).

Obstáculos à livre transgressão das dunas	Não opõe obstáculos à transgressão (Não influencia a vulnerabilidade das dunas)	Limita a transgressão, (Condiciona a vulnerabilidade das dunas)	Impossibilita a transgressão (Corresponde a uma elevada vulnerabilidade das dunas)
Uso do solo marginal ao sistema dunar			
Área não urbanizada	>75% de área de mato	>75% de área florestada	>50% de área agricultada
			Não existente
Área urbanizada	Não existente	>50% de área urbana dispersa	>50% de área urbana concentrada
Outros espaços ordenados	Não existentes	>50% ocupado com campos desportivos	
		Existência de parque de campismo	
		Existência de aeródromo	
Vias de comunicação	Caminhos Florestais	Estradas municipais com tráfego reduzido	Estradas nacionais Vias rápidas
			Estradas municipais, com tráfego estival importante
			Caminhos-de-ferro

$$\begin{aligned}
 \text{Total de pontuação máxima} &= 4 \times 2 = 8 \\
 \Sigma \text{ das componentes} &= (3 \times 0) + (1 \times 1) + (0 \times 2) = 1 \\
 IV_{\text{Descritor A}} &= \frac{(1 \times 100)}{8} = 13\%
 \end{aligned}$$

Tabela 10.7. Elementos Turísticos do sistema dunar (Descritor B).

<p>Importância do afluxo potencial de visitantes</p> <p>Atratividade turística do sistema dunar</p>	<p>Determina afluxo mínimo</p> <p>(Não influencia a vulnerabilidade das dunas)</p>	<p>Possibilita afluxo</p> <p>(Condiciona a vulnerabilidade das dunas)</p>	<p>Determina afluxo muito importante,</p> <p>(Determina uma elevada vulnerabilidade das dunas)</p>
<p>Alojamento na área enquadrante</p>	<p>Alojamento inexistente</p>	<p>Alojamento importante em meio rural (Parque de campismo/aldeamento turístico; Aluguer de quartos e casas individuais)</p>	<p>Alojamento muito importante em meio rural (Diversos parques de campismo; Vários aldeamentos turísticos; Aluguer de quartos e casas individuais)</p>
	<p>Alojamento limitado em meio rural (Aluguer de quartos e casas individuais)</p>	<p>Alojamento importante em meio urbano (Pensões, residenciais; Aluguer de quartos e casas individuais)</p>	<p>Alojamento muito importante em meio urbano (Pensões; residenciais, hotéis, aluguer de quartos e casas individuais)</p>
<p>Condições de acesso e estacionamento</p>	<p>Inexistência de estradas de acesso</p> <p>Mau acesso por estrada não pavimentada, sem parque de estacionamento</p>	<p>Acesso razoável ou não por estrada e parque de estacionamento pavimentados</p>	<p>Acesso acessível ou não através das estradas e parques de estacionamento pavimentados</p>
<p>Espaços de lazer</p>	<p>Inexistentes</p>	<p>Existentes, mas mal conservados</p>	<p>Existentes e em bom estado de conservação</p>
<p>Nível de desenvolvimento da atratividade balnear</p>	<p>Praia em meio rural, sem vigilância e estruturas de apoio</p>	<p>Praia em meio rural, com vigilância e estruturas de apoio (Bares)</p>	<p>Praia em meio urbano, com vigilância, estruturas de apoio (Bares;</p>

			Sanitários; Áreas de barracas) e área destinada a jogos
--	--	--	---

$$\begin{aligned} \text{Total de pontuação máximo} &= 4 \times 2 = 8 \\ \Sigma \text{ das componentes} &= (2 \times 0) + (2 \times 1) + (0 \times 2) = 2 \end{aligned}$$

$$IV_{\text{Descritor B}} = \frac{(2 \times 100)}{8} = 25\%$$

