# Renaturalização do Sistema Dunar e Valorização da Frente Marítima da Estela na Póvoa de Varzim


Mariana Moura Vieira

Mestrado em Arquitetura Paisagista

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

2023

**Orientador**

Maria José Curado, Professor Auxiliar

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Fonte da Figura na capa: Território XXI - Imagem obtida por *Drone*

# Resumo

As Zonas Costeiras constituem ecossistemas únicos e complexos, resultantes de um longo processo evolutivo e da interação entre diferentes subsistemas terrestres, o que as torna altamente sensíveis e vulneráveis. Estas zonas, são também objeto de uma intensa ocupação humana que, aliada à ocorrência de fenómenos naturais, tendem a provocar perturbações ou a regressão dos ecossistemas costeiros.

A conjugação de várias intervenções humanas nas bacias hidrográficas (ex.: construção de barragens) e no litoral de Portugal (ex.: artificialização da linha de costa) com fenómenos de origem natural (ex.: subida do nível médio do mar), têm tido como consequência a diminuição do aporte sedimentar e a intensificação dos processos erosivos. Face à dificuldade em prever as alterações da linha de costa e à incerteza face a cenários climáticos futuros, há que adaptar à nova realidade e cenários.

O troço costeiro da freguesia da Estela é uma área de risco, onde a ocorrência de fenómenos naturais como galgamentos, inundações costeiras ou outros fenómenos extremos altamente imprevisíveis, são suscetíveis de causar danos a pessoas e bens.

Perante o estado de degradação do sistema dunar da Estela, a proposta de intervenção desenvolvida pretende levar a cabo um conjunto de ações direcionadas ao restauro ecológico e conservação do ecossistema dunar, pelo que é proposto a renaturalização de determinadas áreas do território. Nesse sentido, e em prol da valorização da frente marítima, há que restabelecer o equilíbrio e resiliência do sistema dunar, reconstruindo o perfil transversal da duna (com diminuição da pendente) e introduzindo uma diversidade de espécies dunares adaptadas a este contexto, aumentando o seu coberto vegetal.

O processo de intervenção apresenta-se organizado em quatro grandes domínios: o controlo de espécies exóticas invasoras das dunas, nomeadamente do *Carpobrotus edulis* (Chorão-das-praias), do *Arundo donax* (Cana-comum) e da *Acacia longifolia* (Acácia-de-espigas); a reconstrução do perfil da duna com ou sem recurso à alimentação artificial; a instalação de regeneradores dunares; e a introdução da flora dunar, que assume um papel importante da estabilização da duna, especialmente o *Elymus farctus* (Feno-das-areias) e a *Ammophila arenaria* (Estorno). Espera-se, deste modo, contribuir para uma proposta de intervenção que permita amenizar riscos, salvaguardar recursos naturais e valorizar o território da Estela.

**Palavras-chave:** Litoral, Orla Costeira, Sistemas Dunares, Alterações Climáticas, Riscos Naturais, Erosão Costeira, Restauro Ecológico, Renaturalização, Estela

# Abstract

Coastal zones are unique and complex ecosystems resulting from a long evolution process and the interaction between diverse earth subsystems, which makes them highly sensitive and vulnerable. These areas are subject to intense human occupation, which, combined with the occurrence of natural phenomena, may cause disturbances or regression of coastal ecosystems.

Due to various interventions in Portugal's river basins and coastline, there is a consequent decrease in sediment supply and intensification of the erosion process. In addition, the difficulty in predicting changes in the coastline and the uncertainty of future climate scenarios make it necessary to adapt to new realities and paradigms.

The coastal section of Estela is a high-risk area, where the occurrence of highly unpredictable natural phenomena such as wave overtopping, coastal flooding, or other extreme phenomena are likely to cause damage to people or assets. Due to the profound transformation and reduced dune area, the frontal dune cord is subject to an intense erosive phenomenon that can destroy it progressively.

Given the degradation state of the Estela dune system, the proposed intervention intends to carry out a series of actions aimed at the ecological restoration and conservation of the dune ecosystem, for which determinate areas of the territory must be re-naturalized. The balance and resilience of the dune system must be re-established to improve the seafront. And to accomplish this, it is necessary to rebuild dunes that are less steep and introduce a variety of dune species to increase their vegetation cover.

The entire intervention is a process based on four main areas: control of exotic invasive dune species, in particular, *Carpobrotus edulis, Arundo donax*, and *Acacia longifolia*; reconstruction of the dune profile with or without beach nourishments; installation of dune regenerators; and introduction of dune flora, which plays a significant role in stabilizing the dune, especially plants like *Elymus farctus* and *Ammophila arenaria.*

Even if it will take time, the goal of a nature-based solution is to provide favorable outcomes that will mitigate risks, safeguard natural resources, and ultimately enhance the Estela territory.

**Keywords:** Coastline, Dune System, Climate Change, Natural Hazards, Coastal Erosion, Ecological Restoration, Regeneration, Estela

# Índice

Lista de Tabelas ..... 5
Lista de Gráficos ..... 5
Lista de Figuras ..... 5
Lista de Abreviaturas ..... 9
Glossário ..... 10
1. Introdução ..... 11
1.1. Tema, Problemática e Objetivos ..... 11
1.2. Metodologia ..... 14
2. Enquadramento Legal e Estratégico ..... 15
2.1. Enquadramento Estratégico ..... 15
2.1.1. Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC) 15
2.1.2. Grupo de Trabalho do Litoral (GTL) ..... 16
2.1.3. Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC) da Póvoa de Varzim ..... 18
2.2. Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) ..... 19
2.2.1. Programa da Orla Costeira Caminha - Espinho (POC-CE) ..... 20
2.2.2. Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim (PDMPV) ..... 26
2.3. Outros planos e programas ..... 28
2.3.1. Plano de Ação Litoral XXI ..... 28
2.3.2. Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental (COSMO) ..... 30
2.4. Servidões e Restrições de Utilidade Pública (SRUP) ..... 32
2.4.1. Domínio Público Hídrico (DPH) ..... 32
2.4.2. Reserva Agrícola Nacional (RAN) ..... 33
2.4.3. Reserva Ecológica Nacional (REN) ..... 34
2.4.4. Áreas Classificadas: Parque Natural do Litoral Norte e Zona Especial de Conservação (ZEC) do Litoral Norte ..... 36
3. Caraterização da área de estudo ..... 38

3.1. Componentes Biofísicas ..... 38
3.1.1. Clima ..... 38
3.1.2. Geologia e Solos ..... 38
3.1.3. Relevo ..... 39
3.1.4. Hidrografia ..... 42
3.1.5. Coberto Vegetal e biodiversidade ..... 43
3.2. Ocupação do Território ..... 48
3.3. Paisagem ..... 55
3.4. Setor Costeiro ..... 59
3.4.1. Sistemas dunares e morfologia das dunas ..... 59
3.4.2. O caso do Sistema dunar da Estela ..... 61
4. Recuperação Dunar ..... 69
4.1. Casos de Estudo ..... 71
4.1.1. Projeto ambiental ReDuna - Recuperação e Restauração Ecológica do Sistema Dunar de São João da Caparica, Almada ..... 71
4.1.2. Projeto de Requalificação Ambiental e Valorização das Atividades Tradicionais em Pedrinhas e Cedovém, Esposende ..... 72
5. Proposta de Intervenção na Estela ..... 74
5.1. Processo de restauro do ecossistema dunar ..... 75
5.2. Apresentação de soluções ..... 82
6. Considerações Finais ..... 89
7. Referências ..... 91
8. Anexos ..... 96

# Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quadro síntese: Ações permitidas, condicionadas e interditas pelo POC-CE ..... 24
Tabela 2 - Programa de Execução: Intervenções para valorização e qualificação das praias PIP26 e 27 ..... 25
Tabela 3 - Alterações de uso e ocupação do solo entre 1995 e 2018 ..... 52
Tabela 4 - Vantagens e desvantagens de um ação de alimentação artificial ..... 70
Tabela 5 - Quadro síntese dos principais prós e contras da aplicação de outras soluções ..... 70
Tabela 6 - Principais vantagens e desvantagens dos sistemas artificiais ..... 78
Tabela 7 - Listagem da flora dunar caraterística do litoral norte ..... 79

# Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Comparação do perfil de praia emersa referente à Praia do Parque de Campismo (P1) no Intervalo 2018-2021 ..... 31
Gráfico 2 - Comparação do perfil de praia emersa referente à Praia da Estela (P2) no Intervalo 2018-2021 ..... 31
Gráfico 3 - Distribuição percentual da ocupação do solo em 2018 pelas diferentes classes, da área em estudo ..... 52

# Lista de Figuras

Figura 1 - Localização geográfica ..... 11
Figura 2 - Vista Aérea da área em estudo de 2021 ..... 12
Figura 3 - Diagrama Metodológico ..... 14
Figura 4 - Princípios de ordenamento: Estratégias de adaptação ..... 17
Figura 5 - Estrutura do Sistema de Gestão Territorial: Quadro de interação coordenada ..... 19
Figura 6 - Excerto da Folha 7 do Modelo Territorial do POC-CE, na área de estudo ..... 20
Figura 7 - Excerto do PIP 26 - Praia do Parque de Campismo ..... 25
Figura 8 - Excerto do PIP 27 - Praia da Estela ..... 25
Figura 9 - Excerto da planta de ordenamento do PDMPV ..... 26
Figura 10 - Mapeamento trabalhos realizados pelo COSMO na área em estudo ..... 30
Figura 11 - Representação Cartográfica das áreas integradas no Domínio Público Hídrico ..... 32
Figura 12 - Representação cartográfica da área integrada na Reserva Agrícola Nacional ..... 34
Figura 13 - Representação cartográfica da área integrada na Reserva Ecológica Nacional ..... 35
Figura 14 - Representação cartográfica das áreas classificadas adjacentes ..... 37
Figura 15 - Excerto da Carta Geológica de Portugal 1:50 000, Folhas 05-C e 09-A ..... 38
Figura 16 - Excerto da Carta de Solos 1:100 000 ..... 39
Figura 17 - Carta Hipsométrica ..... 39
Figura 18 - Carta de Declives ..... 40

Figura 19 - Carta de Orientação de Vertentes ..... 41
Figura 20 - Carta da Hidrologia ..... 42
Figura 21 - Carta do levantamento do coberto vegetal ..... 43
Figura 22 - Povoamento de Pinheiro-Bravo ..... 43
Figura 23 - Matagais arborescentes ..... 43
Figura 24 - Matos altos junto ao lago artificial do campo de golfe ..... 43
Figura 25 - Matos caméfitos no campo de golfe ..... 44
Figura 26 - Galeria composta por Amieiros e Canas ..... 44
Figura 27 - Duna móvel ..... 44
Figura 28 - Área arrelvada do Campo de Golfe ..... 44
Figura 29 - Culturas de sequeiro e regadio ..... 44
Figura 30 - Excerto do Anexo 1, Carta de habitats do POC-CE ..... 45
Figura 31 - Dunas frontais ..... 45
Figura 32 - *Elymus farctus* (Feno-das-areias) ..... 46
Figura 33 - *Ammophila arenaria (Estorno)* ..... 46
Figura 34 - *a) Carpobrotus edulis (Chorão-das-praias)* ..... 46
Figura 35 - Duna e a sua variedade de flora dunar ..... 46
Figura 36 - b) *Herniaria ciliolata* ..... 46
Figura 37 - c) *Hydrocotyle bonariensis* (Chapéu) ..... 46
Figura 38 - Comunidades, à esquerda de *Euphorbia paralias* (Morganheira-das-praias) e à direita de *Crucianella marítima* (Granza-da-praia) ..... 46
Figura 39 - d) *Euphorbia paralias* (Morganheira-das-praias) ..... 46
Figura 40 - Comunidade de *Otanthus maritimus* (Cordeiro-da-praia) ..... 46
Figura 41 - Duna com variedade de espécies presentes ..... 46
Figura 42 - e) *Pancratium maritimum* (Lirio-das-areias) ..... 46
Figura 43 - Invasão da duna interior por *Acacia longifolia* e *Arundo donax* ..... 47
Figura 44 - Fotografia aérea da Estela em 1974 ..... 49
Figura 45 - Campos masseira na Estela em 1990 ..... 49
Figura 46 - Distribuição das principais atividades económicas, acessos e vias de comunicação ..... 50
Figura 47 - Excertos das Cartas de Uso e Ocupação do Solo de 1995, 2007 e 2018 ..... 51
Figura 48 - Evolução da ocupação humana e transformação da paisagem no litoral da Estela (Período 1974-2018) ..... 53
Figura 49 - Enquadramento: Área de estudo abrangida pela subunidade de paisagem 6A ..... 55
Figura 50 - Área de praia ..... 56
Figura 51 - Área de duna ..... 56
Figura 52 - Paisagem dunar artificializada do Campo de Golfe ..... 57
Figura 53 - Paisagem agrícola ..... 57
Figura 54 - Zona de “Duna terciária” com vegetação ..... 58
Figura 55 - Zona dunar estabilizada com vegetação e vala de drenagem ..... 58

Figura 56 - Vista do Parque de Campismo para o campo ..... 58
Figura 57 - Edifícios de apoio e disposição do parque de campismo ..... 58
Figura 58 - Troço do rio alto sem galeria ripícola ..... 58
Figura 59 - Troço do rio alto com galeria ripícola consolidada ..... 58
Figura 60 - Ilustração das principais classificações de dunas, segundo Mckee ..... 59
Figura 61 - Perfil transversal tipo de um sistema dunar costeiro ..... 60
Figura 62 - Principais sinais de debilitação: Diminuição da largura da praia e aparecimento de arribas de erosão nas dunas ..... 61
Figura 63 - Estado da duna após uma intervenção em abril de 1999 ..... 61
Figura 64 - Registos fotográficos da duna ..... 62
Figura 65 - Estado da duna em dezembro de 2001 ..... 62
Figura 66 - Estado da duna em janeiro de 2003 ..... 62
Figura 67 - Reforço de sacos de areia ao longo do talude no extremo norte, março de 2010 ..... 63
Figura 68 - Vista aérea parcial sobre a área crítica no extremo norte ..... 63
Figura 69 - Área crítica a norte, vista do campo de golfe para o sul do troço de cerca de 180 m, onde estão colocados os geossacos, janeiro de 2023 ..... 63
Figura 70 - Estrutura de proteção costeira: geotubo na praia da Estela ..... 63
Figura 71 - Ausência da duna frontal: é visível o processo de erosão costeira com a modelação de pequenas arribas pela ação do mar ..... 64
Figura 72 - Exemplo de um "blowout" (Corredor Eólico) ..... 64
Figura 73 - Vista aérea sobre os "blowouts" ..... 65
Figura 74 - Perspetiva humana no interior de um "blowout" ..... 65
Figura 75 - Vista aérea de uma arriba dunar declivosa na extensão sul, vista para nordeste ..... 65
Figura 76 - Altura da arriba de erosão em relação à escala humana ..... 66
Figura 77 - Falta de estabilidade da duna: observação de deslizamento e talha das areias ..... 66
Figura 78 - Registo fotográfico do avanço da duna sobre parte do edifício ..... 66
Figura 79 - Registo fotográfico da condição destes edifícios ..... 66
Figura 80 - Ligação praia-parque de campismo ..... 67
Figura 81 - Situação em que não ocorreram trabalhos de remoção das areias ..... 67
Figura 82 - Síntese: Morfologias das dunas observadas do sistema dunar e perfis topográficos representativos ..... 68
Figura 83 - Registos fotográficos após a conclusão da instalação, junho 2015 e após a tempestade Emma, março.2018 ..... 71
Figura 84 - Registo fotográfico do estado da duna em maio de 2023 ..... 72
Figura 85 - Situação atual do troço entre Pedrinhas e Cedovém ..... 72
Figura 86 - Elementos ilustrativos da proposta disponíveis para consulta pública: cortes ..... 73
Figura 87 - Elementos ilustrativos da proposta disponíveis para consulta pública: simulação ..... 73
Figura 88 - Delimitação da área de intervenção ..... 74
Figura 89 - Remoção do *Carpobrotus edulis* ..... 75
Figura 90 - Remoção do *Arundo donax* ..... 76

Figura 91 - Regeneradores dunares numa seção do Parque Natural do Litoral Norte ..... 78
Figura 92 - Regeneradores dunares na Praia da Sereia, em Vila Nova de Gaia, 2023..... 78
Figura 93 - Estacaria de *Salix* usada no Projeto ambiental ReDuna..... 78
Figura 94 - Exemplo de um ecossistema dunar: Praia do Cabedelo, Viana do Castelo, 2023 .. 80
Figura 95 - Dinâmica do crescimento da duna frontal estimado: Imagens ilustrativas..... 81
Figura 96 - Perfil 2. Morfologia da Duna numa área com menor perturbação humana ..... 82
Figura 97 - Perfil 3. Retrata possivelmente a altura máxima atingida pela arriba ..... 82
Figura 98 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção 2A..... 83
Figura 99 - Excerto do Plano Geral com aproximação à zona de intervenção 2A ..... 83
Figura 100 - Perfil 5. Duna originada pelas perturbações naturais (erosão eólica)..... 83
Figura 101 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção 2B..... 83
Figura 102 - Excerto do Plano Geral com aproximação à zona de intervenção 2B ..... 84
Figura 103 - Perfil 4. Duna frontal com maior coberto vegetal ..... 84
Figura 104 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção $3_1$..... 84
Figura 105 - Excerto do Plano Geral com aproximação à zona de intervenção $3_1$ ..... 84
Figura 106 - Perfil 7. Duna frontal em condição mediana..... 85
Figura 107 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção $3_2$..... 85
Figura 108 - Excerto do Plano Geral com aproximação à zona de intervenção $3_2$ ..... 85
Figura 109 - Perfil 8. Duna frontal com menor coberto vegetal ..... 85
Figura 110 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção $3_3$..... 86
Figura 111 - Excerto do Plano Geral com aproximação à zona de intervenção $3_3$ ..... 86
Figura 112 - Perfil 6. Duna frontal definida por um grande monte de areia..... 87
Figura 113 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção 3E..... 87
Figura 114 - Excerto do Plano Geral com aproximação à zona de intervenção 3E ..... 87
Figura 115 - Evolução da duna da Estela: simulação exemplificativa na zona 2A a intervir..... 88

# Lista de Abreviaturas

| | |
|---|---|
| **APA** | Agência Portuguesa do Ambiente |
| **ºC** | Graus celsius |
| **CCDR** | Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional |
| **CIGeoE** | Centro de Informação Geoespacial do Exército |
| **CMA** | Câmara Municipal de Almada |
| **CME** | Câmara Municipal de Esposende |
| **CMPV** | Câmara Municipal da Póvoa de Varzim |
| **COS** | Carta de Uso e Ocupação do Solo |
| **COSMO** | Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental |
| **D-L** | Decreto-Lei |
| **D-R** | Decreto-Regulamentar |
| **DR** | Diário da República |
| **DGADR** | Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural |
| **DGT** | Direção-Geral do Território |
| **DPH** | Domínio Público Hídrico |
| **DRAEDM** | Direção Regional de Agricultura de Entre o Douro e Minho |
| **EMAAC** | Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas |
| **ENGIZC** | Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira |
| **GTL** | Grupo de Trabalhos do Litoral |
| **ha** | Hectare |
| **ICNF** | Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas |
| **IGT** | Instrumentos de Gestão Territorial |
| **Km** | Quilómetros |
| **$Km^2$** | Quilómetros quadrados |
| **Km/h** | Quilómetros hora |
| **LLL** | Linha Limite de Leito |
| **m** | Metros |
| **PDMPV** | Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim |
| **PIER** | Plano de Intervenção em Espaço Rústico |
| **PIP** | Planos de Intervenção das Praias |
| **POAP** | Plano de Ordenamento da Área Protegida |
| **POC-CE** | Programa da Orla Costeira Caminha - Espinho |
| **POSEUR** | Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos |
| **RAN** | Reserva Agrícola Nacional |
| **REN** | Reserva Ecológica Nacional |
| **RFCN** | Rede Fundamental de Conservação da Natureza |
| **RJCNB** | Regime jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade |
| **SNAC** | Sistema Nacional de Áreas Classificadas |
| **SRUP** | Servidões e Restrições de Utilidade Pública |
| **UOPG** | Unidade Operativa de Planeamento e Gestão |
| **ZEC** | Zona Especial de Conservação |
| **ZPE** | Zonas de Proteção Especial |

# Glossário

**Adaptação -** conjunto das modificações através das quais um ser ajusta-se às condições do meio ambiente;
**Conservação da natureza -** conjunto das intervenções físicas, ecológicas, sociológicas ou económicas orientadas para a manutenção ou recuperação dos valores naturais e para a valorização e uso sustentável dos recursos naturais (Decreto-Lei n.º 142/2008);
**Consolidação -** tornar algo mais consistente, firme e estável;
**Ecossistema -** complexo dinâmico constituído por comunidades vegetais, animais e de microrganismos, relacionados entre si e com o meio envolvente, considerados como uma unidade funcional (Decreto-Lei n.º 142/2008);
**Espécie -** conjunto de indivíduos inter-reprodutores com a mesma morfologia hereditária e um ciclo de vida comum, incluindo quaisquer categorias taxonómicas inferiores ou as suas populações geograficamente isoladas (Decreto-Lei n.º 92/2019);
**Espécie exótica -** qualquer espécie, subespécie ou categoria taxonómica inferior de animais, plantas, fungos ou microrganismos introduzido fora da sua área de distribuição natural (Decreto-Lei n.º 92/2019);
**Espécie indígena (ou nativa) -** qualquer espécie originária de um determinado território ou tendo aí área natural de distribuição, passada ou presente (Decreto-Lei n.º 92/2019);
**Espécie invasora -** espécie exótica cuja introdução na natureza ou propagação num dado território ameaça ou tem um impacto adverso na diversidade biológica, nos serviços dos ecossistemas a ela associados, entre outros (Decreto-Lei n.º 92/2019);
**Habitat -** área terrestre ou aquática, natural ou seminatural, que se distingue pelas caraterísticas geográficas abióticas e bióticas (Decreto-Lei n.º 142/2008);
**Linha de Costa -** fronteira entre a terra e o mar, assumindo se como referencial a linha da máxima preia-maré de águas vivas equinociais (Decreto-Lei n.º 159/2012);
**Litoral -** termo genérico que descreve as porções de território que são influenciadas diretamente ou indiretamente pela proximidade do mar (Decreto-Lei n.º 159/2012);
**Orla Costeira -** porção do território onde o mar, coadjuvado pela ação eólica, exerce diretamente a sua ação e se estende, a partir da margem até 500 metros, para o lado de terra e, para o lado de mar, até à batimétrica dos 30 metros (Decreto-Lei n.º 159/2012);
**Recuperação -** retomar algo que se perdeu; regressar a um estado anterior ou inicial;
**Recursos naturais -** componentes ambientais naturais com utilidade para o ser humano e geradores de bens e serviços, incluindo a fauna, a flora, o ar, a água, os minerais e o solo (Decreto-Lei n.º 142/2008);
**Regeneração -** reconstituir; reabilitar total ou parcialmente algo;
**Renaturalização** - restauração das condições naturais de um espaço ou sistema;
**Restauro -** recuperação de algo que está em mau estado de conservação;
**Risco -** a perigosidade resultante da ocorrência de fenómenos de erosão costeira, galgamento, inundação, instabilidade das arribas e movimentos de massa de vertente quando associada a uma determinada tipologia e densidade de ocupação humana (Decreto-Lei n.º 159/2012);
**Solo rural (ou rústico) -** solo que, pela sua reconhecida aptidão, se destine, nomeadamente, ao aproveitamento agrícola, pecuário, florestal, à conservação, valorização e exploração de recursos naturais, geológicos ou energéticos, assim como o que se destina a espaços naturais, culturais, de turismo, recreio e lazer ou à proteção de riscos, ainda que seja ocupado por infraestruturas (Lei n.º 31/2014);
**Zona Costeira -** porção do território influenciada direta e indiretamente, em termos biofísicos, pelo mar, designadamente por ondas, marés, ventos, biota ou salinidade, e que, tem, para o lado da terra, a largura de 2 quilómetros medida a partir da linha da máxima preia-mar de águas vivas equinociais e se estende, para o lado do mar, até ao limite das águas territoriais (Decreto-Lei n.º 159/2012);

# 1. Introdução

## 1.1. Tema, Problemática e Objetivos

O presente relatório foi elaborado no âmbito na unidade curricular Estágio, integrado no Mestrado de Arquitetura Paisagista da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O estágio teve a duração de seis meses, entre janeiro e junho de 2023, e decorreu nas instalações da empresa Território XXI, em Matosinhos, sob a supervisão do Arquiteto Paisagista Tiago Costa e orientação da professora Maria José Curado. O trabalho desenvolvido no relatório de estágio teve como objetivo a elaboração de uma proposta de intervenção na frente marítima da freguesia da Estela, no concelho da Póvoa de Varzim, pertencente ao distrito do Porto, na região Norte de Portugal Continental (Figura 1).

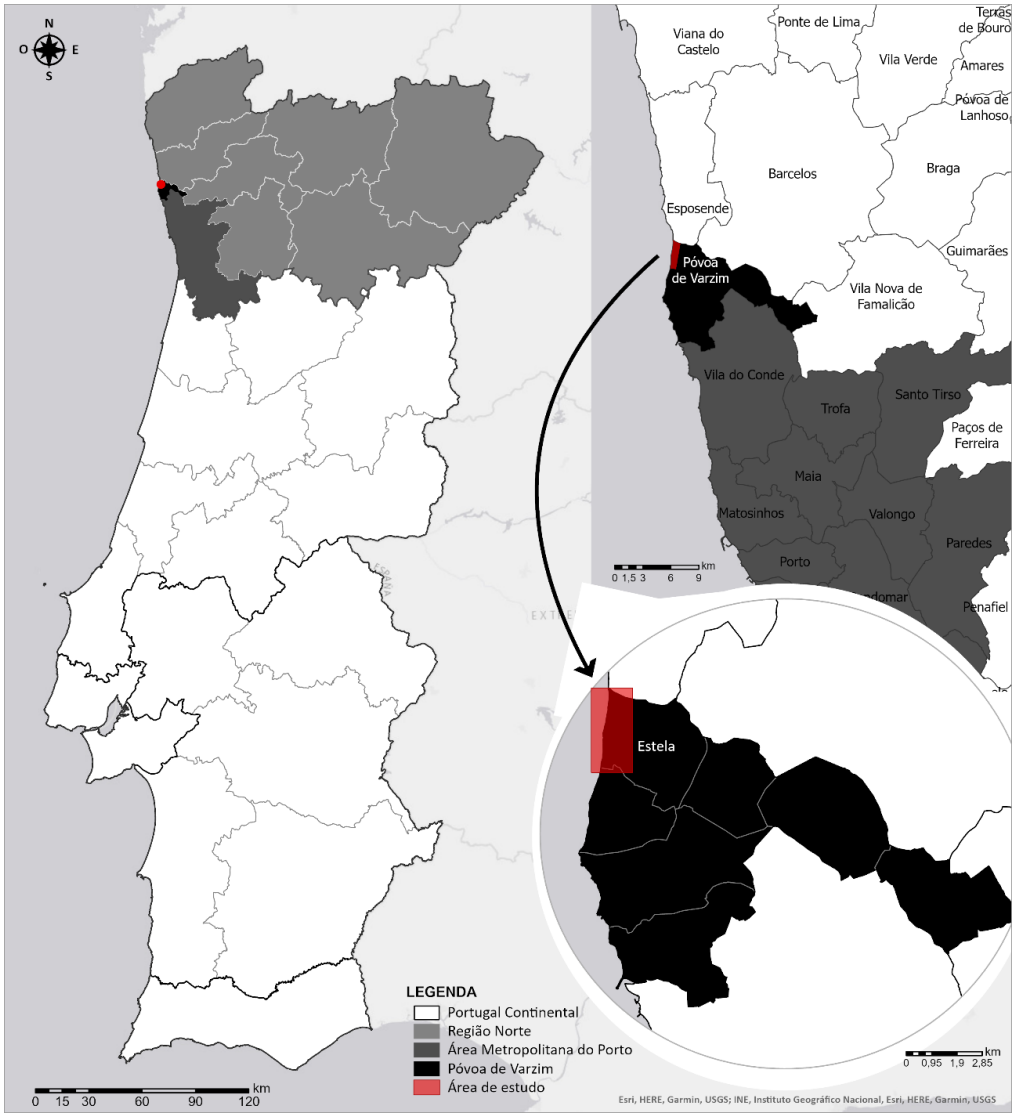



Figura 1 - Localização geográfica; Mapa realizado em “ArcGIS” (Fonte: Direção-Geral do Território (DGT), 2022)

A área em estudo abrange toda a frente marítima da freguesia da Estela, ao longo de, aproximadamente, 3 quilómetros (km) de costa, desde o lugar de Rio Alto até ao Campo de Futebol da Aguçadoura. Nesta área do litoral poveiro, dominam os campos de cultivo e as estufas, alternados com habitações unifamiliares e anexos de apoio à prática agrícola e pesca dispersos. Para além destas áreas, são identificados diversos atrativos do ponto de vista turístico e de lazer, nomeadamente o Campo de Golfe, o Parque de Campismo e as Praias Marítimas (Figura 2).

Figura 2 - Vista Aérea da área em estudo de 2021; Mapa realizado em “ArcGIS” (Fonte: Ortofotomapa da Zona Norte de Portugal Continental, DGT)

No litoral da Estela, alterado pelo Homem conforme as suas necessidades e interesses, foi propícia a instalação e desenvolvimento de certas atividades económicas, ligadas à agricultura, desporto, turismo e recreio, que vêm influenciar, direta e indiretamente os sistemas naturais, nomeadamente, o sistema dunar costeiro. Dada a complexidade dos sistemas naturais e a profunda transformação do ecossistema costeiro da Estela, que constitui uma barreira física natural, vulnerável, sujeita aos riscos naturais e às alterações climáticas, é visível a intensificação do processo de erosão da costa da Estela, pelos perfis topográficos das dunas, bastante degradadas e instáveis.

Reconhecida a instabilidade da linha de costa Portuguesa, pelo histórico de intervenções (Neves, 2011) e da observação *in situ* das soluções de defesa costeira adotadas no combate à erosão costeira e proteção do edificado e da propriedade privada, como os geossacos e geocilindros, neste troço, as entidades competentes, cientes dos riscos e vulnerabilidade do território, pretendem desenvolver, um Plano de Intervenção em Espaço Rústico (PIER) que vise a *“proteção da Orla Costeira nesta faixa”,* previsto no Plano Diretor Municipal (Declaração n.º 5/2022).

Como contributo para este PIER, que apresentará uma proposta mais aprofundada e detalhada para este mesmo troço da Orla Costeira Portuguesa, este trabalho propõe uma futura intervenção, destacando o trabalho de pesquisa, orientações e práticas recomendadas, assim como outros projetos de referências em questões de renaturalização do sistema dunar e defesa costeira. Apesar do grande objetivo ser reduzir a pressão exercida sobre a duna frontal, com a renaturalização de determinadas áreas para estabilização e restauro do ecossistema dunar, estão implícitos outros objetivos, nomeadamente:

- A Valorização do Património Natural e Paisagístico com a preservação e salvaguarda dos recursos naturais, a proteção e valorização da paisagem e o aumento do coberto vegetal, com plantações de espécies nativas e controlo de exóticas invasoras;

- A Qualificação do território através da melhoria das acessibilidades e a valorização dos espaços balneares e de ocupação turística;

- A Prevenção e adaptação às alterações climáticas e riscos atuais e futuros, garantido a salvaguarda de pessoas e bens.

## 1.2. Metodologia

A Metodologia de trabalho adotada abrange, essencialmente, cinco etapas: Enquadramento, Situação de Referência, Revisão de literatura e Projetos de referência, Síntese da informação e Proposta de intervenção (Figura 3).

Inicialmente, procede-se ao estudo da legislação e restrições atualmente em vigor bem como os Instrumentos de Gestão Territorial e outros planos relevantes, o que permitirá identificar condicionantes, estratégias e linhas orientadoras a ter em conta numa futura proposta de intervenção.

Na etapa seguinte, de caraterização da situação de referência, são analisadas as variáveis biofísicas e socioeconómicas, a ocupação humana, o uso do solo e transformação da paisagem e, principalmente, a evolução do setor costeiro. Após compreender um pouco do passado e a situação atual, com a consulta de bibliografia sobre a temática e com referência de outros projetos de recuperação do ecossistema dunar, procede-se à síntese da informação mais relevante para este caso em particular.

Com base no até então apreendido, são identificadas as oportunidades e constrangimentos que vão condicionar toda uma futura intervenção e dali resultar a delimitação das áreas a afetar a proposta. Por fim, na apresentação da proposta, são estabelecidas diferentes tipologias de intervenção para a renaturalização das áreas, consoante a condição e morfologia da duna observada.

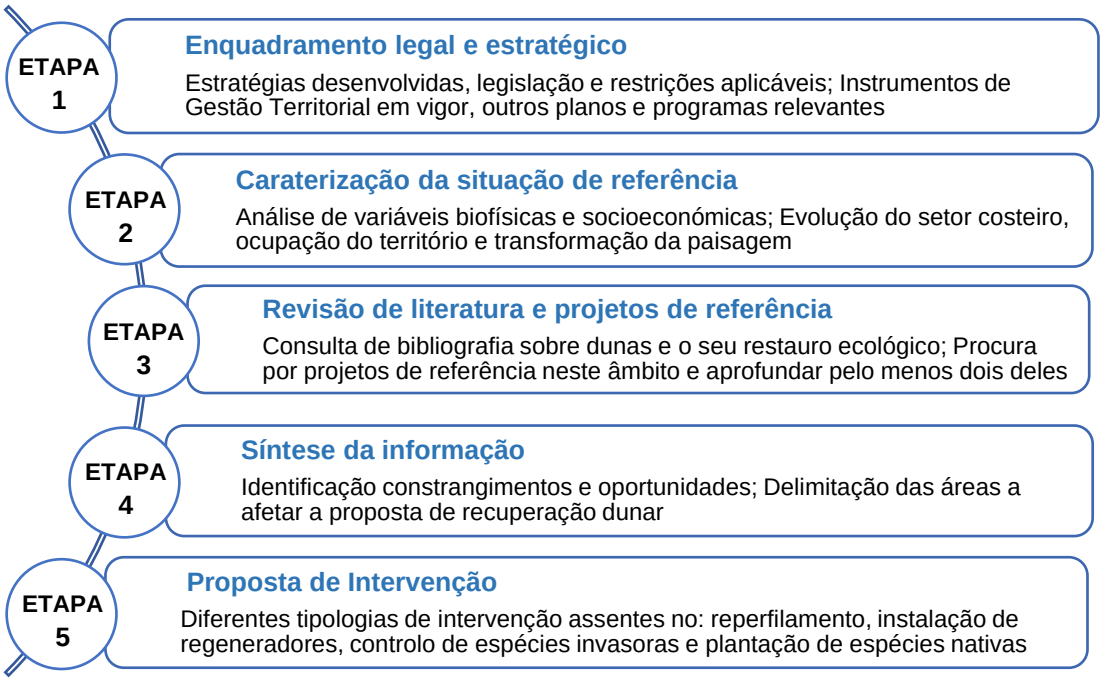



Figura 3 - Diagrama Metodológico

# 2. Enquadramento Legal e Estratégico

Atendendo à necessidade de compreender o quadro legal e estratégico vigente relativo à proteção costeira, e aos riscos naturais e climáticos, bem como os instrumentos de gestão em vigor, procedeu-se à recolha e análise documental dos mesmos, a fim de identificar oportunidades, constrangimentos e principais ações e orientações.

## 2.1. Enquadramento Estratégico

### 2.1.1. Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira (ENGIZC)

Segundo a Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, a ENGIZC é a visão baseada numa abordagem sistémica e de valorização dos recursos e valores identitários da zona costeira de 2009 para um horizonte de 20 anos, que promove o desenvolvimento sustentável e a gestão integrada das zonas costeiras e marinhas que assumem uma importância estratégica em termos ambientais, económicos, sociais, culturais e recreativos, onde é imperativo a resolução de problemas para melhor proveito das suas potencialidades.

Ao refletir sobre a realidade da zona costeira Portuguesa, são apontados fatores que carecem especial atenção entre os quais: a importância de proteger e valorizar os sistemas e ecossistemas costeiros singulares; a suscetibilidade aos fenómenos de erosão, aos temporais e situações meteorológicas extremas; a concentração de população, de atividades económicas e a pressão colocada nos sistemas costeiros; a necessidade de reforçar a componente marítima na gestão integrada; o potencial económico que representam os recursos costeiros; a necessidade de incorporar medidas e orientações setoriais específicas de adaptação às alterações climáticas; o desadequado modelo de governação para assegurar uma resposta adequada aos novos paradigmas e à necessidade de conciliação dos interesses; o incipiente envolvimento das populações locais nos processos de tomada de decisão, o insuficiente reconhecimento das suas vivências e o défice de co-responsabilização no que se refere à gestão da zona costeira e a falta de sistematização de dados e insuficiente monitorização, que limitam o conhecimento (Diário da República (DR), 2009, p.6059).

A visão da ENGIZC formulada "*consagra um desenvolvimento da zona costeira balizado por valores como a identidade, a sustentabilidade, o ordenamento e a segurança*" (DR, 2009, p.6067) traduzindo-se em objetivos temáticos e medidas de conservação e valorização dos recursos e do património natural, paisagístico e cultural, de antecipação, prevenção e gestão de situações de risco e de impactos de natureza

ambiental, social e económica, da promoção do desenvolvimento sustentável de atividades geradoras de riqueza e do aprofundamento do conhecimento científico sobre sistemas, ecossistemas e as paisagens costeiras.

Uma zona costeira segura e pública surge como uma das dimensões fundamentais, a qual deve conjugar de forma harmoniosa a ocupação humana com a gestão preventiva dos riscos associados. Para tal, neste âmbito, devem ser identificadas e caraterizadas áreas vulneráveis e de risco, tipificados mecanismos de salvaguarda, (re)avaliada a necessidade de intervenções "pesadas" de defesa e incorporar nos planos de contingência os riscos costeiros. Devem também, ser articuladas normas de uso e transformação do solo em consonância com as suas caraterísticas e respetivas capacidades de carga, bem como possíveis ações de resposta rápida. (DR, 2009, p.6070).

Ressalta ainda a importância de reconhecer que a zona costeira "*funciona como um espaço tampão associado a um estatuto non edificandi da orla costeira, devendo ser considerada um mecanismo de salvaguarda fundamental para as situações de risco e para os troços de maior vulnerabilidade*" (DR, 2009, p.6076).

### 2.1.2. Grupo de Trabalho do Litoral (GTL)

O GTL foi nomeado pelo governo com o objetivo de "*desenvolver uma reflexão mais aprofundada sobre as zonas costeiras, que conduz à definição de medidas que permitam, no médio prazo, alterar a exposição ao risco, incluindo nessa reflexão o desenvolvimento sustentável em cenários de alterações climáticas*" (Despacho 6574/2014). O GTL apresentou o relatório técnico, intitulado "*Gestão da Zona Costeira, O desafio da Mudança*" (GTL, 2014), que reúne o conhecimento adquirido sobre a dinâmica costeira de Portugal continental e resulta em conclusões e recomendações nestas matérias.

O relatório aponta a proteção costeira como principal resposta aos riscos costeiros de galgamento, inundação, erosão e instabilidade de vertentes nos últimos anos, mas que essa resposta passará progressivamente a ser a adaptação, considerada mais adequada. Refere também que a incapacidade de adaptação poderá conduzir a situações cada vez mais insustentáveis, riscos cada vez mais incomportáveis com custos cada vez maiores, pelo que as soluções mais adequadas poderão resultar da combinação das **três estratégias da adaptação - a relocalização, a acomodação e a proteção** (Figura 4).

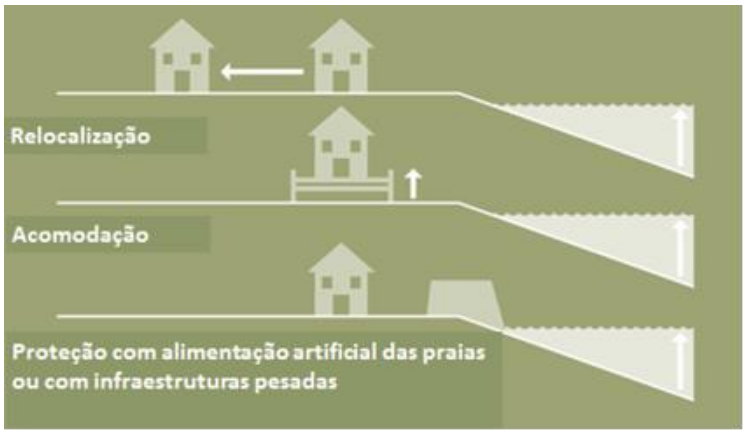



Figura 4 - Princípios de ordenamento: Estratégias de adaptação - Proteção, Acomodação e Relocalização (Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente (APA))

De acordo com este relatório, a estratégia de proteção consiste em manter ou avançar a linha de costa por meio da alimentação artificial com sedimentos, na construção de dunas artificiais ou de estruturas rígidas como esporões, quebra-mares e diques. Por sua vez, a acomodação consiste na adaptação flexível das infraestruturas e na mudança da ocupação e atividades humanas no litoral, já a relocalização implica o recuo dos usos e da ocupação para o interior e renaturalização dessas áreas. Esta última estratégia aplica-se quando as outras se tornam inviáveis, sobretudo economicamente (Grupo de Trabalho do Litoral, 2014, p.50).

Nas zonas costeiras onde existe um risco elevado de galgamento, inundação, erosão ou instabilidade de vertentes, o GTL não só dá prioridade à relocalização como recomenda que todo o processo seja mais expedito, desde a negociação à transferência de edificabilidades e consequentes análises de custo-benefício, a médio e longo prazo, num horizonte temporal até 2100 (Grupo de Trabalho do Litoral, 2014, p.125).

Em suma, espera-se que na proteção costeira sejam adotadas políticas de adaptação que privilegiem a proteção por meio da reposição do equilíbrio sedimentar e de uma política de relocalização nas zonas de elevado risco, manifestando preocupação perante a situação atual.

### 2.1.3. Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC) da Póvoa de Varzim

Ao ter como principal referência a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC2020), a EMAAC da Póvoa de Varzim aponta para cenários futuros de redução da precipitação total anual, do aumento da temperatura, da intensificação dos verões quentes e secos, e consequentemente, do aumento das ondas de calor e das precipitações intensas. Salienta que os efeitos das alterações climáticas, bem como os riscos associados, podem incidir particularmente nas zonas costeiras do concelho, afetando a função e estrutura dos seus ecossistemas. A agitação marítima extrema pode trazer impactes significativos para o setor da pesca, setor do turismo e sobre os sistemas naturais e humanos, o que torna fundamental implementar um conjunto de ações de adaptação e identificar potenciais oportunidades que possam advir das alterações a que o território está sujeito (Município da Póvoa de Varzim, 2019, p.14-15).

Esta estratégia pretende consolidar e desenvolver uma base científica e técnica, reduzir vulnerabilidades e aumentar a capacidade de resposta (identificação, definição de prioridades e aplicação de medidas de adaptação), sensibilizar e garantir uma participação ativa dos agentes locais e ao mesmo tempo assegurar a adequada especificação ao território e integrar as medidas nos seus instrumentos de gestão. Ao apresentar um conjunto de treze medidas de adaptação e respetivas linhas de intervenção, dá-se relevância às medidas relativas à zona costeira, que visam assegurar a sustentabilidade das atividades económicas e retardar o processo de erosão, são elas:

- **Medida 7 - Manutenção e criação de alternativas de acessibilidade às praias (passadiços, ciclovias**) a intervir: no reforço das praias com areia (medida de proteção); na adaptação do espaço público da frente de mar; na deslocalização, redefinição de apoios e estruturas de acesso à praia; na avaliação das condicionantes ao uso e ocupação da orla costeira e na monitorização das dinâmicas costeiras - erosão costeira, eventos de galgamento e inundação e seus impactos e consequências (Município da Póvoa de Varzim, 2019, p.84).
- **Medida 9 - Condicionar determinados usos/ocupação da zona costeira,** a intervir: na relocalização de equipamentos e infraestruturas localizados em zonas ameaçadas pelo mar; na adaptação do espaço público da frente de mar para permitir a dissipação de situações de galgamento e inundação; na sensibilização da população para os riscos costeiros; na avaliação das condicionantes ao uso e ocupação da orla costeira e na monitorização das dinâmicas costeiras (Município da Póvoa de Varzim, 2019, p.86).

## 2.2. Instrumentos de Gestão Territorial (IGT)

Consoante as diferentes funções que desempenham no sistema de gestão territorial, existem atualmente um conjunto de instrumentos que estabelecem opções e ações concretas de planeamento e organização do território que, programam ou concretizam espacialmente políticas de desenvolvimento socioeconómico, definem o uso do solo e materializam-se em programas e planos.

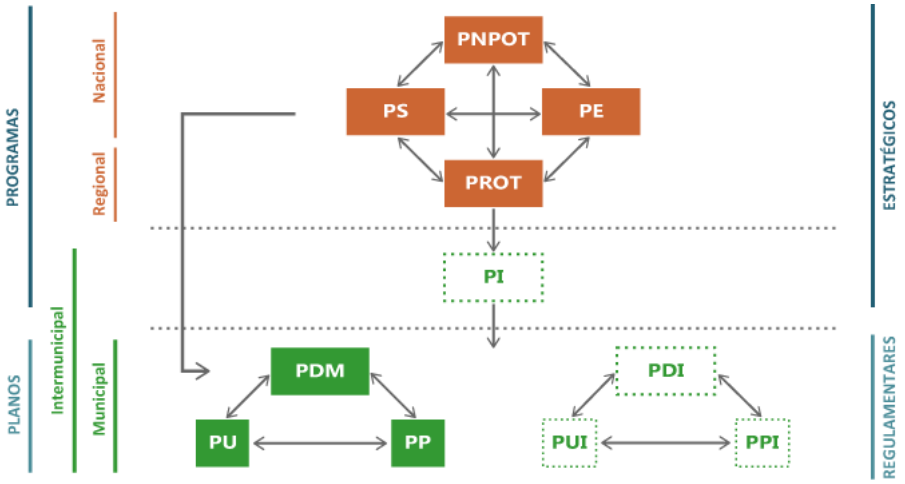



Figura 5 - Estrutura do Sistema de Gestão Territorial: Quadro de interação coordenada (Fonte: DGT)

Enquanto os programas estabelecem um quadro estratégico, diretrizes programáticas ou a incidência espacial de políticas nacionais, os planos estabelecem não só opções e ações concretas a diferentes níveis de planeamento e organização do território como também definem o uso do solo (Art.38º, L. n.º 31/2014). Em função do âmbito nacional, regional e (inter)municipal, são identificados, os interesses públicos e privados a ter em consideração na defesa nacional, segurança e saúde pública, além das estratégias de desenvolvimento e sustentabilidade territorial em termos ambientais, económicos, sociais e culturais, a médio e longo prazo (Art.39º, L. n.º 31/2014).

Ao considerar a área em estudo, como IGT relevantes e alvo de uma análise mais pormenorizada nos seguintes capítulos, destacam-se o Programa da Orla Costeira Caminha - Espinho (POC-CE) que abrange toda a região Norte de Portugal Continental, e o Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim (PDMPV) que reflete a atual estratégia de desenvolvimento e competitividade idealizada pela autarquia.

### 2.2.1. Programa da Orla Costeira Caminha - Espinho (POC-CE)

Os Programas da Orla Costeira (POC), outrora Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), surgem como um instrumento de ordenamento e gestão dos recursos do litoral. Ao compreender uma faixa terrestre com uma largura de 500 metros (m) a 1.000 m e uma faixa marítima até à batimétrica dos 30 m, é imposto um regime de salvaguarda de recursos e valores naturais no qual estão identificadas quais as ações permitidas, condicionadas ou interditas e é limitada a ocupação, uso e transformação do solo em favor da integridade biofísica, proteção e conservação ambiental e paisagística da Orla Costeira (APA, 2021a, p.9-10). Além disso, apresenta normas de gestão, incluindo princípios e critérios para o uso e gestão das praias com aptidão balnear, e ainda, propostas de intervenção referentes a soluções de defesa costeira, transposição de sedimentos, reforço do cordão dunar e eventuais medidas ou ações de emergência para as áreas vulneráveis e de risco.

O POC-CE, abrange uma área de intervenção de cerca de 451 quilómetros quadrados ($km^2$), numa extensão de 122 km de linha de costa no norte de Portugal, incluindo o litoral do concelho da Póvoa de Varzim (APA, 2021a, p.14). Dos elementos constituintes do POC-CE, dá-se destaque para as diretivas e o modelo territorial que representa a expressão gráfica das mesmas (Figura 6).

Figura 6 - Excerto da Folha7 do Modelo Territorial do POC-CE, na área de estudo (Fonte: APA,2021); Mapa realizado em “ArcGIS”

Neste programa, o modelo territorial é estruturado pela Zona Marítima de Proteção e pela Zona Terrestre de proteção (Decreto-lei(D-L) n.º 159/2012), que englobam diferentes componentes territoriais, com normas a aplicar distintas. Posto isto, são consideradas como fundamentais as seguintes componentes do Modelo Territorial (APA, 2021a, p.34-49):

Como **Zona Marítima de Proteção** considera-se a área compreendida entre a linha limite do leito (LLL) e a batimétrica dos 30 m, na qual, é crucial estabelecer um regime de proteção que salvaguarde os recursos geológicos, a qualidade dos recursos hídricos e garanta a preservação dos ecossistemas marinhos. Está subdividida em Faixa de Proteção Costeira e Faixa de Proteção Complementar (APA, 2021a, p.36-38).

- A Faixa de Proteção Costeira (da LLL à batimétrica dos 16 m) inclui os ecossistemas estruturantes do sistema biofísico costeiro e de albergue de habitats (ex.: bancos de areia e recifes). Desempenha funções essenciais de proteção do litoral adjacente e de preservação da aptidão das praias marítimas.
- Já a Faixa de Proteção Complementar abrange águas territoriais mais profundas, onde devem ser promovidos, o desenvolvimento de atividades económicas e usos compatíveis com os objetivos de proteção dos recursos e valores naturais.
- São também evidenciadas as Áreas Estratégicas para a Gestão Sedimentar que correspondem a potencias depósitos sedimentares que sirvam de empréstimo para a alimentação artificial de praias.

Como **Zona Terrestre de Proteção** considera-se a área entre a LLL e o limite do POC-CE a nascente, na qual, em função dos recursos, das atividades e das vulnerabilidades e ameaças, é crucial estabelecer um regime de proteção que salvaguarde a integridade biofísica dos espaços, valorize os recursos existentes, conserve os valores ambientais e paisagísticos, e a segurança de pessoas e bens, garantindo a compatibilização do desenvolvimento socioeconómico com uma utilização sustentável (APA, 2021a, p.38-44). Desta fazem parte:

- Faixa de Proteção Costeira que constitui a primeira faixa de interação com a zona marítima. Engloba os sistemas praia-duna, formações vegetais e habitats naturais associados, que desempenham funções essenciais para o equilíbrio e preservação do sistema costeiro, pelo que é necessário compatibilizar os usos e atividades.
- Faixa de Proteção Complementar que constitui um espaço tampão, parcialmente artificializado ou natural, de proteção da Faixa de Proteção Costeira ou de enquadramento das Áreas Predominantemente Artificializadas.

- Faixas de Salvaguarda espacializam os regimes de proteção que visam conter a exposição de pessoas e bens aos riscos de erosão, galgamento e inundação costeira. Compatibilizadas com uma provável evolução climática e consequente agravamento da vulnerabilidade são definidos os níveis I e II, que correspondem a cenários temporais de 2050 e 2100. Há ainda a distinção destas faixas em:
    - Faixa de Salvaguarda à Erosão Costeira que corresponde à área terrestre em que há probabilidade de erosão e possível migração da linha de costa para o interior.
    - Faixa de Salvaguarda ao Galgamento e inundação costeira que corresponde à área terrestre em que há probabilidade de ocorrência de galgamentos ou inundações costeiras.

- Margem é definida pela faixa de terreno contígua à LLL, com uma largura estabelecida de 50 m que corresponde ao domínio público marítimo. Os espaços aqui integrados desempenham funções essências na proteção, salvaguarda e gestão dos recursos hídricos.

- Áreas Críticas (de Proteção, Acomodação e Recuo Planeado) constituem os troços costeiros que apresentam maior suscetibilidade à destruição dos recursos e valores costeiros, naturais e antrópicos. Podem corresponder a áreas com valores naturais, atividades produtivas e de ocupação urbana, onde devem ser levadas a cabo intervenções prioritárias de adaptação num compromisso custo-benefício.

- As Praias Marítimas são vistas não só como um recurso estratégico ao nível natural, cultural e económico, como também desempenham serviços essenciais para a proteção costeira, contribuindo por exemplo para a dissipação da energia das ondas. Estão delimitadas no modelo territorial, sujeitas a classificação e normas de gestão dentro de seis possíveis tipologias de Praia - Urbana, Periurbana, Seminatural, Natural, Com uso restrito e Com uso interdito. São ainda realizados Planos de Intervenção das Praias (PIP) para cada uma delas.

Além destas, outras componentes complementares poderão ser identificadas, dada relevância biofísica, social e económica, desde ondas com especial valor, áreas com especial interesse para a conservação da natureza e biodiversidade, recursos hídricos superficiais, áreas predominantemente artificializadas (grandes áreas urbanas), áreas portuárias e ainda núcleos piscatórios (APA, 2021a, p.45-48).

Em seguida é apresentado um quadro síntese (Tabela 1) do conteúdo normativo estabelecido pelo POC-CE referente a cada componente fundamental relevante para o presente estudo (APA, 2021a, p.74-93).

**Faixa de Proteção Costeira da Zona Marítima de Proteção**

Permitidas:
. Instalações balneares previstas nos PIP ou associadas aos núcleos piscatórios;
. Extração, mobilização ou deposição de sedimentos (em vista a proteção costeira);
. Restauração ecológica das dunas: reposição do perfil de equilíbrio, consolidação, através de ações de retenção das areias (sistemas artificiais e/ou plantação de espécies adequadas).

Condicionadas:
. Construção de novas obras de defesa costeira (esporões, quebra-mares, entre outros).

Interditas:
. Edificações que não estão previstas;
. Ações que poluam ou impermeabilizem as areias;
. Atividades e ações que causem a destruição direta de ecossistemas costeiros;
. Ações que introduzam mudanças e alterem a dinâmica da costa.

**Faixa de Proteção Costeira e Faixa de Proteção Complementar da Zona Terrestre de Proteção**

Permitidas:
. Intervenção previstas no POC-CE;
. Extração, mobilização ou deposição de sedimentos (em vista a proteção costeira);
. Restauração ecológica das dunas: reposição do perfil de equilíbrio e consolidação das mesmas;
. Ações de reabilitação ou monitorização dos processos de evolução costeira;
. Obras de modelação de terreno ou construção de infraestruturas de dissipação da energia;
. Estabilização de taludes de áreas de risco (construção de muros de suporte e obras de correção torrencial);
. Construção vias de circulação para veículos agrícolas, bicicletas ou circulação pedonal;
. Obras de valorização de elementos patrimoniais e arqueológicos.

Permitido também na Faixa de Proteção Costeira
. Equipamento coletivo local (sem alternativa);
. Instalações desportivas relacionadas com a fruição do mar e estruturas para observação dos valores naturais.

Permitido também na Faixa de Proteção Complementar
. Instalações ligeiras relacionadas com atividades primárias (módulos, pré-fabricados ou materiais de fácil remoção);
. Ampliação de edificado existente em prol da segurança, salubridade e acessibilidade dos cidadãos;
. Construções resultantes da relocalização de equipamentos e infraestruturas no linear costeiro.

Interditas:
. Destruição da vegetação autóctone (exclui operações culturais);
. Instalação de aterro sanitários, depósito de entulhos e quaisquer outros resíduos;
. Despejo de efluentes de origem doméstica e/ou industrial;
. Prática de campismo e caravanismo fora dos locais destinados a esse efeito;
. Outras atividades que alterem o estado das massas de água.

Interditas ainda na Faixa de Proteção Costeira:
. Obras de loteamento, urbanização e construção, exceto as permitidas;
. Alterações ao relevo existente, exceto ações de restauro ecológico das dunas;
. Ampliação de acessos existentes e estacionamentos sobre as praias, dunas e zonas húmidas, exceto os previstos nos PIP;
. Abertura de novos acessos rodoviários e estacionamentos.

| **Faixas de Salvaguarda** |
|---|
| Permitidas:<br>. Intervenção previstas nos PIP;<br>. Edificações diretamente associadas a Núcleos Piscatórios, bem como instalações com caraterísticas amovíveis/sazonais (se as condições locais o permitirem);<br>. Obras de defesa costeira e ações de reabilitação de ecossistemas.<br><br>Nas faixas de salvaguarda nível II são admitidas obras de construção, reconstrução, ampliação e alteração, desde que se acomodem ao avanço do mar (integrar soluções construtivas para aumento da resiliência).<br><br>Nas faixas de salvaguarda nível I é interdito:<br>. Obras de loteamento, urbanização, construção, ampliação e alteração das edificações existentes exceto em prol da segurança, salubridade ou acessibilidade dos cidadãos.<br>Nas faixas de salvaguarda nível II aplicam-se as interdições das Faixas de Proteção.<br><br>Na Faixa de Salvaguarda ao Galgamento e Inundação Costeira são interditas:<br>. Caves abaixo da cota natural do terreno;<br>. Alterações da utilização dos edifícios e/ou fração para uso habitacional. |
| *"Os direitos preexistentes e juridicamente consolidados à data de entrada em vigor do POC-CE ficam excecionados das interdições nas Faixas de Salvaguarda, desde que comprovada a existência de condições de segurança face à ocupação pretendida junto da entidade competente […]"* [NE 22] |
| **Margem** |
| Permitidas:<br>. Instalações balneares previstas nos PIP ou associadas aos núcleos piscatórios;<br>. Obras de demolição ou reconstrução (quando possível identificar estrutura e obras de alteração da edificação);<br>. Extração, mobilização ou deposição de sedimentos (em vista a proteção costeira);<br>. Obras de defesa costeira, restauro ecológico das dunas e ações de reabilitação de ecossistemas;<br>. Obras de modelação de terreno ou construção de infraestruturas de dissipação da energia;<br>. Estabilização de taludes de áreas de risco (construção de muros de suporte e obras de correção torrencial.<br><br>Interditas:<br>. Obras de loteamento, urbanização e construção, exceto as permitidas;<br>. Aberturas de novas vias de comunicação, acessos e estacionamentos, salvo os previstos;<br>. Prática de atividades que aumentem a erosão, o transporte de resíduos sólidos ou que alterem o relevo;<br>. Encerramento ou bloqueio dos acessos públicos à água (exceto os devidamente autorizados);<br>. Instalação de vedações (exceto se constituir a única alternativa à proteção e segurança, devendo manter-se o acesso à água e a livre circulação). |
| *"Em solo rústico, podem ser mantidos os equipamentos ou construções existentes no domínio hídrico desde que se destinem a proporcionar o uso e fruição da orla costeira, que se relacionem com o interesse turístico, recreativo, desportivo ou cultural ou que satisfaçam necessidades coletivas dos núcleos urbanos."* [NE 19.b] |

Tabela 1 - Quadro síntese: Ações e atividades permitidas, condicionadas e interditas pelo POC-CE (Fonte: APA, 2021a)

Na área em estudo são identificadas duas praias marítimas de tipologia seminatural, a Praia do Parque de Campismo (PIP26) e a Praia da Estela (PIP27). Na última versão dos planos de intervenção das praias que aguardam aprovação (APA, 2023, p.99-100), estão programadas as intervenções, identificadas prioridades, qual o investimento previsto e quais as fontes de financiamento (Tabela 2) (APA, 2021b).

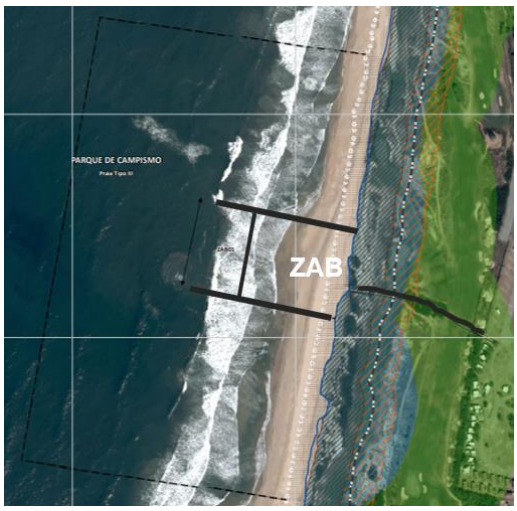



Figura 7 - Excerto do PIP 26 - Praia do Parque de Campismo (Fonte: APA,2023)

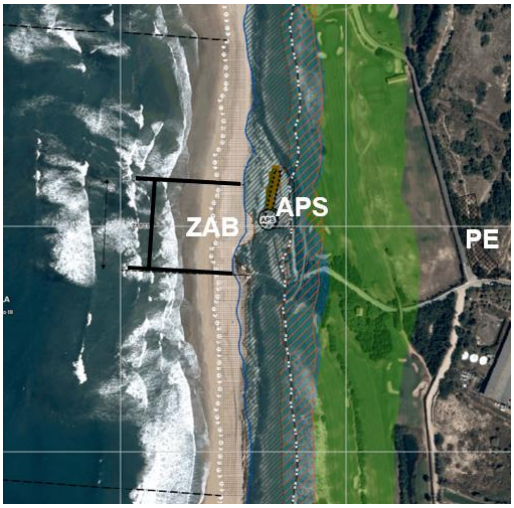



Figura 8 - Excerto do PIP 27 - Praia da Estela (Fonte: APA,2023)

| Programa Base de Intervenções | |
|---|---|
| **PIP26 - Praia do Parque de Campismo** | **PIP 27 - Praia da Estela** |
| - Redimensionamento da Zona de Apoio Balnear (ZAB) e recuperação de acessos pedonais existentes a nascente da mesma. | - Redimensionamento da Zona de Apoio Balnear (ZAB); criação de um Apoio de Praia Simples (APS), demolição de edificado e requalificação do parque de estacionamento existente a nascente; criação de um novo parque de estacionamento (PE) junto ao acesso ao campo de golfe. |

| PIP | Ação | Tipologia | Investimento | Nível de prioridade | Programação temporal | Entidades envolvidas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PIP26 | A4.156 | Manutenção de acessos pedonais | 15.000 | Baixa | 2019 - 2028 | CMPV<br>APA<br>Administração de Região Hidrográfica (ARH) - Norte |
| PIP26 | A4.33 | Renaturalização | 5.000 | Intermédia | | |
| PIP27 | A4.102 | Requalificação de estacionamento | 45.000 | Intermédia | | |
| PIP27 | A4.117 | Criação de estacionamento | 150.000 | Intermédia | | |
| PIP27 | A4.157 | Manutenção de acessos pedonais | 4.000 | Intermédia | | |
| PIP27 | A4.34 | Renaturalização | 15.000 | Elevada | | |
| PIP27 | A4.5 | Demolição de edificado | 26.500 | Elevada | | |

Tabela 2 - Programa de Execução: Intervenções para valorização e qualificação das praias PIP26 e 27 (Fonte:APA,2021)

Para além das ações previstas nos PIP, no programa de execução do POC-CE, no âmbito da valorização económica dos recursos costeiros, direcionada a Requalificação da frente marítima do Campo de Golfe da Estela está prevista uma ação (A3.57) que consiste na elaboração de um PIER entre 2022-2024 com os seguintes objetivos: recuo parcial do campo de golfe; requalificação da zona de antepraia e reposição das dunas litorais; localização de um estabelecimento hoteleiro de apoio ao campo de golfe; e valorização da área a afetar ao parque de campismo (APA, 2021b, p.106).

### 2.2.2. Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim (PDMPV)

O PDMPV tem a sua primeira revisão aprovada no ano 2015 (Aviso n.º 2157/2015, alterado pelo Aviso 9437/2018). Por adaptação, na sequência da transposição das normas do Plano de Ordenamento da Orla Costeira Caminha-Espinho é efetuada a sua 2ª alteração (Aviso n.º 17685/2021). Já em 2022 foram transpostas as normas do POC-CE com publicação na Declaração n.º 5/2022, pelo que este é o regulamento do PDMPV que atualmente está em vigor.

Segundo a qualificação do solo e organização espacial do território (Figura 9), na área de estudo classificada como solo rural, é possível identificar três categorias funcionais sendo elas: espaços naturais, espaços agrícolas e espaços de ocupação turística. Existe ainda os espaços-canais integrados indistintamente em solo rural e solo urbano (Art.9º).

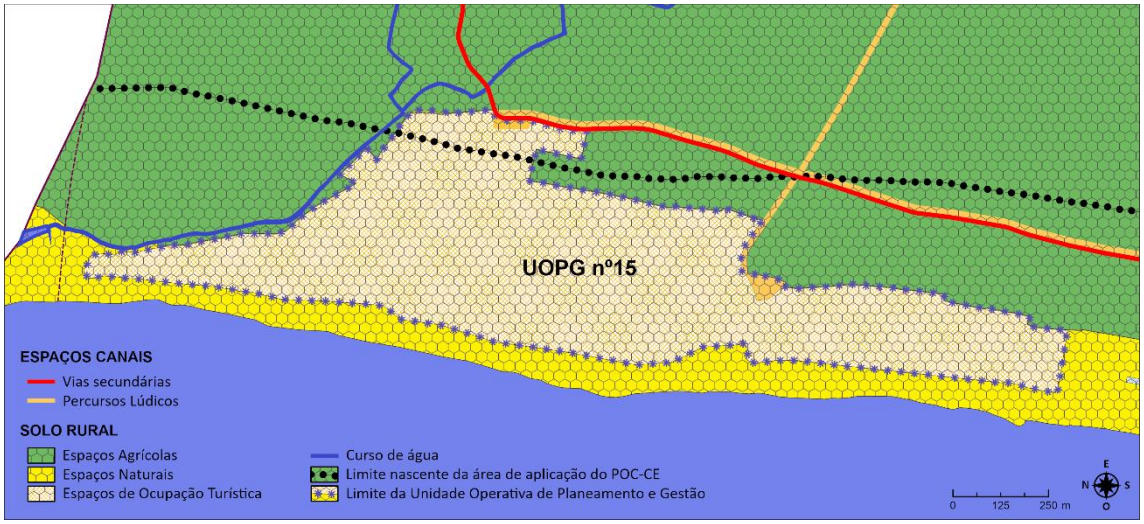



Figura 9 - Excerto da planta de ordenamento do PDMPV; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: Câmara Municipal da Póvoa de Varzim (CMPV))

Nos Espaços Agrícolas prevalece a produção de culturas hortícolas e os sistemas de masseiras. Assente nas boas práticas agrícolas e na manutenção da

atividade hortícola com respeito pelo padrão da paisagem (Art.41º) são permitidas apenas a construção de estufas, arrecadações de utensílios agrícolas e cabines para abrigo de motores de rega, com área máxima de implantação de 10 $m^2$, pé direito máximo de 2.20 m e não confinantes com a via pública (Art.42º). Nestes espaços está interdito a destruição das estruturas fundamentais das masseiras e o corte ou recolha de espécies protegidas (Art.43º). Quanto aos Espaços Naturais correspondentes às áreas de praias, dunas e afloramentos rochosos, devem ser salvaguardados o equilíbrio biofísico e os valores do património cultural, fauna e flora (Art.50º), já os Espaços de Ocupação Turística são áreas especificas em que o uso dominante é a atividade turística (Art.57º), referindo-se aqui ao parque de campismo e campo de golfe.

Por fim, os espaços-canais integram a rede de percursos lúdicos, a rede ferroviária e a rede rodoviária constituída pelas autoestradas, vias primárias, secundárias, terciárias e outros arruamentos (Art.25º).

Entre as Unidades Operativas de Planeamento e Gestão (UOPG) delimitadas no PDMPV para o reforço das atividades económicas, qualificação ambiental, reforço de centros locais, aglomerados urbanos ou áreas de reserva estratégica é de considerar a UOPG n.º 15 - Campo de golfe da Estela que abrange todo o espaço de ocupação turística (Art.106º). No âmbito desta UOPG cujo objetivo definido é a "*proteção da Orla costeira na faixa adjacente ao campo de golfe e qualificação deste equipamento*" está previsto a elaboração de um PIER abrangendo-a na sua totalidade prevendo (Art.121º):

a) O recuo parcial do campo de golfe, libertando o mais possível a faixa dunar onde se encontra atualmente implantado;
b) A requalificação da zona de ante praia e reposição das dunas litorais;
c) A localização de um estabelecimento hoteleiro de apoio ao campo de golfe, na área contígua à Estrada Municipal 501;
d) A criação de um espaço de receção à praia e de entrada no campo de golfe;
e) A Valorização da área afeta ao parque de campismo.

Assim, em fase de desenvolvimento, este PIER, uma modalidade de plano de pormenor em solo rústico (Art.101º, L.n.º 80/2015), visa concretizar em detalhe uma proposta interventiva em toda a UOPG que respeite as disposições adicionais que resultam da elaboração do POC-CE, onde serão estabelecidas regras relativas à construção, implantação e criação de espaços de utilização pública, mas principalmente, no que diz respeito a operações de proteção, valorização e requalificação da paisagem litoral (Art.104º, L.n.º 80/2015).

## 2.3. Outros planos e programas

### 2.3.1. Plano de Ação Litoral XXI

O plano de ação elaborado em 2017 é um instrumento de referência e atuação no âmbito da gestão ativa da zona costeira que reflete sobre opções estratégicas e políticas para o litoral e identifica um conjunto de intervenções a desenvolver futuramente. Considera como os grandes desafios da gestão costeira: o antecipar, prevenir e gerir situações de risco; o desenvolver de uma gestão integrada e racional de sedimentos; a conservação e valorização dos recursos e sistemas costeiros; o aprofundamento do conhecimento sobre a dinâmica costeira; o fomento de uma rede de monitorização; o reforço da articulação institucional e da integração de políticas setoriais e o acesso à informação e a participação pública (APA, 2017, p.12).

É com base na combinação das quatro estratégias de gestão adaptativa (prevenção, proteção, acomodação e retirada), no conhecimento das tendências dos fatores climáticos, sistemas costeiros e nos dados de monitorização que são tomadas as decisões. Refere ainda que as diferentes intervenções, ações e projetos nele integrados *"resultam dos programas de execução dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira em vigor e dos novos Programas da Orla Costeira, assim como de outras iniciativas de âmbito nacional"* (APA, 2017, p.21).

Neste plano são definidos seis domínios de intervenção e as respetivas áreas de atuação, que são (APA, 2017, p.27- 40):

- A Proteção costeira em zonas de risco, com intervenção em arribas e sistemas dunares; com estruturas de defesa costeira e/ou recurso à alimentação artificial, dragagens, sinalização e retirada de construções;
- Os Planos de intervenção e Projetos de Requalificação, com intervenções em sistemas naturais e a requalificação de praias;
- O Planeamento, produção de conhecimento, gestão de informação e monitorização, com a realização de estudos, levantamentos, inventariado, cadastro; com a implementação de um programa de monitorização e fiscalização regular;
- A Requalificação e valorização das atividades e do território, através não só da pesca, aquacultura, turismo, recreio náutico, acessibilidade e mobilidade;
- As Campanhas de comunicação e informação, através da divulgação, educação formativa e participação pública;
- Normativa e administrativa, relevantes no âmbito legislativo, simplificação processual e regulamentar.

Neste plano estão definidas como prioritárias as intervenções estruturais com impacte nos ciclos e sistemas naturais, a reposição do balanço sedimentar e as soluções mais adequadas à manutenção da linha de costa e a salvaguarda de pessoas e bens (APA, 2017). Deste modo, para a área de estudo, com prioridade média de intervenção, estão previstos os Planos de Intervenção na Praia do Parque de Campismo (PIP26) e na Praia da Estela (PIP27) em que são estabelecidos um conjunto de ações a concretizar entre 2021-2028 pelo POC-CE, tendo em vista a valorização e qualificação das praias seminaturais com investimentos esperados de 14.000 e 236.500 euros (APA, 2017, p.87).

### 2.3.2. Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental (COSMO)

O COSMO consiste na recolha, processamento e análise de informação sobre a evolução das praias, dunas, fundos submarinos próximos e arribas ao longo da faixa costeira. Este programa de monitorização desenvolvido pela APA foi cofinanciado pelo Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR) até julho de 2021. Os resultados obtidos contribuem para a otimização da gestão costeira assente na tomada de decisão informada e atempada baseada em evidências, sendo relevante para a caracterização atual e tendências futuras, na compreensão dos impactes das alterações climática, na definição de estratégias de adaptação e avaliação do sucesso das intervenções já realizadas, na definição de estratégias de ordenamento, planeamento costeiro e novas intervenções, bem como na otimização da gestão de situações de risco - erosão, galgamento, instabilidade de arribas, danos em obras.

A monitorização do litoral arenoso (dos sistemas praia-duna) considera quatro indicadores de diagnóstico do estado da faixa costeira sendo eles: a largura e altura do cordão dunar; a largura e volume da praia emersa; a Morfologia, volumetria da praia imersa até à profundidade -10m/-20m e a posição da linha de costa. Os dados foram adquiridos através da recolha de perfis emersos e totais transversais à linha de costa e dos levantamentos topo-hidrográficos e integrais das praias/arribas, com o intuito de mapear as zonas de maior vulnerabilidade e risco em Portugal (Programa COSMO).

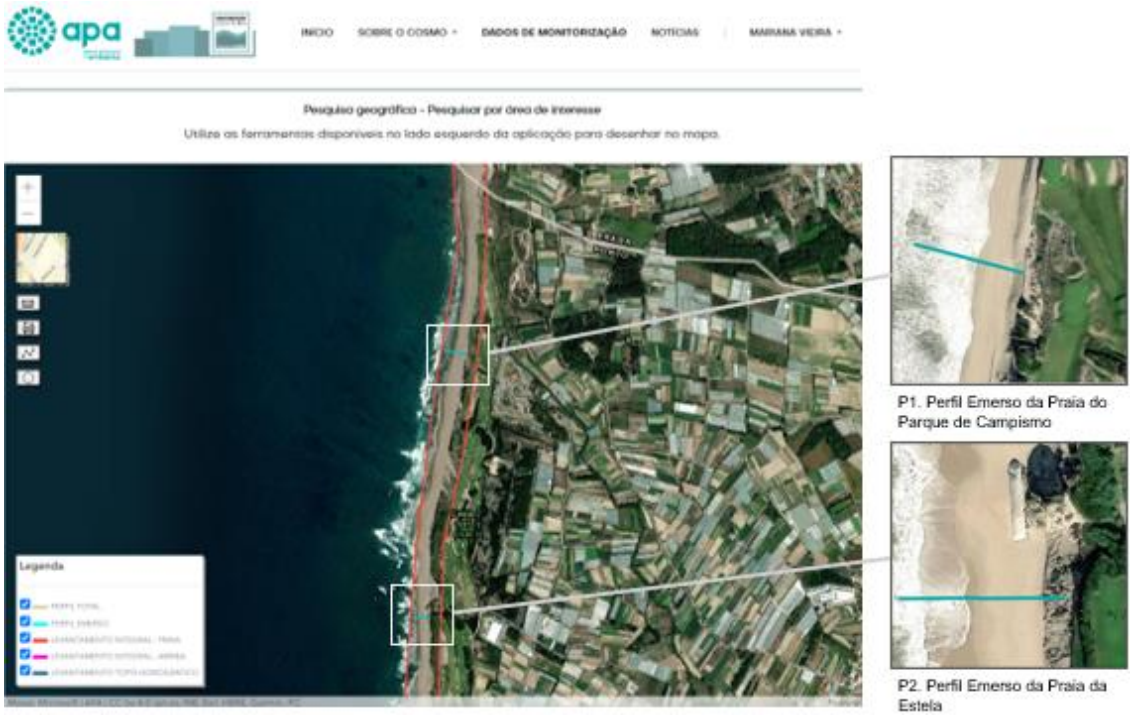



Figura 10 - Mapeamento trabalhos realizados pelo COSMO na área em estudo (Fonte: https://cosmo.apambiente.pt/data)

Ao mapear, monitorizar e disponibilizar dados relativos às zonas de risco como a área em estudo, no troço costeiro entre a Praia de Apúlia - Praia da Estela (S6) entre 2018-2021, foram realizados levantamentos integrais anuais (criação de modelos digitais de terreno) e recolhidos periodicamente um perfil transversal de referência em cada praia (Figura 10).

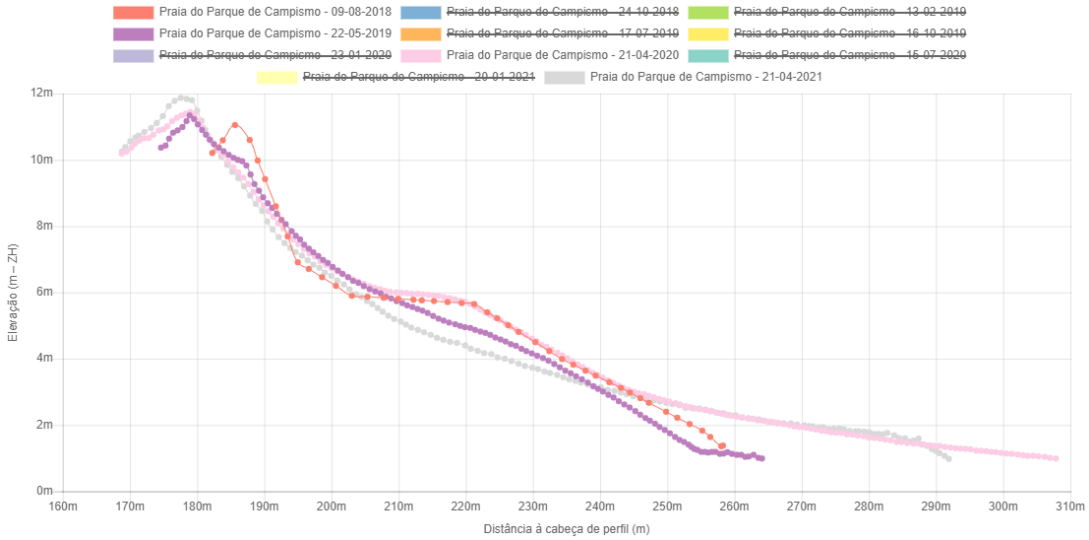



Gráfico 1 - Comparação do perfil de praia emersa referente à Praia do Parque de Campismo (P1) no Intervalo 2018-2021; nota: dados disponíveis rasurados não considerados no gráfico gerado (Fonte: https://cosmo.apambiente.pt/data/2052)

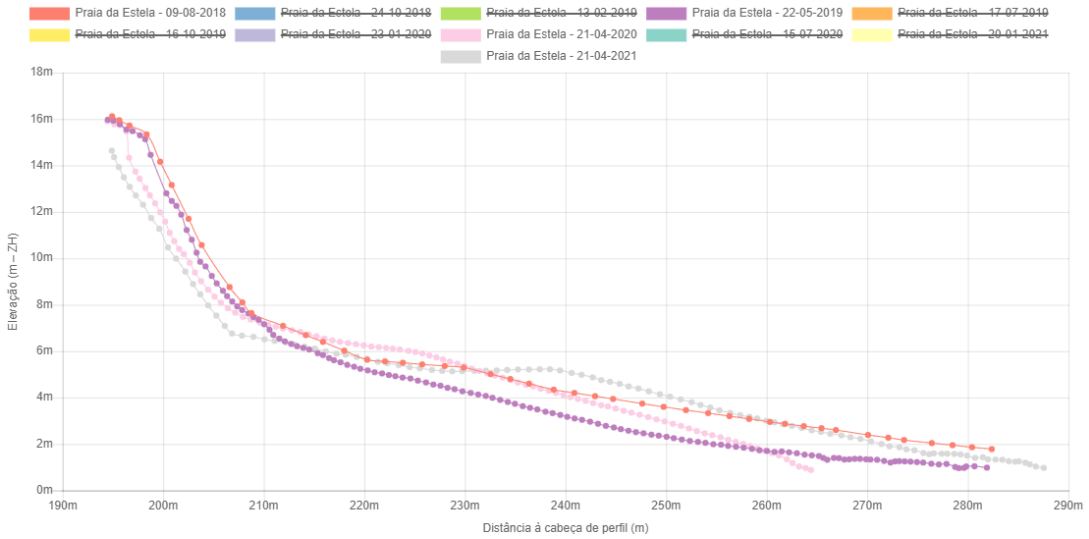



Gráfico 2 - Comparação do perfil de praia emersa referente à Praia da Estela (P2) no Intervalo 2018-2021 nota: dados rasurados que estão disponíveis não considerados no gráfico gerado (Fonte: https://cosmo.apambiente.pt/data/2203)

Ao analisar os Gráficos 1 e 2, que representam os diversos perfis recolhidos pelo COSMO, podem ser realizadas pequenas comparações e observações para cada praia, relativamente às variações anuais e sazonais, ao processo erosivo e à evolução da linha de costa. Neste intervalo, no gráfico 1 é evidente o recuo da crista e aumento em altura da duna, já no gráfico 2 há uma diminuição da duna em altura com aumento da base de deslizamento (área de acumulação de areias) e agravamento do talude de erosão.

## 2.4. Servidões e Restrições de Utilidade Pública (SRUP)

Dadas as novas exigências da vida em sociedade, justifica-se a imposição de servidões[1] ou restrições[2] aos direitos dos particulares, em defesa dos interesses coletivos por variadas razões, seja o ambiente, a defesa do solo agrícola, a ecologia, os recursos naturais, o património cultural, entre outros (Branco e Coito, 2011). No âmbito do presente trabalho destacam-se as servidões e restrições relativas ao Domínio Público Hídrico (DPH), à Reserva Agrícola Nacional (RAN), à Reserva Ecológica Nacional (REN) e às Áreas Classificadas.

### 2.4.1. Domínio Público Hídrico (DPH)

Estão sujeitas a um regime de caráter especial aplicável a qualquer utilização ou intervenção as parcelas de terreno localizadas nos leitos, margens e zonas adjacentes às águas do mar, correntes de água, lagos e lagoas a fim de as proteger e salvaguardar valores hídricos e relacionados com as atividades piscatórias, portuárias e de defesa nacional. Integrando-as em domínio público marítimo ou domínio público fluvial ou domínio público das restantes águas (Art.2º, L. n.º 54/05). Em DPH os recursos são de uso e fruição comum, especialmente das suas funções de recreio e estadia. A utilização privada destas áreas está sujeita a um título de utilização ou à atribuição de uma licença ou concessão e, compete ao Instituto da Água (representante do Estado), às administrações das regiões hidrográficas e às autoridades marítimas e portuárias, a gestão e fiscalização das águas e dos respetivos licenciamentos (Art.21º, L. n.º 54/05).

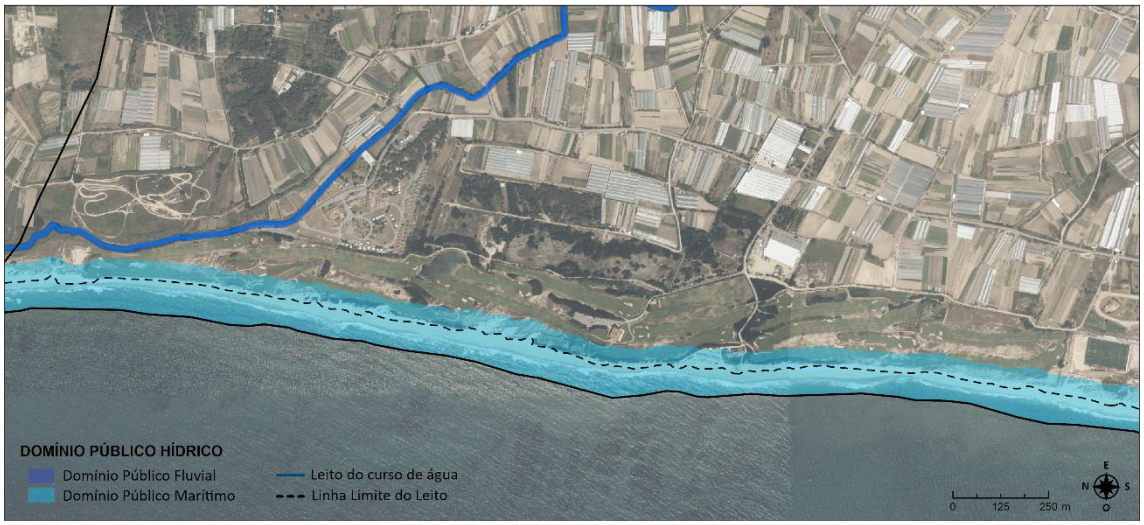



Figura 11 - Representação Cartográfica das áreas integradas no Domínio Público Hídrico; Mapa realizado em "ArcGIS"

[1] Por Servidão Administrativa deve entender-se o encargo imposto sobre um imóvel em benefício de uma coisa, por virtude da utilidade pública desta (Branco e Coito, 2011, p.6).

[2] Por Restrição de Utilidade pública deve entender-se toda e qualquer limitação sobre o uso, ocupação e transformação do solo que impede o proprietário de beneficiar do seu direito de propriedade em pleno (Branco e Coito, 2011, p.7).

Na área em estudo, estão incluídas em DPH duas áreas fundamentais distintas (Figura 11): uma compreendida em Domínio Público Fluvial ou lacustre, que integra o leito e margem mínima de dez metros do Rio Alto (curso de água não navegável); e a outra, compreendida em Domínio Público Marítimo, que considera o leito das águas costeiras e uma margem mínima de 50 m considerados desde a LLL. Assim, como áreas de usufruto público estão incluídos: areal, sistema dunar, parte do campo de golfe, acessos de automóvel, núcleo de habitações e apoio de praia. Já junto ao rio, os passadiços, parte da propriedade do Parque de Campismo e da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR).

Nas áreas incluídas no DPH, não é permitida a execução de quaisquer obras, permanentes ou temporárias, sem autorização. E em todos os bens, naturais ou artificiais, aqui integrados deve-se garantir que desempenham o fim de utilidade pública lhes destinada.

### 2.4.2. Reserva Agrícola Nacional (RAN)

Constituída a RAN, que integra um conjunto de áreas que em virtude das caraterísticas edafoclimáticas apresentam maior aptidão para a produção agrícola, é estabelecida uma restrição de utilidade pública que condiciona a utilização não agrícola do solo (Art.2º, D-L. n.º 199/2015), tendo como objetivo proteger o recurso solo (suporte da produção vegetal), promover a competitividade dos territórios rurais, contribuir para o desenvolvimento sustentável da atividade agrícola e preservação dos recursos naturais, a drenagem das diferentes bacias hidrográficas, entre outros (Art.4º).

Em áreas RAN estão interditas todas as ações que alterem e degradem o solo, entre as quais: o depósito de lamas, entulhos ou outros resíduos, a utilização indevida de técnicas ou produtos fitofarmacêuticos, operações de loteamento e obras de urbanização, construção ou ampliação (Art.21º, D-L. n.º 73/09). Mas o seu regime prevê exceções de utilização não agrícola, preferencialmente localizadas nos solos de menor aptidão, se estiverem em causa obras integradas na gestão das explorações, de reconstrução e ampliação de construções já existentes (caso de habitações próprias), de salvaguarda do património cultural ou das diversas infraestruturas públicas. E ainda, instalações ou equipamentos para produção de energia de fontes renováveis ou de exploração de recursos geológicos, estabelecimentos industriais, comerciais ou de serviços, empreendimentos de turismo no espaço rural, instalações de recreio e lazer, instalações desportivas especializadas destinadas à prática de golfe (sem implicar alterações irreversíveis na topografia e inviabilizar eventuais reutilizações para a atividade agrícola) (Art.22º).

Figura 12 - Representação cartográfica da área integrada na Reserva Agrícola Nacional; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: DGADR)

Na área em estudo, grande parte do território está integrado na RAN (Figura 12) apontando grande parte da área como de maior aptidão e propicia para a produção de bens agrícolas, sustentada pela forte presença dos campos agrícolas e da agricultura protegida (em estufas).

### 2.4.3. Reserva Ecológica Nacional (REN)

Constituído o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional conferido pelo D-L. n.º 124/2019, de 28 de agosto[3], são objeto de proteção especial, o conjunto de áreas de valor e sensibilidade ecológica ou de exposição e suscetibilidade aos riscos naturais. Estas constituem a REN, uma restrição de utilidade púbica, que tem como objetivo a proteção dos recursos naturais, água e solo, indispensáveis ao desenvolvimento da atividade humana e a salvaguarda os sistemas biofísicos associados ao litoral e ao ciclo hidrológico. Tem também, como objetivo, contribuir para a conetividade ecológica e adaptação aos efeitos das alterações climáticas, prevendo e mitigando riscos para pessoas e bens (Art.2º).

Nas áreas integradas na REN, estão interditos usos e ações de iniciativa pública ou privada que se traduzam em operações de loteamento, vias de comunicação, obras de urbanização, construção e ampliação, escavações e aterros ou a destruição do revestimento vegetal para fins não agrícolas nem florestais (Art.20º). Contudo, poderão ser realizadas ações de relevante interesse público, se devidamente reconhecidas como

[3] Procede à quarta alteração ao Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto, alterado pelos Decretos-Leis n.º 239/2012, de 2 de novembro, 96/2013, de 19 de julho, e 80/2015, de 14 de maio, que estabelece o Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional.

tal (Art.21º). Além disso, áreas podem ser convertidas em espaços verdes públicos ou de utilização coletiva e, em infraestruturas ou equipamentos, se compatíveis com os objetivos de proteção ambiental e de prevenção de riscos naturais (Art.26º).

Figura 13 - Representação cartográfica da área integrada na Reserva Ecológica Nacional; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: CMPV)

No que diz respeito à área de estudo (Figura 13) tendo em conta a REN em vigor são identificadas cinco tipologias (Anexo I, D-L. n.º 124/2019):

- "Praias" e "Dunas Litorais" - áreas de proteção do litoral, onde os usos e ações não poderão colocar em causa a constituição de barreira contra fenómenos de erosão e galgamento oceânico, o armazenamento natural de sedimentos, os processos de dinâmica costeira, a diversidade dos sistemas naturais, de habitats e espécies de flora e fauna e a segurança de pessoas e bens;
- "Áreas de máxima infiltração" e "Leitos de cursos de água" - áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico, em que não podem estar em causa a continuidade do ciclo da água, a funcionalidade hidráulica dos cursos de água, a drenagem e máxima infiltração das águas nos terrenos confinantes, a contaminação e sob exploração dos aquíferos com o aproveitamento sustentável dos recursos, contribuindo também para a redução do escoamento e erosão superficial, através da conservação e manutenção da vegetação ripícola e dos habitats naturais);
- "Zonas ameaçadas pelas cheias" - áreas de prevenção de riscos naturais, em que não podem estar em causa as condições naturais de infiltração e retenção hídricas, a regularidade do ciclo hídrico, a estabilidade topográfica e geomorfológica dos terrenos, a fertilidade e capacidade produtiva dos solos inundáveis e a prevenção e redução do risco, garantindo a segurança de pessoas e bens.

### 2.4.4. Áreas Classificadas: Parque Natural do Litoral Norte e Zona Especial de Conservação (ZEC) do Litoral Norte

Segundo o estabelecido no Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (RJCNB)[4], foi criada a Rede Fundamental de Conservação da Natureza (RFCN), a qual é composta pelas Áreas de Continuidade[5], a REN, a RAN e o DPH, e pelo Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC). Por sua vez, o SNAC é constituído pela Rede Nacional de Áreas Protegidas (RNAP), pelas Áreas Classificadas que integram a Rede Natura 2000 e as demais Áreas Classificadas ao abrigo de compromissos internacionais assumidos pelo Estado Português (Art.5.º, D-L. n.º 142/08).

Ao classificar uma área como protegida, é lhe concedido um estatuto legal de proteção que, pelo seu caráter próprio, distintivo de relevância ecológica e cénica, requer medidas especificas de conservação e gestão em prol da valorização do património natural e adequado usufruto do espaço e seus recursos. O decreto regulamentar que classifica uma área protegida de interesse nacional, regional ou local fixa ações condicionadas ou interditas, e em certos casos, obriga à elaboração de um Plano de Ordenamento da Área Protegida (POAP), um plano especial de salvaguarda dos valores naturais que fixa o uso e gestão dos mesmos (D-L. n.º 142/08).

Por outro lado, com a criação da Rede Natura 2000, uma rede ecológica europeia que resulta da aplicação da diretiva Aves (Diretiva 2009/147/CE) e diretiva Habitats (Diretiva 92/43/CEE), são classificadas áreas de importância comunitária, de conservação dos habitas naturais, flora e fauna selvagens, em Zonas de Proteção Especial (ZPE) ou Zonas Especiais de Conservação (ZEC). Nestas zonas estão condicionadas certas ações que carecem de parecer favorável do ICNF ou da Comissão de Coordenação Regional (CCDR) competente desde, a alteração da morfologia, uso do solo e cobertura vegetal em áreas superiores a 5 ha, a deposição de resíduos, a abertura de novas vias de comunicação, a instalação de infraestruturas, a realização de obras de construção fora dos perímetros urbanos e ainda nos planos e projetos em áreas sensíveis sujeitos a uma Avaliação de Impacto Ambiental (Art.9.º, D-L n.º 140/99).

No Plano Setorial da Rede Natura 2000 estão estabelecidas as orientações para a gestão territorial destas áreas, com o intuito de as valorizar, conservar as espécies e

[4] Estruturado pelo Decreto-Lei n.º 142/ 2008, de 24 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 242/ 2015 de 15 de outubro

[5] "Estabelecem ou salvaguardam a ligação e o intercâmbio genético de populações de espécies selvagens entre as diferentes áreas nucleares de conservação contribuindo para uma adequada proteção dos recursos naturais e promoção da continuidade espacial (…)" (Art.5.º, D-L. n.º 142/08)

habitas, razão pela qual, os IGT as devem adaptar, de modo a garantir a proteção dos valores naturais existentes, a manutenção dos ecossistemas, e até, a criação de oportunidades para promoção de atividades de recreio e lazer (Art.8.º, D-L n.º 140/99). Este plano setorial será complementado por Planos de Gestão, com medidas e ações de conservação dos valores naturais, dos habitats e espécies, mais detalhadas e referentes a cada ZEC (D-R. n. º1/2020).

Figura 14 - Representação cartográfica das áreas classificadas adjacentes; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: ICNF)

Posto isto, importa salientar que, a área de estudo é adjacente ao Parque Natural do Litoral Norte (PNLN)[6] [7] e à ZEC Litoral Norte[8] [9], ambos pertencentes ao SNAC (Figura 14). Razão pela qual, a renaturalização dunar poderá contribuir para a valorização da área em estudo, para o enriquecimento da biodiversidade e fortalecimento da conetividade ecológica existente.

[6] O Decreto-Lei n.º 357/ 87, de 17 de novembro, cria a Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende, alterado pelo Decreto Regulamentar n.º 6/2005, de 21 de julho, que reclassifica como Parque Natural do Litoral Norte e altera os seus limites.

[7] O Parque estende-se ao longo de 16 km da costa litoral norte, em área administrada pelo município de Esposende. A sua superfície é de 8.761,81 ha, sendo 7.703 ha área marinha e restantes 1.072 ha área terrestre.

[8] A Resolução do Conselho de Ministros n.º 76/200, de 5 de julho, no âmbito da Rede Natura 2000 aprova a 2.ª fase da lista nacional de sítios que inclui o Sítio "Litoral Norte".

[9] A ZEC Litoral Norte ocupa uma área total de 2540 ha (492 ha área marinha), uma faixa mais ou menos linear ao longo da costa, que abrange os concelhos de Caminha, Esposende e Viana do Castelo.

# 3. Caraterização da área de estudo

## 3.1. Componentes Biofísicas

### 3.1.1. Clima

Com forte influência atlântica, apresenta um clima temperado e húmido, com médias anuais de temperatura de 15,10 graus Celcius (ºC), humidade relativa de 76% e pluviosidade de cerca de 1417 milímetros.

A velocidade do vento pode variar entre os 10,2 e 13,9 quilómetros hora (km/h). Durante o ano, dominam os ventos do Norte, mais frios e intensos, as “nortadas”. Já a temperatura média da água é de 15,30 ºC, variando entre os 17,50 ºC e os 12,90 ºC.

### 3.1.2. Geologia e Solos

Neste troço litoral dominam as formações de areias e cascalheiras de praias e dunas que originaram extensas praias de areia fina e um cordão dunar quase contínuo. Contudo, estão ainda aqui presentes depósitos de praias antigas e terraços fluviais (que se estendem para o interior) e depósitos aluvionares associados ao Rio Alto e áreas envolventes (Figura 15).

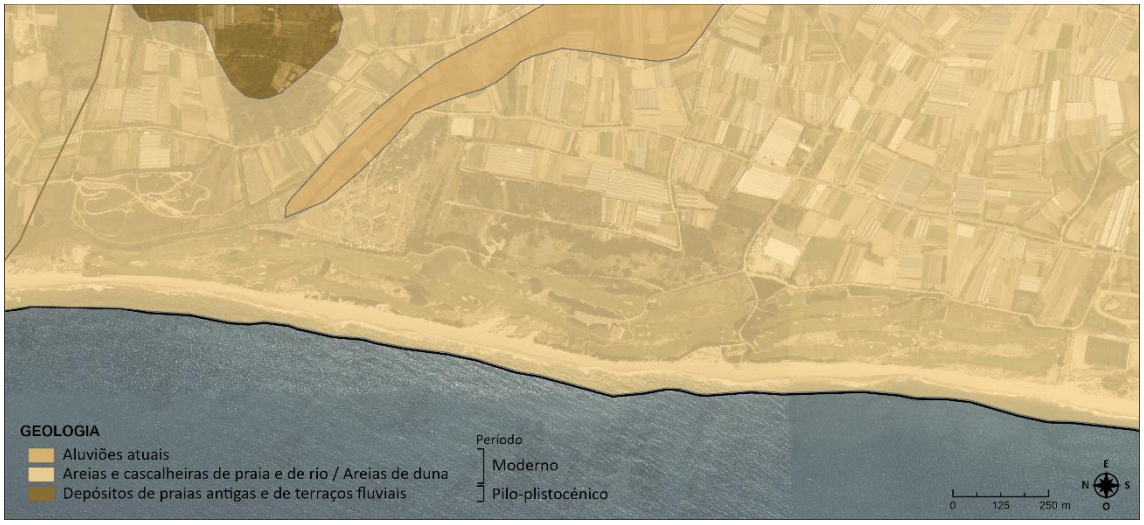



Figura 15 - Excerto da Carta Geológica de Portugal 1:50 000, Folha 05-C Barcelos (1969) e 09-A Póvoa de Varzim (1965) Mapa realizado em “ArcGIS” (Fonte: Laboratório Nacional de Energia e Geologia)

No que diz respeito ao tipo de solos, a análise da Carta de Solos à escala 1:100.000 (DRAEDM,1996) permite constatar uma predominância da classe dos arenossolos. Este tipo de solo carateriza-se por ser bastante poroso, permeável, secar rápido, apresentar baixa capacidade de retenção de água e nutrientes e facilmente ser erodido pela água e vento.

Figura 16 - Excerto da Carta de Solos 1:100 000; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: DRAEDM, 1996)

De forma mais concreta (Figura 16) identificam-se arenossolos háplicos - nas areias de dunas interiores, modificadas para adaptar à agricultura e outras práticas intensivas (nível freático superficial, elevada condutividade térmica e incorporação de matéria orgânica) - e fluvissolos distrícos, que se desenvolvem a partir de sedimentos aluvionares nas zonas frequentemente alagadas.

### 3.1.3. Relevo

Como seria de esperar, tendo em conta o contexto de litoral arenosos existente, nesta área verifica-se um variação altimétrica, pouco expressiva, com cotas compreendidas entre os 0 e 20 m. Para uma análise espacial, foi elaborada uma carta hipsométrica, compreendendo 9 classes hipsométricas com 2 m de intervalo (Figura 17).

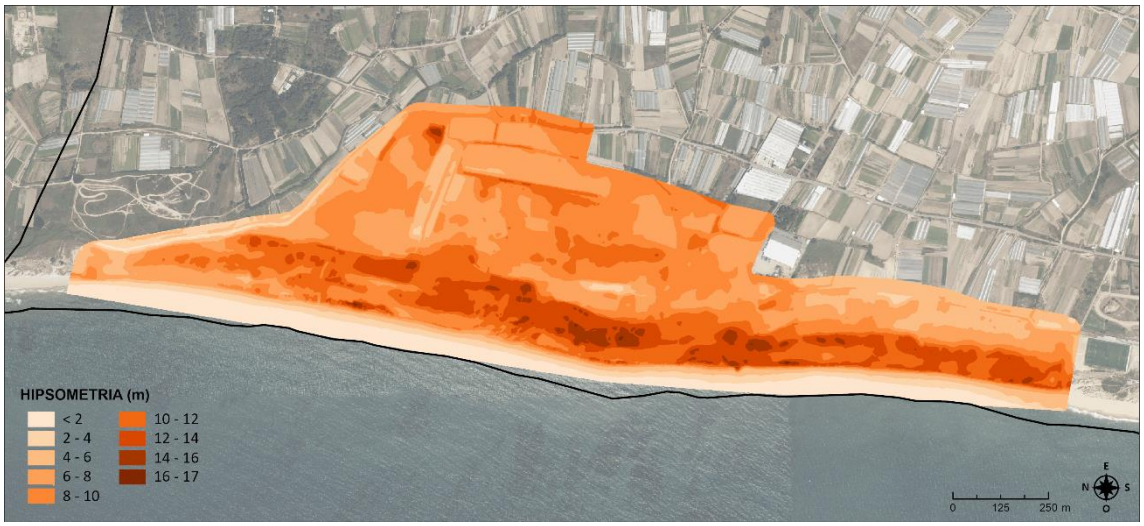



Figura 17 - Carta Hipsométrica; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: Dados do levantamento topográfico, Território XXI, 2023)

Com a análise desta carta, podemos concluir que:

- Comparada com a envolvente, a área pertencente ao campo de golfe encontra-se sobrelevada (desde a crista da duna frontal ao limite nascente). Depois desta, em toda a área de duna estabilizada (duna terciária), as cotas já são mais baixas;

- Pela extensão do areal (zona de praia) e nas margens do curso de água as cotas são inferiores a 4 m. Já no interior do campo de golfe, são registadas as cotas mais elevadas, correspondentes aos montes de areia com vegetação (duna secundária).

- Áreas mais extensas e aplanadas correspondem, sobretudo, às clareiras do campo de golfe (áreas de jogo) e aos campos-masseira (áreas de cultivo).

Relativamente à inclinação topográfica existente, a análise dos declives traduz a disposição das diferentes atividades antrópicas no território assim como as zonas que potencialmente apresentam maior risco de erosão do solo. Assim, para análise dos declives (Figura 18) foram considerados os seguintes intervalos que representam (adaptado de Magalhães, 2001, p.354):

- 0-2%, áreas consideradas planas de aptidão agrícola e construtiva, com declive suave para um escoamento superficial lento;
- 2-7%, declives suaves a moderados compõe áreas de aptidão agrícola e construtiva até à qual é possível circular peões, os riscos de erosão são ligeiros;
- 7-15%, declives onde o risco de erosão é moderado e a construção e a prática agrícola estão condicionadas;
- 15-30%, declives acentuados onde o risco de erosão é elevado e implicam grandes alterações da topografia (ex.: terraceamento) para viabilizar outras atividades.
- >30%, declives muito acentuados onde o risco de erosão é muito elevado. Domínio da vegetação, visto que a instalação de atividades antrópicas é quase que inviável.

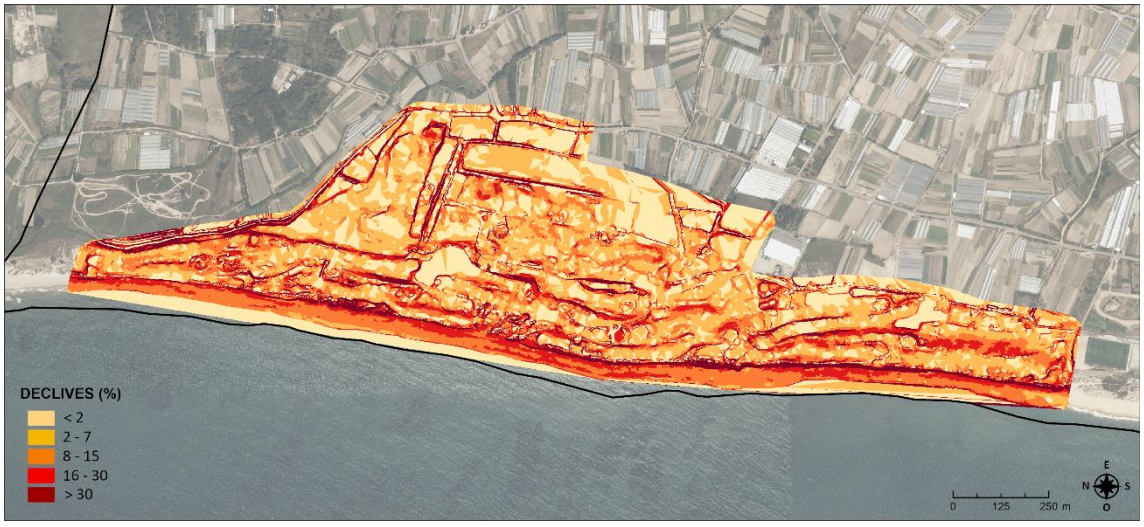



Figura 18 - Carta de Declives; Mapa realizado em “ArcGIS”

Observa-se que declives suaves e aplanados definem as áreas de jogo no Campo de Golfe, as áreas de cultivo e de inserção das estufas ou outras infraestruturas.

Já os declives acentuados definem os taludes dos campos-masseira, as margens do curso de água e os montes que separam as diferentes áreas de jogo no campo de golfe (duna secundária), mas que caraterizam principalmente, todo o cordão dunar frontal ravinado/escarpado, consequência da exposição à ação do mar.

Distintas exposições solares podem gerar pequenos zonamentos microclimáticos, com ofertas de luz natural e conforto bioclimático diferentes, capazes de condicionar as atividades humanas e o meio natural (habitats, fauna e flora). Assim, relativamente à orientação das vertentes do terreno e consequente exposição solar considera-se que as encostas orientadas: a Norte são sombrias, frias e mais expostas aos ventos; a Sul são mais quentes, expostas à luz natural grande parte do dia, pelo que recebem maior quantidade de radiação ao longo do ano; a Este e Oeste são amenas, com maior exposição à luz natural, ao início e fim do dia, respetivamente.

Assim, com a análise da carta de orientações de vertentes gerada para a área em estudo (Figura 19), observa-se um domínio das encostas amenas (lado nascente e poente) comparadas com as demais, em grande parte, devido à orientação da orla costeira predominante a Oeste, com maior exposição solar ao final do dia.

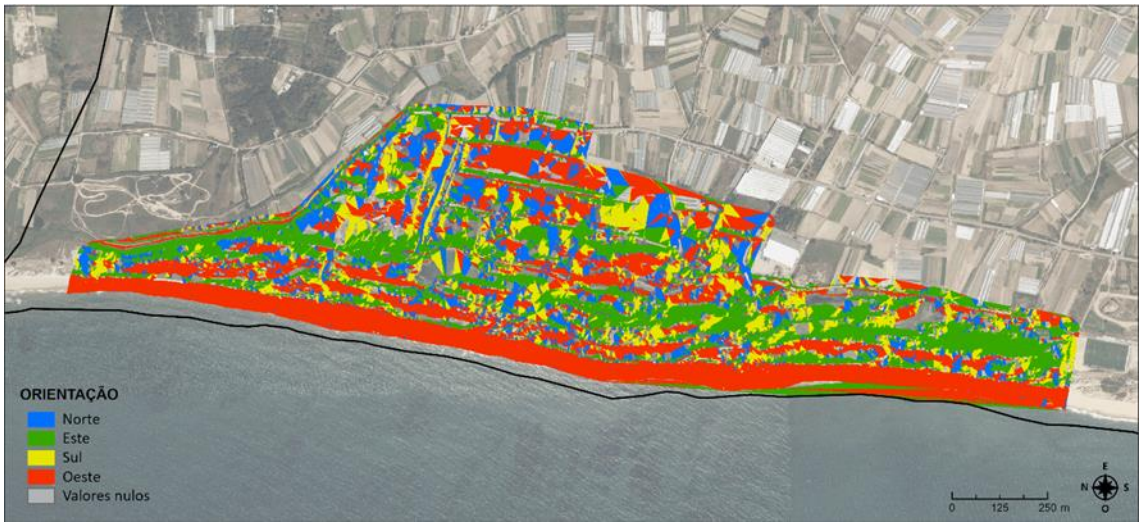



Figura 19 - Carta de Orientação de Vertentes; Mapa realizado em “ArcGIS”

### 3.1.4. Hidrografia

A área de estudo está inserida da Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2). Interseta a massa de água subterrânea do Maciço Antigo Indiferenciado do Baixo Cávado/Ave e as massas de água superficiais: o Rio Alto e as águas costeiras (o Oceano Atlântico) (APA, 2022).

Como já referido, o relevo encontra-se extremamente modelado, quer pela dinâmica sedimentar do sistema natural quer pelas sucessivas alterações antrópicas (ex.: escavações dos campos masseira e elementos de água artificiais), pelo que é comum a retenção de água em depressões interdunares, masseiras, lagos do campo de golfe, valas ou outras escavações, dada a génese lagunar do território (Cardoso, 2005).

Identificadas as principais linhas de festo e as linhas de escorrência superficial de água (talvegues) (Figura 20), o curso de água mais expressivo é o Rio Alto que nasce no sopé do Monte de São Félix e desagua no Oceano Atlântico. Com esta identificação conclui-se que a drenagem superficial ocorre sobretudo no sentido poente-nascente, visto que o cordão dunar frontal (linha de festo) apresenta os maiores valores altimétricos.

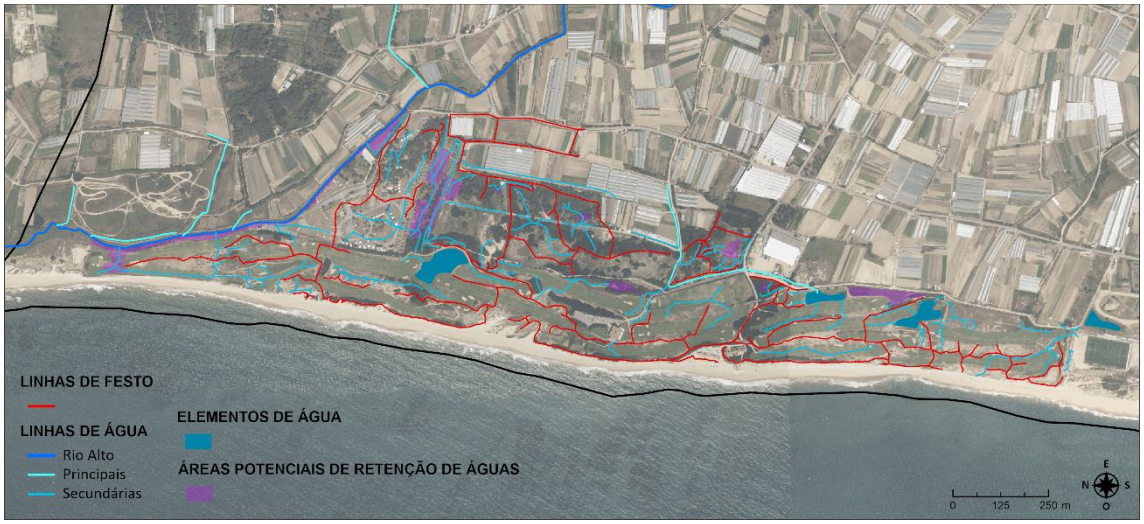



Figura 20 - Carta da Hidrologia; Mapa realizado em “ArcGIS” (Fonte: Dados do levantamento topográfico, Território XXI)

É possível perceber que este escorrimento superficial alimenta sobretudo as depressões ao longo do campo de golfe e terrenos incultos que, por sua vez, drenam para outras áreas potenciais de retenção de água (tendencialmente abaixo da cota 6 m, mais próximas do nível freático) e para as principais linhas de águas.

### 3.1.5. Coberto Vegetal e biodiversidade

Figura 21 - Carta do levantamento do coberto vegetal; Mapa realizado em "ArcGIS"

Através da fotointerpretação de fotografia aérea e possíveis observações no terreno, distinguem-se diferentes cobertos vegetais (Figura 21), sendo eles:

**Matas -** Pequenos povoamentos arbóreos, dominados por *Pinus pinaster* (Pinheiro-bravo). Localizados, sobretudo, no interior do Parque de Campismo (Figura 22).

Figura 22 - Povoamento de Pinheiro-Bravo (Fonte: Autor)

**Matagais arborescentes -** Comunidades de transição, com exemplares arbóreos de *Pinus pinaster* entre maciços arbustivos, principalmente de *Acacia longifolia* (Acácia das-espigas) (Figura 23).

Figura 23 - Matagais arborescentes (Fonte: Território XXI)

**Matos altos -** Maciços arbustivos até 3 m, correspondem sobretudo às sebes ornamentais do campo de golfe e parque de campismo, dominados por *Acacia longifolia*, *Pittosporum tobira, Metrosideros sp*, *Tamarix africana* e *Melaleuca armilaris* (Figura 24).

Figura 24 - Matos altos junto ao lago artificial do campo de golfe (Fonte: Território XXI)

**Matos caméfitos -** Comunidades subarbustivas e/ou rastejantes, constituem áreas de transição entre áreas arrelvadas e de vegetação dunar, inclui as comunidades de *Carpobrotus edulis* (Chorão-das-praias). (Figura 25).

Figura 25 - Matos caméfitos no campo de golfe (Fonte: Autor)

**Galeria ripícola -** Margens do rio Alto dominadas por *Phragmites australis* (Caniço) e outras espécies ripícolas como *Alnus glutinosa* (Amieiro), *Salix atrocinerea* (Salgueiro) e herbáceas como a *Vinca major*, *Senecio petasitis*, *Zantedeschia aethiopica* (Jarro-de-jardim) (Figura 26).

Figura 26 - Galeria composta por Amieiros e Canas (Fonte: Território XXI)

**Dunas móveis -** Domina a vegetação dunar, uma diversidade de herbáceas, entre as quais a *Ammophila arenaria* (Estorno), o *Elymus farcus* (Feno-das-areias) entre outras espécies (Figura 27).

Figura 27 - Duna móvel (Fonte: Autor)

**Relvados -** Áreas dominadas por gramíneas, especialmente do género POACEAE. Revestem sobretudo áreas de jogo do campo de golfe e requerem elevada manutenção (Figura 28).

Figura 28 - Área arrelvada do Campo de Golfe (Fonte: Autor)

**Culturas anuais -** Culturas temporárias de sequeiro e regadio, engloba as áreas agrícolas (Figura 29).

Figura 29 - Culturas de sequeiro e regadio (Fonte: Território XXI)

De acordo com a cartografia disponibilizada no POC-CE (Figura 30), foram inventariadas com interesse, três manchas de habitats costeiros - dunas marítimas e interiores - e uma de formações herbáceas naturais e seminaturais (APA, 2021a). A conservação destes habitats é fundamental, a considerar a pressão humana sobre eles exercida e também a presença significativa de espécies com potencial invasor, principalmente da *Acacia longifolia* (Acácia-de-espigas) e do *Carpobrotus edulis*.

Figura 30 - Excerto do Anexo 1, Carta de habitats, áreas agrícolas e povoamentos florestais do POC-CE; Mapa realizado em "ArcGIS" (Fonte: APA,2021)

Na frente dunar encontra-se um mosaico composto pelo habitat 1210 "Vegetação anual das zonas de acumulação de detritos pela maré" que contacta com os habitats 2110 "Dunas móveis embrionárias", o 2120 "Dunas móveis do cordão litoral com *Ammophila arenaria* ("dunas brancas")" e o subtipo 2130*pt3 "Duna cinzenta com matos camefíticos dominados por *Helichrysum picardii* e *Iberis procumbens* e caracterizados pela ausência de *Armeria sp.pl.*" (ICNF).

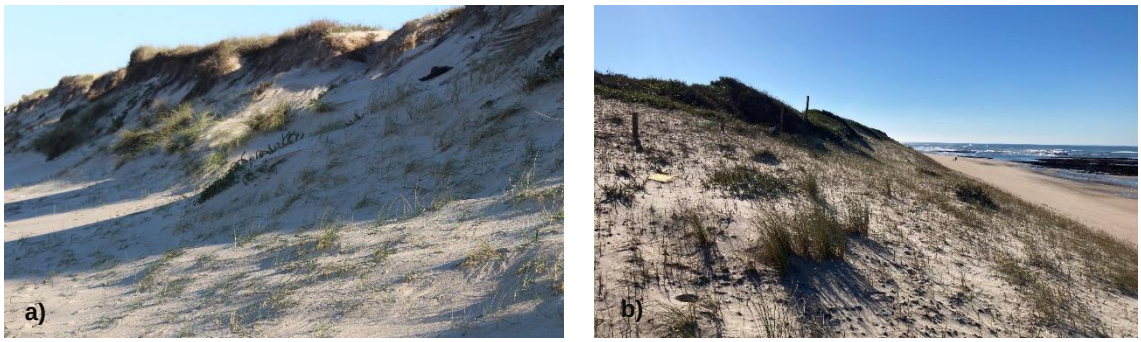



Figura 31 - Comunidades de *Elymus farctus* no talude de erosão da duna com **a)** Duna frontal colonizada por *Ammophila arenaria versus* **b)** Duna frontal colonizada por *Carpobrotus edulis* (Fonte: Território XXI e Autor)

Caraterização: Acima da faixa intermareal, desenvolvem-se comunidades vivazes de *Elymus farctus* (baixa densidade) e de *Ammophila arenaria* (tufos densos) na crista da duna. Surgem outras espécies como *Pancratium maritimum, Calystegia soldanella, Euphorbia paralias* e *Eryngium maritimum* em menor número.

Algumas espécies comuns de vegetação dunar observadas neste mosaico de habitats:

Figura 32 - *Elymus farctus* (Feno-das-areias) (Fonte: Autor)

Figura 33 - *Ammophila arenaria* (Estorno) (Fonte: Autor)

Figura 34 - a) ***Carpobrotus edulis*** (Chorão-das-praias) - **Espécie Exótica Invasora** (Fonte: Autor)

Figura 35 - Duna e a sua variedade de flora dunar (Fonte: Território XXI)

Figura 36 - b) ***Herniaria ciliolata*** (Fonte: https://flora-on.pt/#/hr5bS)

Figura 37 - c) *Hydrocotyle bonariensis* (Chapéu) - **Espécie Exótica** (Fonte: https://flora-on.pt/#/hxp7V)

Figura 38 - Comunidades, à esquerda de *Euphorbia paralias* (Morganheira-das-praias) e à direita de *Crucianella maritima* (Granza-da-praia) (Fonte: Território XXI)

Figura 39 - d) *Euphorbia paralias* (Morganheira-das-praias) (Fonte: Autor)

Figura 40 - Comunidade de *Otanthus maritimus* (Cordeiro-da-praia) (Fonte: Autor)

Figura 41 - Duna com variedade de espécies presentes (Fonte: Território XXI)

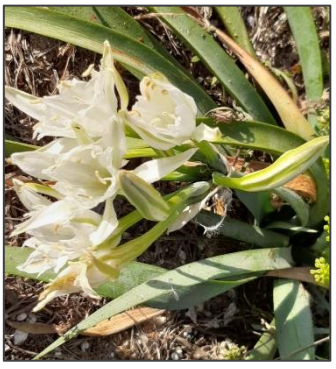


Figura 42 - e) *Pancratium maritimum* (Lirio -das- areias) (Fonte: Autor)

Mais para o interior identifica-se um mosaico composto pelos habitats 2130*pt3, o subtipo 2150*pt1 “Dunas fixas com tojais psamófilos com *Ulex europaeus subsp. Latebracteatus*”, o subtipo 2230pt1 “Dunas costeiras com prados anuais oligotróficos”, o subtipo 2330 “Dunas interiores com prados abertos de *Corynephourus* e *Agrostis*” e o habitat 6420 “Pradarias húmidas mediterrânicas de ervas altas da *Molinio-Holoschoenion*” (ICNF).

Um outro mosaico mais para o interior composto pelo subtipo de habitats 2150*pt1 “Dunas fixas com tojais psamófilos com *Ulex europaeus subsp. Latebracteatus*” e 2180 “Dunas arborizadas das regiões atlântica, continental e boreal” (ICNF).

E por fim, relativamente às formações herbáceas, na foz do Rio Alto identifica-se uma mancha do habitat 6420 “Pradarias húmidas mediterrânicas de ervas altas da *Molinio-Holoschoenion*” (ICNF).

Dentro destes mosaicos de habitat demarcados, é de salientar a necessária conservação prioritária do habitat subtipo 2130pt3 - cujas espécies mais abundantes são a *Artemisia crithmifolia, Crucianella maritima, Helichrysum italicum subsp. picardii, Malcomia litórea* - e *do* subtipo 2150pt1 - onde domina o *Ulex australis subsp. Welwitschianus com* outras espécies como *Calluna vulgaris, Cistus ladanifer, Erica scoparia, Erica umbellata, Genista triacanthos e Halimium halimifolium*. Estes estão em declínio e ameaçados, não só devido à ausência de dunas frontais e consequente deposição de areias no interior, mas sobretudo resultado da invasão de espécies exóticas como o *Carpobrotus edulis*, a *Acacia longifolia*, o *Arundo donax* (Cana-comum) e o *Lampranthus falciformis* (Cato-margarida) (Figura 43) que ocorrem também em quase todos os restantes tipos de habitat.

Figura 43 - Invasão da duna interior por *Acacia longifolia* e *Arundo donax* (Fonte: Território XXI)

## 3.2. Ocupação do Território

A presença humana no litoral da Estela remonta para a época do neolítico, com a descoberta de vestígios arqueológicos neste território: " *(…) indícios de civilizações coevas e mesmo mais remotas têm aparecido no areal estelense e vizinhanças. As arrecadas e colar de ouro descobertos próximos as ruínas foram qualificados por J.Fortes de protohistóricos. (…) A existência de restos de antas (neolítico) na Estela (…)"* (Vieira, 1940).

A pesca, a exploração de sal e a regressão do mar foram forças motrizes para a ocupação deste território e aproximação à linha de costa, remontando para a época romana, o surgimento da *Villa Menendi* (ou Vila Mendo) frente a uma enseada: *"Para além das ruínas da Vila Mendo, possuía uma lagoa, denominada lagoa de Contriz, que segundo o governador da fortaleza da Póvoa de Varzim (1758) fica no areal e nunca seca e fazia correspondência com o mar"* (Amorim, 2002, p.28). Já mais tarde, o avanço do sistema dunar para o interior obrigou à migração do povo e com o tempo o efeito erosivo das areias arrastadas pelos ventos levou ao desaparecimento desta vila. Assim para estabilizar areias e proteger as culturas mostrou-se "*eficaz o plantio de espécies florestais, como fizeram os frades de S. Bento no princípio do século XIX (1801) semeando um pinhal"* (Amorim, 2002, p.28).

Associada à subsistência das comunidades piscatórias, o desenvolvimento da atividade agrícola foi determinante no repovoamento do litoral, com introdução de um sistema de agricultura tradicional que permitia maximizar o aproveitamento dos terrenos arenosos, os denominados **campos-masseira** (Figura 45): *"Debaixo deste solo, seco e infértil, corre um manto de água doce e foram estes aquíferos que despertaram os naturais para a tarefa de remover as areias até encontrar a argila negra com vegetais (solão) que serve de plataforma para o novo campo de cultura*" (Amorim, 2002, p.27). Este sistema consiste na escavação de terrenos até ao lençol freático onde a proteção contra ventos e salsugem é garantida pelos *mêdos* (taludes) em plena duna secundária. Estes campos eram anteriormente fertilizados com o sargaço recolhido das praias.

O escritor poveiro José de Azevedo (Amorim, 2002) escreve que *"Até 1945, todo o Rio Alto era uma extensa área de pinheiros mansos, de tronco retrocido, com configurações curiosas, mercê dos ventos da beira-mar (…) um património florestal a respeitar."* (Amorim, 2002, p.33). Contudo entre os anos 40 e 50, os proprietários foram dizimando as árvores para fazer lenha ou vender aos estaleiros navais. Prática que, no final dos anos 60, com a febre da construção e aumento do valor da areia se agravou, levando os proprietários a abater árvores para venderem as areias aos construtores.

Figura 44 - Fotografia aérea da Estela em 1974: Área rural dominada por campos-bouça e campos-masseira. Com o sistema dunar naturalizado (Fonte: CIGeoE)

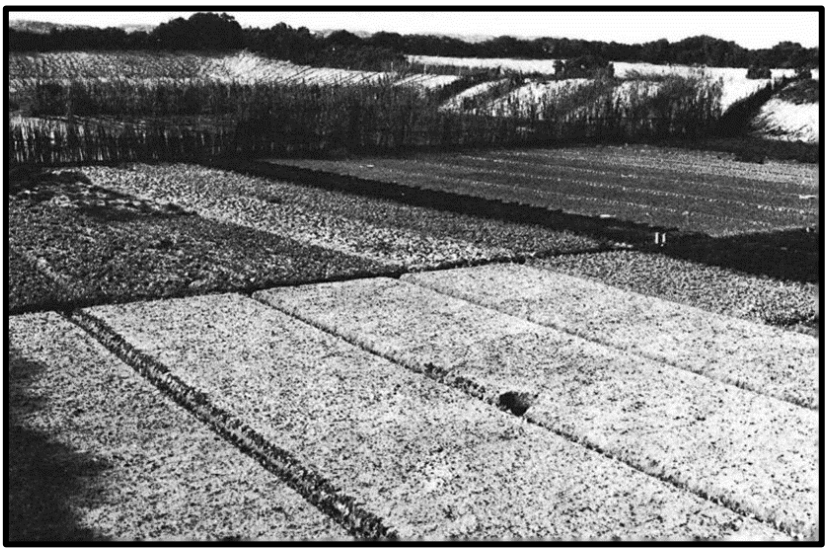


Figura 45 - Campos masseira na Estela (Fonte: Oliveira,1990)

Com o crescimento económico dos anos 50 e valorização do setor do turismo balnear e recreio desportivo, nas décadas seguintes verifica-se o aumento da procura de habitação no litoral, a infraestruturação das praias e demanda por equipamentos turísticos, pelo que *"A partir dos anos oitenta, o Rio alto começou a despertar a atenção dos investidores turísticos tendo a Câmara da Póvoa aprovado, em 1982, (…) a construção nas dunas do Rio Alto de, um* ***campo de golf*** *e um* ***parque de campismo****, obras inauguradas seis anos depois. Estes equipamentos exigiram outras instalações de apoio transformando aquele espaço aberto numa mini-aldeia turística."* (Amorim, 2002, p.33). Construíram-se então novos acessos, vias, áreas de estacionamento e outros diversos edifícios de apoio às atividades desportivas, recreativas e turísticas.

Nos últimos anos, apesar do declínio do setor da pesca e desaceleração no crescimento do setor agrícola, ainda hoje perduram numerosas parcelas de terreno dedicadas à produção intensiva de hortícolas e outras culturas temporárias, cultivadas quer ao ar livre quer em estufa (agricultura protegida). Ligados ao setor podemos encontrar dois **viveiros** de produtos hortícolas e plantas ornamentais e uma **empresa de aquacultura**. Nas imediações existem ainda o **Aguçadoura Futebol Club**, um complexo desportivo que data de 1981 (Município da Póvoa de Varzim) e uma pista de motociclismo. Recentemente o município investiu na construção dos **passadiços da Estela**, um caminho sobrelevado de contemplação e um possível itinerário para o Caminho de Santigo pela Costa (Figura 46).

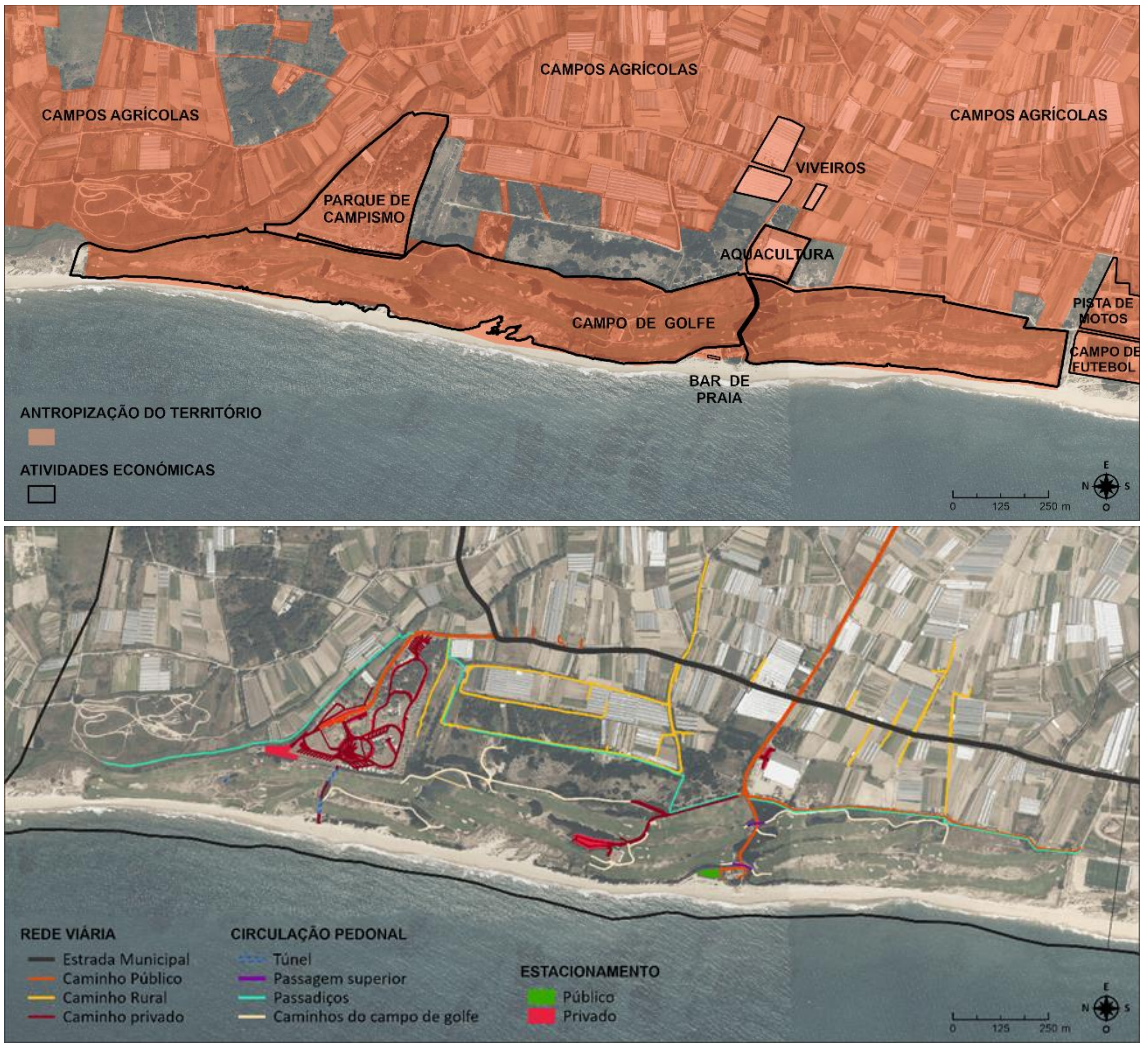



Figura 46 - Distribuição das principais atividades económicas, acessos e vias de comunicação; Mapa realizado em "ArcGIS"

Figura 47 - Excertos das Cartas de Uso e Ocupação do Solo de 1995, 2007 e 2018; Mapa realizado em “ArcGIS” (Fontes: DGT, 1995, 2007,2018)

Numa breve análise e cruzamento de informação das Cartas de Uso e Ocupação do Solo (COS) para os anos de 1995, 2007 e 2018 (Figura 47) observa-se que:

- Em 1995 grande parte da área estava integrada na categoria de solo "Culturas temporárias de regadio" correspondente à produção agrícola, restando três manchas florestais e uma extensa área de mato. Numa categoria "Território Artificializado" agregam-se o parque de campismo, o campo de golfe e as instalações desportivas e agrícolas. Já nos "Espaços descobertos ou com pouca vegetação" considera-se todo o areal e sistema dunar (dunas primárias e secundárias).

- Entre 1995 e 2007 surgem novas categorias de solo, a "Agricultura protegida e viveiros", os "Sistemas culturais e parcelares complexos" e "Sapais", resultado da aposta num novo método de produção agrícola e de, potencialmente, alterações na composição do coberto vegetal. Há um decréscimo da área florestal e de matos, convertidos em outras categorias; já a área artificializada e os espaços descobertos mantiveram-se praticamente inalterados. Em 2018, com auxílio dos dados disponíveis, verifica-se não só o aumento da área de produção agrícola, da área florestada e de matos como a estagnação da área artificializada e dos espaços descobertos (Tabela 3).

| | Área (ha) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Agrícola** | **Florestal** | **Matos/ Matagais** | **Artificializada** | **Espaços Descobertos** |
| **1995** | CT: 128,9 | 14,9 | 35 | 48,6 | ≈ 33 |
| **2007** | CT: 91 (- 29,4%)<br>AP: 40,5 | 8 (- 46,3%) | 20,8 (- 40,6%) | 49 | ≈ 33 |
| **2018** | CT: 93 (+ 2,2%)<br>AP: 44,2 (+ 9,1%) | 10,3 (+ 28,7%) | 30,3 (+ 45,7%) | 48,8 | ≈ 33 |

Legenda - CT: Culturas Temporárias; AP: Agricultura Protegida; Nota: a diferença percentual é calculada com base na diferença entre os valores registados na linha anterior

Tabela 3 - Alterações de uso e ocupação do solo entre 1995 e 2018; Cálculos com ferramentas do "ArcGIS" e "Excel"

Para concluir, verifica-se que o território é ocupado primeiramente para produção agrícola, seguido das instalações desportivas e lazer, espaços descobertos (sistemas naturais), matos e por fim da floresta (Gráfico 3). É considerada uma zona rural do concelho, não direcionada para o crescimento urbano.

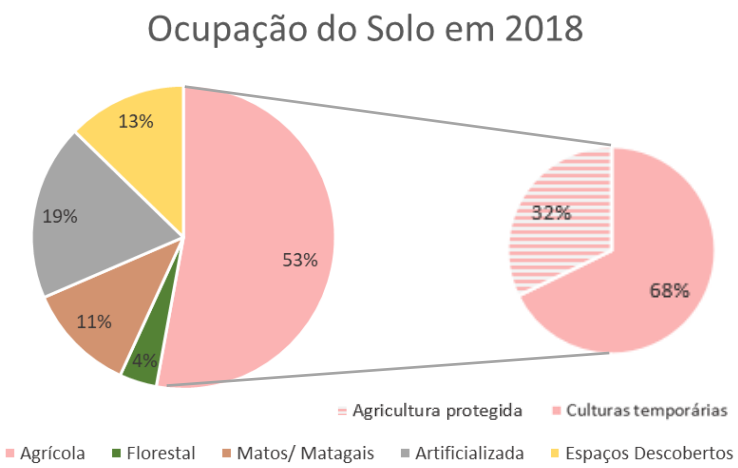
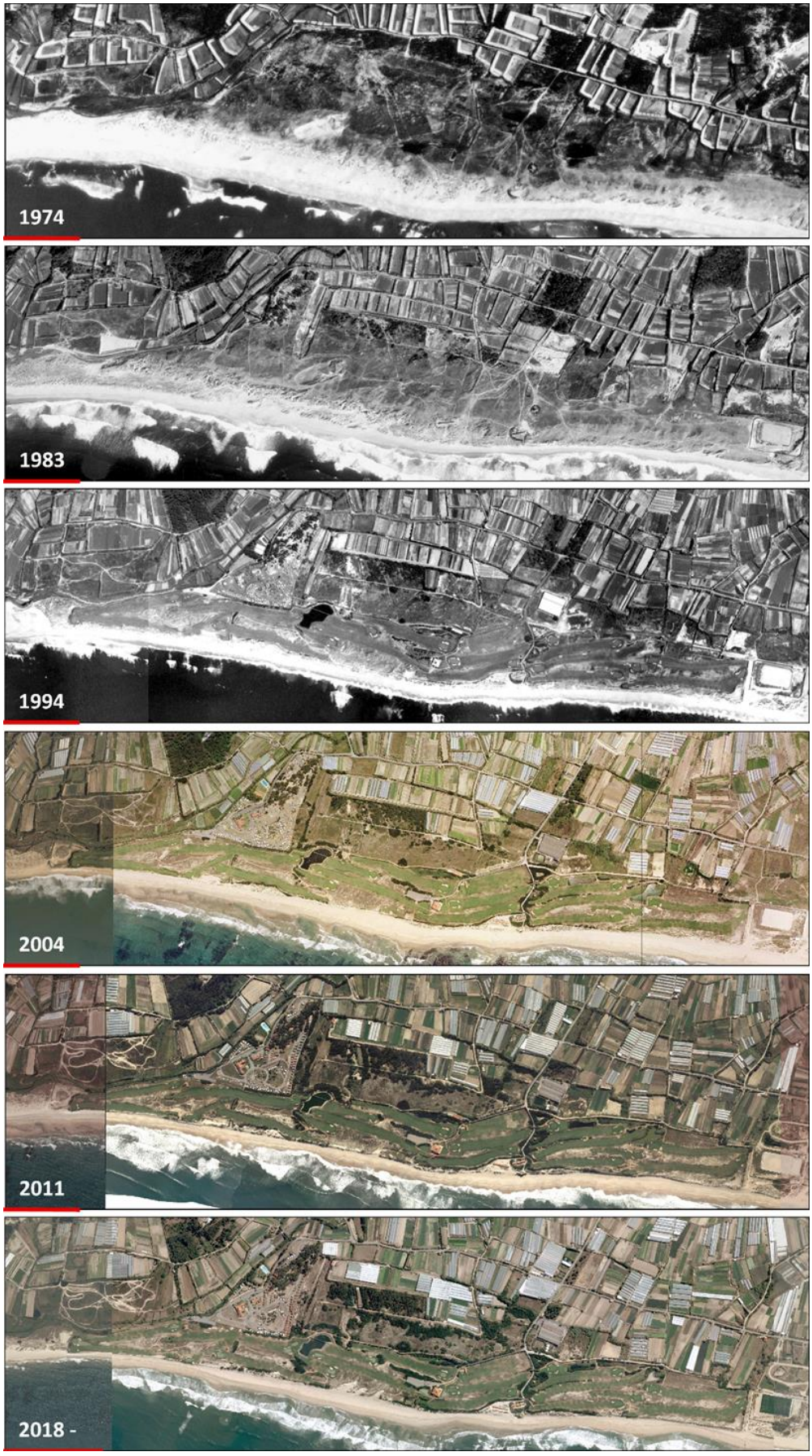



Gráfico 3 - Distribuição percentual da ocupação do solo em 2018 pelas diferentes classes na área em estudo; Realizado em "Excel"




Fontes: Fotografia aérea de 1974 (CIGeoE); Fotografia aérea de 1983 (DGT); Fotografia aérea de 1994 (CIGeoE); Fotografia aérea de 2004 (CMPV); Fotografia aérea de 2011 (CMPV); Fotografia aérea de 2018 (CMPV) e Ortofotomapa da zona norte de Portugal Continental em 2021 (DGT)

Figura 48 - Evolução da ocupação humana e transformação da paisagem no litoral da Estela (Período 1974-2018)

A evolução da ocupação e consequentes transformações na paisagem são analisados num intervalo temporal desde meados da década de setenta até à atualidade, com auxílio de fotografias aéreas que abrangem este troço (Figura 48).

Através da fotografia do ano de 1974 é possível observar uma extensa área dunar pouco vegetada com construções pontuais de apoio à pesca e agricultura, amplas áreas florestadas dispersas em manchas, e ainda, as escavações dos campos-masseira no seguimento do curso de água e da principal estrada. Para proveito da aptidão do solo e das práticas tradicionais expandiu-se a área agrícola, gradualmente os campos-masseira tomaram parte da duna secundária e alteraram parte da sua composição natural, com diminuição do coberto vegetal, inclusive de área florestada.

A transformação significativa deste troço do litoral decorre entre 1983 e 1994: a juntar ao campo de futebol já existente, são construídos o Campo de Golfe e o Parque de Campismo, sobre a zona dunar. Com a artificialização, impermeabilização, construção de novas edificações, vias de comunicação e até de lagos artificializados, o sistema dunar é profundamente alterado e destabilizado. Verifica-se ainda a estagnação da expansão agrícola, com certos terrenos a perderem essa função, mas, em contrapartida, surgem as primeiras estufas, com o impulsionamento da agricultura protegida.

Desde 1994, mas principalmente após 2004 a área agrícola expande-se novamente, com certos terrenos incultos e florestados a serem ocupados para produção de culturas, mas ao invés de campos a descoberto instalaram-se cada vez mais estufas (grandes estruturas amovíveis). Já o sistema dunar, até hoje permanece completamente alterado e destabilizado, sendo visíveis nos registos fotográficos intervenções de defesa costeira (Figura 48).

As tendências observadas nas últimas décadas refletem-se desta área rural, nos terrenos propícios ao desenvolvimento do setor primário e principalmente do terciário, intensifica-se a atividade agrícola e a instalação de cada vez mais estufas. Já em prol do desenvolvimento socioeconómico do concelho, neste troço do litoral, outrora desocupado, aposta-se no turismo e lazer, com instalações de apoio à praia e ao turismo balnear, à prática de desportos ao ar livre e ainda de uma área para campismo.

Hoje, a compartimentação do território tem em conta as atividades praticadas e funções atribuídas pelo homem, restam nos intermeios fragmentos de terrenos incultos dominados por matos sem uso aparente e um estreito cordão dunar cada vez mais frágil.

## 3.3. Paisagem

A Convenção Europeia da Paisagem[10] considera a Paisagem "*uma parte do território, tal como é apreendida pelas populações, cujo carácter resulta da acção e da interacção de factores naturais e/ou humanos"* (Art.1º, D-L. n.º 4/2005).

Outrora uma paisagem predominantemente natural, está assente o facto de que, esta área foi fortemente humanizada, para responder às necessidades da sociedade. Além da noção de que, como todas as paisagens, ela não é estática, graças à interação entre processos naturais e humanos que transformam temporariamente ou permanentemente as suas componentes, algo que, a curto ou longo prazo, pode resultar tanto em impactes positivos ou negativos.

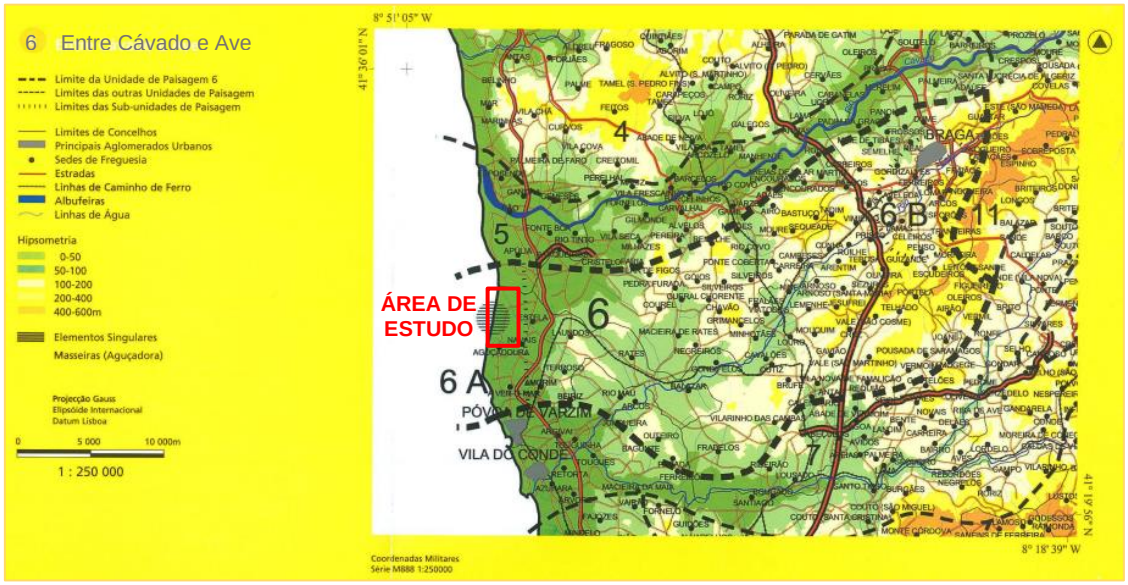



Figura 49 - Enquadramento: Área de estudo abrangida pela subunidade de paisagem 6A (Fonte: Cancela d'Abreu, 2004, p.46)

Assim, ao ter em consideração a caraterização da paisagem à escala nacional de Cancela d'Abreu (2004), a área de estudo encontra-se inserida na Região geográfica do Entre Douro e Minho, englobada na Unidade 6 - Entre Cávado e Ave, subunidade 6A - Zona litoral (Figura 49). Trata-se de uma zona em que a perceção do mar é moderada pela planura. A praia é continua não muito larga, de areia fina e clara, limitada por estruturas dunares de dimensão variável, seguido de uma ampla zona plana com férteis campos agrícolas divididos em parcelas de reduzida dimensão, quase sem árvores e com forte presença de estufas (Cancela d'Abreu, 2004).

[10] A Convenção Europeia da Paisagem, assinada em Florença em 2000, constitui o 1º tratado internacional dedicado exclusivamente à paisagem, com o intuito de promover a proteção, gestão e planeamento das paisagens europeias

A esta paisagem podem-se associar certos valores intrínsecos. Visto como suporte espacial e biofísico da vida em sociedade, envolvência da população e possibilidade por exemplo de uso recreativo é-lhe associado um **valor social**. Já o **valor cultural** é refletido na apropriação do território onde é conferido uma identidade, espírito do lugar e condensam-se memórias e vivências, traduzindo-se num testemunho e/ou herança viva do passado, como é o caso dos campos-masseira bastante singulares, mas que têm vindo a perder esse caráter único que tanto os caraterizava. O **valor económico** pela possibilidade de gerar riqueza e potenciar o desenvolvimento e crescimento económico, especialmente através do turismo e da agricultura. E o **valor ambiental** relacionado com a multifuncionalidade e serviços de ecossistemas prestados, sem descurar as funções ecológica, de suporte de habitats e de biodiversidade do litoral (adaptado de Reis et al, 2017).

É também importante referir o **valor cénico** que varia consoante a perceção de cada individuo do território, sendo este bastante subjetivo, pois tem em conta, não só elementos cénicos como o mar, a praia, as margens e o rio, os lagos, a vegetação dunar, os maciços arbustivos e arbóreos (autóctones), mas também da escala e complexidade da paisagem e da riqueza e diversidade de cores, formas e texturas.

Ao encontrar uma diversidade de componentes paisagísticas desde o mar, as dunas, aos campos-masseira, o rio e outros, aqui é retratada uma paisagem bastante multifuncional. É possível com base nas características biofísicas e antrópicas, nas dinâmicas e funções sociais, culturais e ecológicas identificar subunidades homogéneas e bastante distintas como as áreas de praia-duna, do campo de golfe, do parque de campismo, das dunas interiores, toda a planície agrícola e Rio Alto (Figuras 50 a 59).

**Praia-Duna**

Figura 50 - Área de praia (Fonte: Autor)

Figura 51 - Área de duna (Fonte: Autor)

## Campo de Golfe

Figura 52 - Paisagem dunar artificializada do Campo de Golfe: a) Área arrelvada de jogo e envolvente (Fonte: Autor); b) e c) Vista para dois grandes lagos artificiais e envolvente (Fonte: Autor e Território XXI)

## Campos agrícolas

Figura 53 - Paisagem agrícola: a) Vista para campos agrícolas desde os passadiços da Estela; b) Zona de estufas muradas adjacentes ao passadiço da Estela; c) Estrutura de um campo-masseira, cercado, com estufas no interior (Fonte: Autor e Território XXI)

## Dunas interiores

Figura 54 - Zona de “Duna terciária” com vegetação herbácea e maciços arbustivos (Fonte: Território XXI)

Figura 55 - Zona dunar com vegetação e vala de drenagem natural (Fonte: Território XXI)

## Parque de Campismo

Figura 56 - Vista do Parque de Campismo para o campo de golfe (Fonte: Território XXI)

Figura 57 - Edifícios de apoio e disposição do parque de campismo (Fonte: Território XXI)

## Rio Alto

Figura 58 - Troço do rio alto sem galeria ripícola (Fonte: Território XXI)

Figura 59 - Troço do rio alto com galeria ripícola consolidada (Fonte: Território XXI)

## 3.4. Setor Costeiro

Uma vez que, resultado de uma evolução de vários milhões de anos, as zonas costeiras são ecossistemas únicos, considerados sistemas de transição marítima-terrestre bastante complexos, sensíveis e vulneráveis, pretende-se agora compreender melhor a sua morfologia e dinâmica, e aplicar esses conhecimentos à área em estudo.

### 3.4.1. Sistemas dunares e morfologia das dunas

No litoral arenoso, nos sistemas praia-duna, as praias resultam dos movimentos de sedimentos. Tanto a largura da praia como a espessura dos seu sedimentos, estão dependentes da agitação marítima e da alimentação em areias transportadas pelas correntes do mar. Para lá das praias, no interior, surgem as dunas, geoformas de areia acumulada pelo vento que podem ser, móveis ou fixas, de variadas dimensões, com ou sem vegetação (Gomes *et al*, 2002, p.14-16).

Um sistema dunar, é formado por grãos de areia que se movem ao longo da praia, e ao ser intercetados por vegetação ou outros obstáculos são acumulados em pequenos montículos, que aos poucos vão ganhar volume. A natureza das areias, o regime de ventos, o coberto vegetal, o grau de humidade, a topografia do terreno e o nível do lençol freático são fatores determinantes na morfologia das dunas (Seoane *et al*, 2007, p.35-39). Deste modo, as geometrias resultantes podem ser muito diversas desde o tipo de duna mais simples às mais complexas (Figura 60) (ver Anexo II).

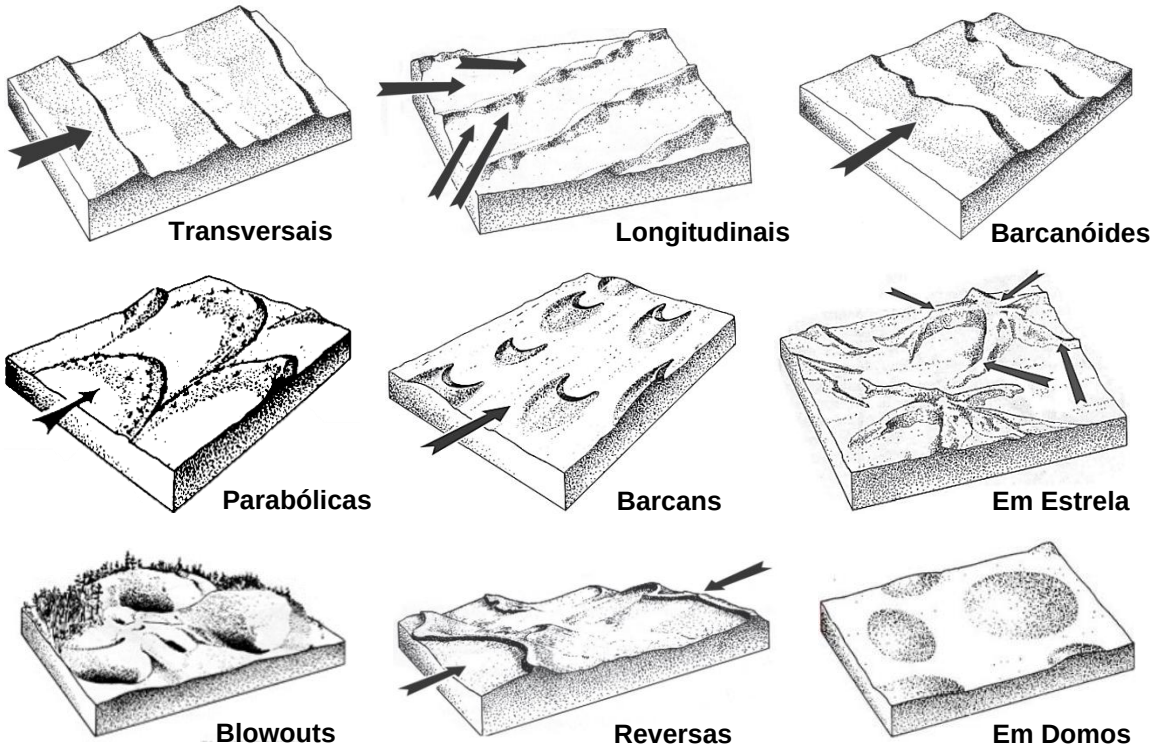



Figura 60 - Ilustração das principais classificações de dunas, segundo Mckee (Fonte: (nps.gov,2016) e (Mckee,1979))

**Morfologia de um sistema dunar costeiro**

Apesar dos fatores que influenciam o desenvolvimento das dunas, geralmente, um sistema dunar costeiro é constituído por uma série de cristas dunares transversais paralelas entre si, desde a duna embrionária à duna terciária, a mais antiga (Figura 61). Numa breve caraterização das diferentes formações que o compõem (adaptado de Seoane *et al*, 2007), têm-se:

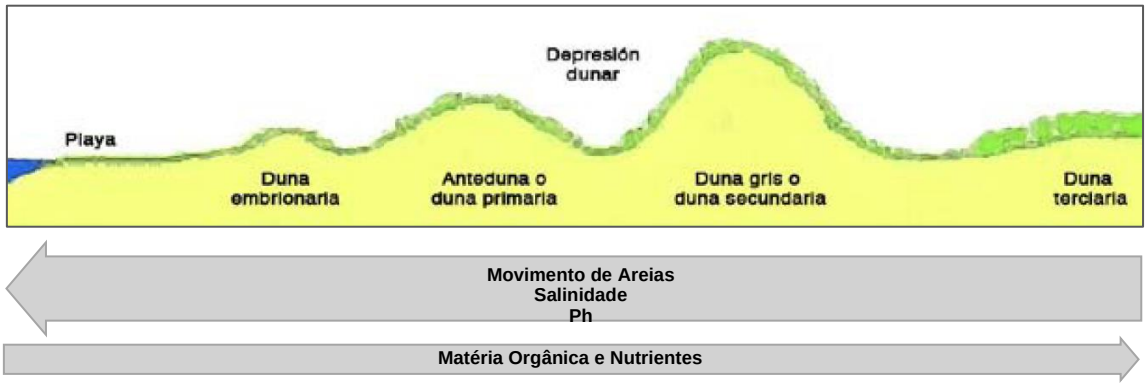



Figura 61 - Perfil transversal tipo de um sistema dunar costeiro (Fonte: adaptado de Seoane *et al*, 2007, p.40)

Vegetação pioneira no setor de praia alta (Pré-Duna)**:** Instalam-se as primeiras comunidades vegetais pioneiras, tolerantes à submersão e salinidade das águas;

**- Duna Embrionária:** Duna mais jovem, com um fornecimento sedimentar constante. Pelas condições hostis à colonização de plantas pioneiras, como zona de forte influência marítima, é baixo o número de espécies que nela se adaptam;

**- Duna Frontal ou Primária:** Duna branca dada a coloração da vegetação, caraterizase pela acumulação sucessiva de areias, fixadas por plantas vivazes e perenes, que a colonizam. Tanto pode aumentar, diminuir ou manter-se relativamente estável;

**- Depressão interdunar:** Região abrigada dos ventos, próxima do nível freático (zona mais húmida), pelo que apresenta maior diversidade de espécies e favorece o crescimento e proliferação da vegetação para as dunas interiores;

**- Duna Secundária:** Duna cinzenta com menor influência marítima onde desenvolvem-se comunidades vegetais mais complexas e diversas. São melhores as condições para o desenvolvimento de espécies herbáceas, subarbustivas e arbustivas, o que permite uma maior estabilidade das areias (traduz-se numa maior superfície coberta);

**- Duna Terciária:** Mais distante, estabilizada e tolerante à presença do Homem, nela já não ocorrem movimentações de areias. Apesar de colonizada por uma maior densidade e complexidade de comunidades vegetais, inclusive espécies arbóreas, a presença humana condiciona e influência bastante o seu desenvolvimento.

## 3.4.2. O caso do Sistema dunar da Estela

### 3.4.2.1. Histórico de intervenções

No sentido de proteger o cordão dunar da Estela e área adjacente, várias intervenções de defesa costeira vêm a ser efetuadas desde pelo menos 1997 (Figura 62) o que evidencia a preocupação dada à rápida evolução do progresso erosivo neste troço. Aqui, inicialmente procedeu-se ao reforço da duna através da ripagem mecânica de areias desde a praia frontal, e mais tarde a reforços periódicos de vários sacos de 1 $m^3$ de areia (Neves, 2003, p.162-165).

Figura 62 - a) Principais sinais de debilitação: Diminuição da largura da praia e aparecimento de arribas de erosão nas dunas; b) Fotografia aérea que regista uma operação de ripagem de areias a 24/06/1997 (Fontes: Neves,2003,p.165/167)

Figura 63 - Estado da duna após uma intervenção em abril de 1999; Área critica no extremo norte: duna consolidada com areias ripadas com reforço de paliçadas de madeira e pequenos sacos de areia de 5 kg (Fonte: Neves,2003,p.168)

Dadas as sucessivas intervenções devido ao inverno rigoroso de 2000/2001, com elevada frequência de episódios de tempestade que resultaram na destruição e necessidade de reposições de emergência do cordão dunar, o mês de dezembro é marcado pelo início da utilização de uma nova técnica de reforço *"mais consistente"* com tela geotêxtil e milhares de sacos de areia com cerca de 1 $m^3$ de areia (geossacos) (Figura 64) (Neves, 2003, p.172).

Figura 64 - Registos fotográficos: a) Estado da arriba de erosão no extremo norte, novembro de 2000; b) Execução da nova técnica com reforço do talude e criação de uma plataforma de duna por ripagem, aplicação da tela geotêxtil finalizando com a colocação de camadas de sacos de areia, dezembro de 2000 (Fontes: Neves, 2003, p.173-174)

Figura 65 - Estado da duna em dezembro de 2001 (Fontes: Neves, 2003, p.175)

Figura 66 - Estado da duna em janeiro de 2003; o resultado da ação dos temporais sobre as fileiras de geossacos (Fontes: Neves, 2003, p.177)

Desde então, a substituição e reforço da colocação destes geossacos de areia tornou-se um processo e prática regular que é bastante dispendiosa, ocorrendo anualmente ou várias vezes ao ano, conforme o processo erosivo e estragos observados (Figura 67).

Figura 67 - Reforço de sacos de areia ao longo do talude no extremo norte, março de 2010 (Fontes: Neves, 2011, p.33)

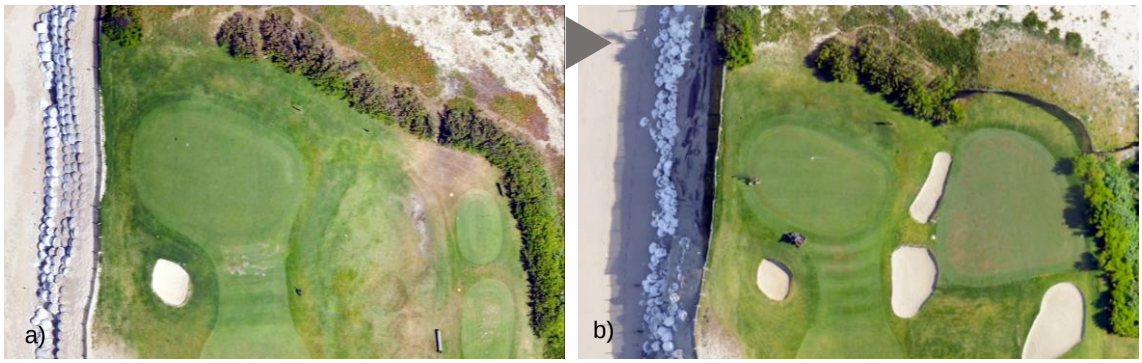



Figura 68 - Vista aérea parcial sobre a área crítica no extremo norte com: a) Acondicionamento dos sacos em fileiras a formar um talude, a 05/06/2019 *versus* b) Sacos desordenados e/ou desmantelados com a malha de geotêxtil ao descoberto, a 25/05/2021 (Fonte: COSMO, Ortofotocartografias de 2019 e 2021)

Figura 69 - Área crítica a norte, vista do campo de golfe para o sul do troço de cerca de 180 m, onde estão colocados os geossacos, janeiro de 2023 (Fonte: Autor e Território XXI)

Ao longo dos últimos anos, em diversas intervenções no litoral, a estratégia de colocação de geossacos tem sido abandonada e têm-se optado pela colocação de geotubos[11].

Figura 70 - Estrutura de proteção costeira: geotubo colocado na praia da Estela (ao descoberto) (Fonte: Território XXI)

[11] Um geotubo ou geocilindro, é uma estrutura tubular feita com material geotêxtil, que pode ser perfurado ou não. O seu dimensionamento é variável, depois de posicionado no local definido é preenchido com areias.

### 3.4.2.2. Estado atual

As dunas, apesar de constituírem um sistema defensivo de elevada eficácia contra os avanços do mar, estão sujeitas a processos de erosão[12] intensos, devido à energia dos ventos e das ondas. Consequentemente, no terreno, são observados processos próprios da dinâmica dunar associados à sua degradação (Figuras 71 a 81) e que depois são condensados num só mapa (Figura 82).

Figura 71 - Ausência da duna frontal: é visível o processo de erosão costeira com a modelação de pequenas arribas pela ação do mar, na área crítica a norte com e já sem geossacos (Fonte: Autor)

Figura 72 - Exemplo de um "blowout" (Corredor Eólico) (Fonte: Autor)

[12] A erosão costeira consiste na remoção e arrastamento dos sedimentos das praias e dunas por ação conjugada de fatores de forçamento oceanográfico (isto é, ondas, correntes e marés), traduzindo-se no recuo da linha de costa e, consequente, na perda de território (Fonte: Linha de costa em situação de erosão | Relatório do Estado do Ambiente (apambiente.pt))

O Cordão dunar é fragmentado por diversos “Blowouts” que constituem reentrâncias formadas a partir da erosão eólica sobre a duna frontal. Estes desenvolvem-se de acordo com a direção do vento, sendo que a intensificação da erosão vai condicionar o alongamento e aprofundamento da base.

Figura 73 - Vista aérea sobre os “blowouts” (Fonte: Drone, janeiro 2023)

Figura 74 - a) Na perspetiva humana no interior de um "blowout": na bacia de deflação onde é visível a direção do vento (Fonte: Autor)

Ao longo deste troço, são observadas arribas (ou falésias) dunares, que correspondem a escarpas de erosão marinha, talhadas nas dunas frontais (Figura 75).

Figura 75 - Vista aérea de uma arriba dunar declivosa na extensão sul, vista para nordeste (Fonte: Drone,Janeiro 2023)

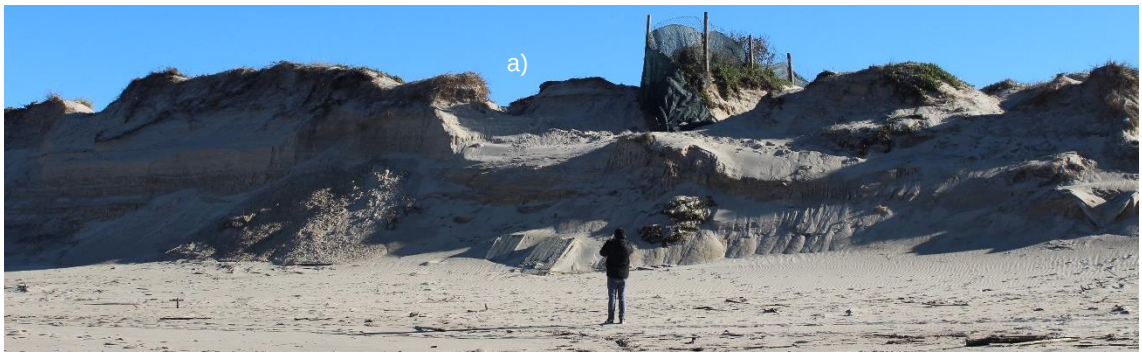



Figura 76 - Exemplo: Altura da arriba de erosão em relação à escala humana (Fonte: Autor)

Figura 77 - a) Falta de estabilidade da duna: observação de deslizamento e talha das areias (Fonte: Território XXI)

A acumulação de areias, que cobrem acessos e entradas, é comum e consequente da artificialização e da própria dinâmica do litoral. Tal acontece nas antigas casas de pescadores construídas antes de 1974 sobre o sistema dunar que até hoje se preservam, aqui para evitar o avanço da duna sobre o edifício, é necessário remover e transportar areias regularmente (Figuras 78 e 79).

Figura 78 - Registo fotográfico do avanço da duna sobre parte do edifício (Fonte: Daniela Alves, maio 2019 Praia da Estela - Google Maps)

Figura 79 - Registo fotográfico da condição destes edifícios, vista sobre a duna sem qualquer vegetação (Fonte: Drone, Território XXI, janeiro 2023)

Na área de estudo, destaca-se ainda o caso particular da ligação direta entre a praia e o parque de campismo, que forçadamente interrompe o cordão dunar (Figura 80). Junto à saída do túnel (constituído por manilhas em betão) e no caminho de acesso à praia, devido à deposição natural das areias, é necessária a manutenção constante, para que este não fique soterrado.

Figura 80 - Ligação praia-parque de campismo: Vista aérea e representação esquemática da ligação; Ponto a) Vista para os túneis; Pontos b) Vista do final do túnel para a praia e c) Vista do final da praia para o interior - observação das estacas, arrames, geotêxtil, materiais utilizados para conter as areias (Fontes: Vista aérea - Drone, janeiro 2023; Fotografias - Território XXI)

Figura 81 - Situação em que não ocorreram trabalhos de remoção das areias resultando no condicionamento do acesso, na livre formação da duna e continuação do cordão dunar, janeiro 2023 (Fonte: Autor)

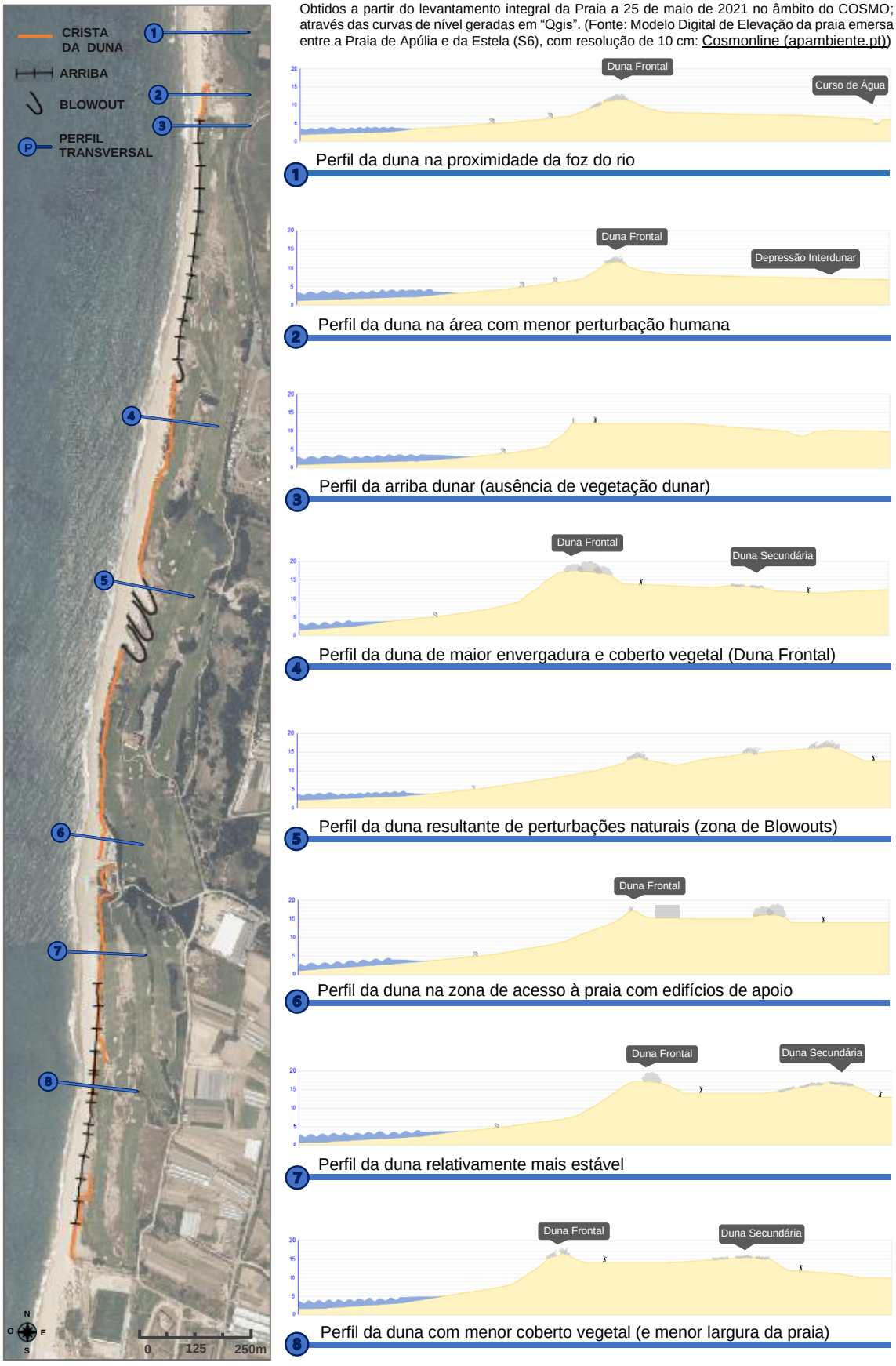



Figura 82 - Síntese: Morfologias das dunas observadas do sistema dunar e perfis topográficos representativos; Mapa realizado em "ArcGIS" e perfis realizados em "AutoCAD"

# 4. Recuperação Dunar

Através desta abordagem, ao restabelecer as condições naturais do ecossistema costeiro que assegure a estabilidade, a melhoria dos valores naturais e minimize as situações de risco para pessoas e bens, pretende-se proteger os usos existentes, e ao mesmo tempo, promover a dinâmica natural e resiliência dos sistemas costeiros. Devem ser tidos em conta, os seguintes pressupostos (adaptado de Nordstrom, 2008) no desenvolvimento de uma solução de proteção costeira:

- Reconstruir as formas de relevo e habitats perdidos por conta das perturbações naturais e humanas;
- Repor o balanço sedimentar (bancos de areia) para disponibilizar novo substrato e proteger contra a ação do mar e vento; maior disponibilidade de sedimentos torna o sistema mais dinâmico e contribui para maior estabilidade da duna;
- Restaurar o coberto vegetal, para maior estabilidade da duna;
- Restabelecer a função dos sistemas ao invés de procurar replicar ambientes perdidos ou condições originais, muito difíceis de reproduzir;
- Conservar a natureza, melhorar o ecossistema e manter o caráter seminatural da paisagem;
- Alterar o uso do solo para dar lugar à natureza e reforçar esse contato com o Homem.

Nas soluções baseadas na natureza (*"nature-based solutions"*), os efeitos são visíveis a longo prazo e não de imediato. Frequentemente, a recuperação dunar resulta da conjugação de múltiplas estratégias, que permitem uma maior eficiência e sucesso da intervenção. Assim, na criação "artificial" destas dunas frontais pode-se justificar o alargamento artificial da praia, a reconstrução e modificação da topografia, a instalação de regeneradores dunares e a plantação/ sementeira de vegetação dunar. Tanto a implementação de regeneradores como a plantação de vegetação, por si só podem contribuir para a formação de dunas, mas inevitavelmente em situações de deficit de areias, a alimentação da praia é essencial para manter a duna saudável, quando sujeita à erosão. Uma alimentação artificial calculada pode fornecer o volume de areia e área necessárias para a formação de dunas, contudo para manter a sua integridade, é imperativo ocorrerem operações de manutenção regulares. O emprego de maquinaria pesada e outras estruturas leves, são um meio para acelerar o processo de restauro, pois se apenas fossem utilizados processos naturais, seria bem mais demorado (adaptado de Nordstrom, 2008). Desta forma, esta estratégia deve ser vista como uma solução de emergência para situações críticas e não se converter numa solução padrão.

Recorrer à alimentação artificial, uma solução temporária de engenharia, que consiste no preenchimento da praia por meios artificiais com areias, apresenta algumas vantagens e desvantagens, apresentadas na Tabela 4.

| Vantagens | Desvantagens |
|---|---|
| - Cria praia e duna onde antes não existia;<br>- Cria um espaço mais amplo, favorável ao desenvolvimento das espécies e ao uso recreativo;<br>- Neutraliza os efeitos da subida do nível do mar;<br>- Protege construções e os habitats das dunas contra a erosão;<br>- Promove resultados mais imediatos;<br>- Restabelece condições para o transporte eólico;<br>- Depósitos de menores volumes de areias, mais frequentes, podem refletir em melhorias do habitat. | - Altera a morfologia e as caraterísticas dos sedimentos superficiais das áreas de empréstimo;<br>- Altera as caraterísticas da praia: tamanho dos grãos, a morfologia e dinâmica;<br>- Altera o substrato, a abundância de biomassa, a diversidade e riqueza de espécies;<br>- Enterra habitats, desloca espécies e interrompe ciclos > necessário recolonizar;<br>- Modifica a evolução do sistema;<br>- Custos de obtenção (dragagem em alto-mar), transporte e colocação das areias;<br>- Uso de equipamento e maquinaria pesada pode causar perturbações físicas. |

Tabela 4 - Vantagens e desvantagens de um ação de alimentação artificial (adaptado de Nordstrom, 2008, p.21)

Em situações extremas, a ripagem das areias da praia é uma solução de recurso para travar o processo de erosão. Com o auxílio de maquinaria pesada, são retiradas porções de areia das zonas baixas para zonas altas, nomeadamente, para áreas de duna. Apesar de uma intervenção acarretar menores custos, altera a configuração da praia-duna e origina um substrato pouco compactado e sem vegetação.

Existem ainda outras soluções de proteção costeira apresentadas no quadro síntese abaixo (Tabela 5) e onde identifica-se os prós e contras da sua aplicação.

| **Outras soluções de proteção costeira** | |
|---|---|
| **Estruturas rígidas:** Distinguem-se entre as paralelas à linha de costa que reduzem/dissipam a energia das ondas: quebra-mar destacado e estruturas longitudinais (muros, paredões); e as perpendiculares à linha de costa que retêm o transporte sedimentar: esporões, quebra-mar e molhes.<br>**- Materiais mais comuns:** enrocamentos; blocos de betão; estacas metálicas ou de madeira. | |
| Prós | Contras |
| - Acumula sedimentos*;<br>*próximo da estrutura o balanço final pode não ser positivo.<br>- Contem a erosão e aumenta a zona de praia;<br>- Dissipa a energia das ondas*;<br>*depende muito da estrutura e do tempo decorrido.<br>- Protege zonas edificadas. | - Altera as condições de agitação marítima;<br>- Degrada o valor natural da praia;<br>- Erosão costeira reflete-se em áreas adjacentes;<br>- Impacto ecológico e visual;<br>- Interrompe a deriva litoral > défice sedimentar;<br>- Necessita de manutenção regular e dispendiosa. |
| **Geossistemas:** Geossacos, geocilindros e geocontentores que confinam os sedimentos.<br>**- Materiais geossintéticos:** geotêxteis, geogrelhas, georredes, geomenbranas, geocompósitos. | |
| Prós | Contras |
| - Adaptável, na forma e dimensionamento;<br>- Aplicável tanto à superfície tanto em profundidade;<br>- Fácil aplicação (construídos no local) e baixo custo;<br>- Materiais de qualidade, altamente resistentes;<br>- Técnica de reforço na reconstrução de taludes. | - Auxílio a meios mecânicos e bombagem para o enchimento;<br>- Deterioração da estrutura;<br>- Impacto visual;<br>- Juntas (áreas de união) são pontos de fragilidade;<br>- Possíveis danos causados durante a instalação;<br>- Propriedades podem alterar-se com o tempo. |

Tabela 5 - Quadro sumariado sobre outras soluções de proteção costeiras e os principais prós e contras de uma aplicação (adaptado de Palma, 2016)

## 4.1. Casos de Estudo

### 4.1.1. Projeto ambiental ReDuna - Recuperação e Restauração Ecológica do Sistema Dunar de São João da Caparica, Almada

Este projeto, cofinanciado pelo fundo de coesão e desenvolvido pela Câmara Municipal de Almada, em parceria com a APA, surgiu após os temporais do Inverno de 2013/2014, em que se registaram inundações costeiras, rebaixamentos dos perfis de praia e erosão de cordões dunares em São João da Caparica. De modo a promover a resiliência do sistema praia-duna através da restauração dunar procedeu-se, numa extensão de cerca de 1 km, à remodelação do perfil da duna, instalação de paliçadas de vime, plantação de espécies dunares, construção de passadiços, escadas de acesso e ainda à colocação de placas informativas.

Na área, paliçadas de vime (estacaria de *Salix*) foram enterradas a uma profundidade de 0,5 m e organizadas em fiadas paralelas e ortogonais ao alongamento da praia, de modo a formar um conjunto de células de retenção de 5x5 m ou 7x7 m. No interior destas células de retenção foram, posteriormente, introduzidas espécies fixadoras de areias (Câmara Municipal de Almada*, 2019*).

Figura 83 - Registos fotográficos: a) Após a conclusão da instalação, junho 2015 e b) Estragos após a tempestade Emma, março.2018 (Fontes: Câmara Municipal de Almada (CMA))

Com a colaboração dos utilizadores e ações de voluntariado ao longo do ano, que contribuem com a recolha de sementes, plantação de espécies nativas, remoção de exóticas, instalação vedações e sinalética de proteção do ReDuna (CMA) esta intervenção, com monitorização regular, tem apresentado resultados positivos, não só em relação ao crescimento e estabilização do cordão dunar mas também como amortecedor eficaz em intempéries. É importante referir que deve ser normalizado, neste tipo de intervenções, sujeitas a estragos por ação de temporais extremos, que se verifique, por vezes, alguns retrocessos no processo (Figura 83).

Na Figura 84, num registo fotográfico mais recente, é possivel observar o desenvolvimento de alguma vegetação na duna frontal.

Figura 84 - Registo fotográfico do estado da duna em maio de 2023 (Fonte: Jaime, Praia de São João - Google Maps)

Posto isso, em 2023, terá inicio a segunda fase do projeto, com reforço do troço anteriormente intervencionado e expansão até à área da Cova do Vapor. Neste novo plano de intervenção está prevista a *" instalação de mais de 5 km de paliçadas em vime, no interior das quais serão plantadas cerca de 80 000 plantas nativas das dunas"* (CMA).

### 4.1.2. Projeto de Requalificação Ambiental e Valorização das Atividades Tradicionais em Pedrinhas e Cedovém, Esposende

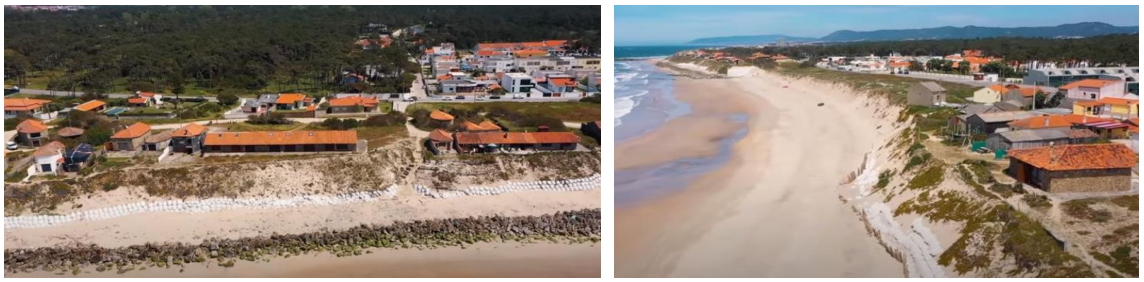


Figura 85 - Situação atual do troço entre Pedrinhas e Cedovém : Construções sobre a duna primária e degradação deste sistema, sendo visíveis as arribas de erosão e aplicação de métodos de defesa costeira (Fonte: Câmara Municipal de Esposende (CME), Pedrinhas e Cedovém - YouTube)

O troço costeiro entre Pedrinhas e Cedovém, com extensão aproximada de 1 km, constitui, ao nível da suscetibilidade à erosão costeira e exposição da população ao risco, uma área crítica, onde a prioridade de intervenção é, de acordo com o POC-CE, elevada (APA, 2021a). Este troço costeiro, está integrado na REN, é abrangido pela ZEC Litoral Norte e está também inserido no Parque Natural do Litoral Norte. Por essa razão, o Município de Esposende avançou para a elaboração de um projeto,

desenvolvido pela empresa Território XXI, no qual está prevista "*a retirada programada de ocupações e a diminuição do risco das populações, a recuperação do cordão dunar, a conservação do património cultural, o ordenamento do uso balnear e dos acessos e a garantia de condições para o desenvolvimento sustentável das atividades económicas existentes"* (CME, 2023).

A intervenção neste troço costeiro deverá dividir-se em duas fases, uma primeira a incidir na Avenida Marginal e núcleo de Cedovém e uma outra no núcleo de Pedrinhas. Para a estabilização da praia e dunas está prevista a alimentação artificial com um volume total de 730.500 $m^3$ de areias, no pressuposto alargamento da praia e preenchimento da frente da arriba de erosão, em continuidade com o perfil de praia, assegurando um declive de cerca de 2 a 4%. Já para consolidar o sistema dunar, o projeto prevê a plantação de espécies nativas e/ou introdução de sistemas artificiais para reter as areias. Os trabalhos de renaturalização recairão sobre as áreas dunares degradadas, as áreas previamente sujeitas a demolição, as zonas dominadas por espécies exóticas invasoras e algumas áreas onde percebeu-se à alimentação artificial (CME, 2023).

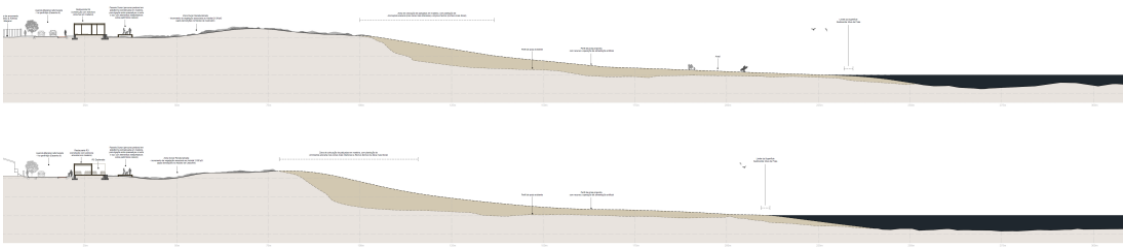


Figura 86 - Elementos ilustrativos da proposta disponíveis para consulta pública: exemplo de dois cortes tipo da intervenção (Fonte: CME, Discussão Pública do Projeto Requalificação e Valorização de Pedrinhas Cedovém | Município de Esposende)

Figura 87 - Elementos ilustrativos da proposta disponíveis para consulta pública: simulação representativa da conclusão do projeto (Fonte: CME, Pedrinhas e Cedovém - YouTube)

# 5. Proposta de Intervenção na Estela

Perante o atual cenário de instabilidade deste troço costeiro, evidenciado pela presença de elementos caraterísticos da degradação do sistema dunar identificados no capítulo anterior (ver atrás Figura 82), devem ser levadas a cabo um conjunto de ações a favor do restauro ecológico e conservação do ecossistema dunar, pelo que é proposto a renaturalização de uma área do território delimitada na Figura 88.

Definido o limite de intervenção com base na obtenção de perfis de duna menos escarpados, mais estáveis para um ecossistema em equilíbrio, todo o processo está centrado em 4 domínios: controlo de invasoras, reperfilamento, instalação de regeneradores dunares e introdução de espécies nativas da duna. Dada as particularidades do troço, a área de intervenção está subdividida em setores, diferenciando-o em áreas de consolidação, de recuperação ou de regeneração dunar, conforme a existência e estabilidade da duna:

- A Zona 1, área de consolidação, apresenta uma duna já mais estável, sem grande pressão humana, razão pela qual futuras intervenções estão orientadas para o aumento da diversidade especifica e do coberto vegetal da duna.

- As Zonas 2A e 2B, áreas de recuperação, definidas pela ausência da duna, dão lugar, respetivamente, à arriba de erosão e área de Blowouts. As intervenções nestas áreas concentram-se na reconstrução da duna, para amenizar os riscos naturais e efeitos da erosão sentidos.

- A zona 3, extensa área de regeneração, é definida por dunas frontais erodidas, bastante declivosas e robustas, que apresentam diferentes graus de conservação, pelo que vai diferenciar o grau de atuação. Nesta área, futuras intervenções visam diminuir o impacto visual sentido na zona da praia e, sobretudo, amenizar os riscos naturais.

Figura 88 - Delimitação da área de intervenção com base nas anomalias e instabilidade das dunas observadas; Mapa realizado em “ArcGIS”

## 5.1. Processo de restauro do ecossistema dunar

A recuperação deste sistema dunar altamente modificado é um processo bastante complexo e demorado, mas essencial para restabelecer o equilíbrio e resiliência do troço costeiro. O que se pretende agora é que, nas diferentes fases e domínios de intervenção sejam adotadas as práticas adequadas e se reúnam as condições ideais para o maior sucesso da intervenção de restauro, sem descurar a monitorização e manutenção necessárias. Assim, segue o encadeamento das principais ações a realizar para regenerar este sistema dunar degradado:

### 1- Controlo de espécies exóticas invasoras

O combate e gestão de espécies invasoras, em ecossistemas dunares, onde dominam espécies herbáceas, subarbustivas e arbustivas é determinante para a recuperação dos mesmos. Pelo impacte negativo que têm sobre diferentes comunidades, que resulta numa diminuição da cobertura de plantas nativas e da diversidade biológica nas áreas invadidas, devem ser aplicados no terreno, diferentes métodos de controlo (biológicos, físicos ou químicos) sobre as comunidades invasoras e monitorizar todo o progresso e se há necessidade de novas intervenções.

Nesta área é evidente a presença do *Carpobrotus edulis* (chorão-das-praias) o grande invasor das dunas, que ao formar extensos tapetes dificulta o desenvolvimento da restante vegetação nativa rasteira e aumenta também a acidez do solo. O controlo físico (Figura 89) é o método preferível, pelo que devem ser arrancados e enrolados para diminuir a dispersão e garantir que não ficam fragmentos de maiores dimensões no solo que possam enraizar e originar novas plantas. Devem depois ser deixados a secar, preferencialmente cobertos com plástico preto, de modo a acelerar o processo de degradação ou em alternativa com as raízes voltadas para cima sem qualquer contacto com o substrato (invasoras.pt).

Figura 89 - Remoção do *Carpobrotus edulis* (Fonte: Projeto Life Dunas, Praia do Porto Santo Fotos (madeira.gov.pt))

A ocupar terrenos agrícolas abandonados, bermas de estradas, margens do rio e dunas interiores o *Arundo donax* (Cana-comum) está adaptado a locais com elevada exposição solar, solos férteis e húmidos pelo que invade extensas áreas. Ao ser bastante inflamável e constituir um obstáculo ao escoamento, o que aumenta o risco de cheias, na época das chuvas devem ser arrancadas as plantas jovens até 2 m. Nas plantas com rizomas muito extensos, o corte deve ser auxiliado por equipamentos manuais e/ou mecânicos com posterior remoção dos rizomas. O controlo misto é também uma opção, com o corte dos caules rente ao solo e aplicação imediata de herbicida (Figura 90). Neste processo, o importante é garantir que não ficam rizomas de maiores dimensões no solo dada a sua capacidade regenerativa e que posteriormente, os rizomas são queimados e os caules destroçados (invasoras.pt).

Figura 90 - Remoção do *Arundo donax* - *Controlo misto: corte da planta seguido de pincelagem com herbicida* (Fonte: Projeto Life Dunas, Praia do Porto Santo Fotos (madeira.gov.pt))

Outra invasora impactante é a *Acacia longifolia* (Acácia-de-espigas) com densas formações arbóreo-arbustivas, monoespecíficas, que dominam sobre a restante vegetação nativa dos matos nas dunas interiores. Esta espécie rica em azoto, com tendência a alterar a composição do solo pode inibir o crescimento de outras espécies, além disso apresenta uma taxa de crescimento acelerada e as suas sementes são bastante abundantes, viáveis e germinam facilmente (invasoras.pt).

Para controlo e gestão sustentável desta espécie de acácia, devem ser arrancadas as plantas jovens com remoção total do seu sistema radicular. No caso de plantas adultas, previamente à maturação das sementes deve-se proceder ao corte o mais rente possível ao solo. Depois se ocorrer novo rebentamento da touça é necessário proceder a novo corte rente ou arranque seguido da aplicação de herbicida (controlo misto). Ao invés, pode ser explorada a opção do controlo natural com a utilização do *Trichilogaster acaciaelongifoliae*, um pequeno inseto australiano formador de galhas que reduz a formação de sementes e novos ramos até cerca de 90% (invasoras.pt).

Há que ter em atenção que a erradicação total das invasoras é algo que à partida é irreal. Solucionar o problema das invasoras leva o seu tempo, pelo que é necessário realizar ações anuais e/ou bianuais de combate durante, no mínimo, cinco anos (Seoane *et al*, 2007, p.158).

### 2- Reconstrução do perfil dunar (Reperfilamento)

As dunas desempenham um papel importante na estabilização da linha de costa, pois comportam-se como barreira física entre o mar e o domínio terrestre adjacente. Dada a degradação significativa da duna tal estabilidade está comprometida pelo que é fundamental num primeiro instante, alterar a topografia existente e corrigir os declives acentuados. Com uma intervenção assente na reconstrução do perfil dunar, onde se prioriza a estabilização da praia e dunas, com ou sem recurso à alimentação artificial (adição de areias) é necessário remodelar arribas de erosão, cobrir falhas e bacias de deflação para obter um perfil desejável do talude de 3 por 1. Isto, a fim de replicar uma morfologia mais natural das dunas, o mais aerodinâmica possível a evitar formação de turbulências (Seoane *et al*, 2007, p.140).

Deve-se atuar desde a zona de praia e evitar danificar a escassa vegetação dunar nativa já existente. Durante todo este processo sempre que possível deve ser conservada a vegetação e, quando há essa impossibilidade, devem ser recolhidas as sementes destes exemplares para reprodução e propagação em viveiro.

### 3- Implementação de regeneradores dunares (Sistemas artificiais)

Após reconstrução do perfil, o processo de estabilização da duna pode ser acelerado com auxílio a sistemas leves de retenção sedimentar. Coletores de areia, normalmente paliçadas biodegradáveis feitas de tábuas de madeira ou de galhos de plantas mortas, são colocados preferencialmente no que corresponderia à crista da duna embrionária ou mais para o interior da duna. Estas estruturas são capazes de maximizar o atrito e travar o movimento das areias, pelo que resultam ser bastante eficientes na formação de depósitos de areia, quando posicionadas perpendicularmente à direção dos ventos dominantes (Seoane *et al*, 2007, p.142-143).

As estacarias, enterradas um terço da sua altura, são dispostas continuamente em fileiras paralelas, separadas 4 a 8 m entre si (Seoane *et al*, 2007, p.145). Esta instalação deve acontecer no início do outono, para que, quando preceder-se à plantação da vegetação (entre meados de outubro e março, exceto em meses mais frios), já lá tenha areia acumulada (Seoane *et al*, 2007, p.152 e 172).

O afastamento entre cada estaca de madeira, tende a corresponder à espessura da tábua utilizada. Estas são depois ligadas por arames ou madeira (Figuras 91 e 92).

Figura 91 - Regeneradores dunares numa seção do Parque Natural do Litoral Norte (Fonte: ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas)

Figura 92 - Regeneradores dunares na Praia da Sereia, em Vila Nova de Gaia: as paliçadas de madeira frontais, já se encontram praticamente soterradas (Fonte: Autor)

Na Figuras 91, numa área sujeita à forte erosão e geograficamente semelhante à área de intervenção, regeneradores de madeira contribuem para a acumulação de areias e a preservação da duna na área protegida. Assim espera-se que, com a aplicação de regeneradores nas áreas reconstruídas, os resultados sejam semelhantes.

Fonte:*Seoane et al*, 2007

Figura 93 - Estacaria de *Salix* usada no Projeto ambiental ReDuna, na Praia de São João da Caparica (Fonte: CMA)

Outro tipo de regenerador, mas em estacaria de *Salix*, vem a ser implementado (Figura 93). De seguida, uma breve comparação entre ambos os sistemas (Tabela 6).

| Ripado de Madeira | Feixe de Vime |
|---|---|
| **Vantagens** | |
| - Material mais duradouro;<br>- Possibilidade de controlar, de forma mais rigorosa o espaçamento desejável para o ripado;<br>- Pode ser mais facilmente desenterrado, quando se verificar o soterramento por areia. | - Adapta-se melhor as diferentes topografias e desenho;<br>- Aumenta o teor de matéria orgânica do solo;<br>- Mais barato e de fácil instalação > menor custo;<br>- Mais flexível e poroso > acumulação mais homogénea das areias e melhor colonização por parte da vegetação. |
| **Desvantagens** | |
| - Maior complexidade de instalação;<br>- Maior rigidez de material > menor variabilidade do desenho das "células" de regeneradores;<br>- Pode partir e constituir um perigo para os utilizadores;<br>- Têm maior impacto paisagístico. | - Mais frágil e menos resistente a intempéries;<br>- Menos duradouro (degrada-se mais rapidamente com o tempo). |

Tabela 6 - Principais vantagens e desvantagens identificadas (adaptado de *Seoane et al*, 2007, p.146-148)

## 4- Plantação de espécies nativas (Renaturalização)

A vegetação assume um papel importante na estrutura e dinâmica dos sistemas dunares, dada a capacidade de retenção das areias transportadas pelo vento. A instalação de plantas no cordão dunar obstrui o movimento das areias para o interior e contribui para o crescimento das dunas em altura, o que fortalece a sua estabilidade.

É essencial introduzir espécies adaptadas ao ambiente dunar, com extensos sistemas radiculares, capazes de retirar água e nutrientes do solo e de sobreviver à perda de água excessiva, à elevada salinidade e ao soterramento. Neste sentido, é produzida uma lista (Tabela 7) que constitui a principal flora dunar, com as principais espécies nativas características do litoral norte de Portugal. Este elenco florístico apresentado servirá de referência no processo de renaturalização da duna e no possível desenvolvimento de futuras propostas (ver anexo IV.3).

| Distribuição | Espécie - Nome Científico | Espécie - Nome Comum |
|---|---|---|
| **Vegetação pioneira (1ª linha)** | *Cakile maritima* | Eruca-marítima |
| | *Salsola kali* | Barrilha-espinhosa |
| **Duna Embrionária** | *Calystegia soldanella* | Couve-marinha |
| | ***Elymus farctus*** | **Feno-das-areias** |
| | *Eryngium maritimum* | Cardo-marítimo |
| | *Euphorbia paralias* | Morganheira-das-praias |
| | *Honcenya peploides* | Sapinho-das-praias |
| | *Otanthus maritimus* | Cordeiros-da-praia |
| **Duna Primária (ou Duna frontal)** | ***Ammophila arenaria*** | **Estorno** |
| | *Crucianella maritima* | Granza-da-praia |
| | *Linaria polygalifolia* | Esporas-bravas |
| | *Medicago marina* | Luzerna-das-praias |
| | *Pancratium maritimum* | Lírio-das-areias |
| | *Polygonum maritimum* | Polígono-marítimo |
| | *Silene littorea* | Alfinetes-das-areias |
| **Duna secundária** | *Artemisia crithmifolia* | Madorneira |
| | *Helichrysum italicum subsp. picardii* | Perpétua-das-areias |
| | *Herniaria ciliolata subsp. robusta* | Herniária-das-praias |
| | *Malcomia littorea* | Goiveiro-da-praia |
| | *Pinus pinea* | Pinheiro-manso |
| | *Pinus pinaster* | Pinheiro-bravo |

Tabela 7 - Listagem da flora dunar caraterística do litoral norte (Fontes: adaptado de Gomes *et a*l, 2002; habitats descritos na Diretiva Habitats; e Flora-On Portugal Continental | Flora de Portugal interactiva)

Após seleção de um número limitado de espécies a introduzir para fixação das areias, há que considerar o ***Elymus farctus*** e a ***Ammophila arenaria*** como as espécies estruturantes das dunas. Dado o crescimento ser estimulado pelo soterramento, que proporciona maior estabilidade destas comunidades, há a eventualidade de outras espécies serem capazes de colonizar num curto espaço de tempo (Seoane *et al*, 2007). Com as sementes recolhidas nas proximidades e reproduzidas em viveiro, os inúmeros exemplares destas espécies devem, primeiro que tudo, ser plantados num momento de

maior humidade atmosférica (Seoane *et al*, 2007, p.153) em intrevalos de 0,5-1 m, no caso da *Ammophila arenaria*, e de 0,3-0,5 m, no caso do *Elymus farctus,* ambos em tufos de 2/3 plântulas por cova (ver anexo IV.5). Ao serem distribuídos em faixas paralelas espera-se que, diferentes secções da duna apresentem uma riqueza especifica e composições variadas, dessa forma os esquemas de plantação deverão ser mais ou menos irregulares e a densidade a variar entre os 50% e 75%.

Ao considerar a distribuição natural das diferentes espécies pretende-se aumentar a cobertura da superfície arenosa com vegetação e posteriormente a reforçar se necessário. Para estimular a regeneração natural prevê-se ainda restringir acessos e controlar o pisoteio, por meio de vedações, passadiços e sinalização, se afetarem negativamente a vegetação e, consequentemente, o desenvolvimento dunar.

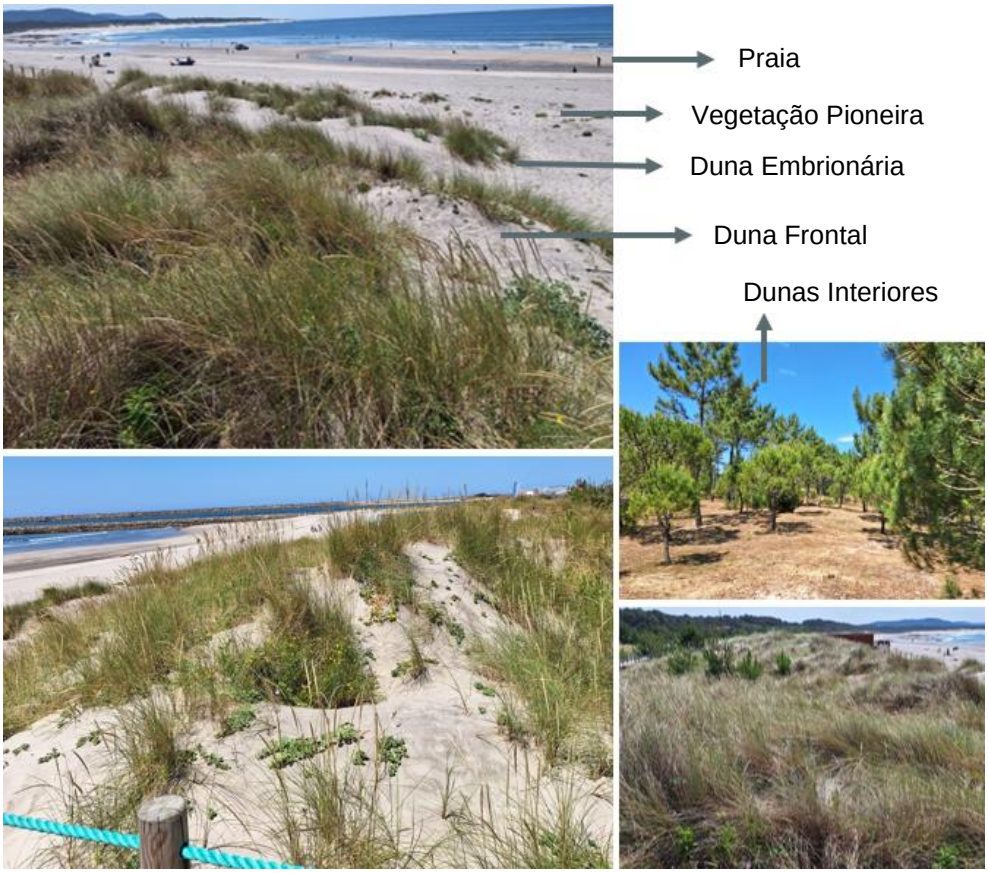



Figura 94 - Exemplo de um ecossistema dunar: Praia do Cabedelo, Viana do Castelo, 2023 (Fonte: Autor)

No exemplo (Figura 94) de um troço do cordão dunar do litoral de Viana do Castelo, as dunas bem desenvolvidas servem de referência pelo sucesso da sua intervenção de recuperação. Apesar de uma realidade bem distinta ( praia mais extensa e dunas menos antropizadas) este é o estado de equilíbrio do ecossistema dunar que, com tempo, pretende-se alcançar na área de intervenção - há uma eficaz acumulação de areias e existe um coberto vegetal denso dominado por espécies dunares nativas.

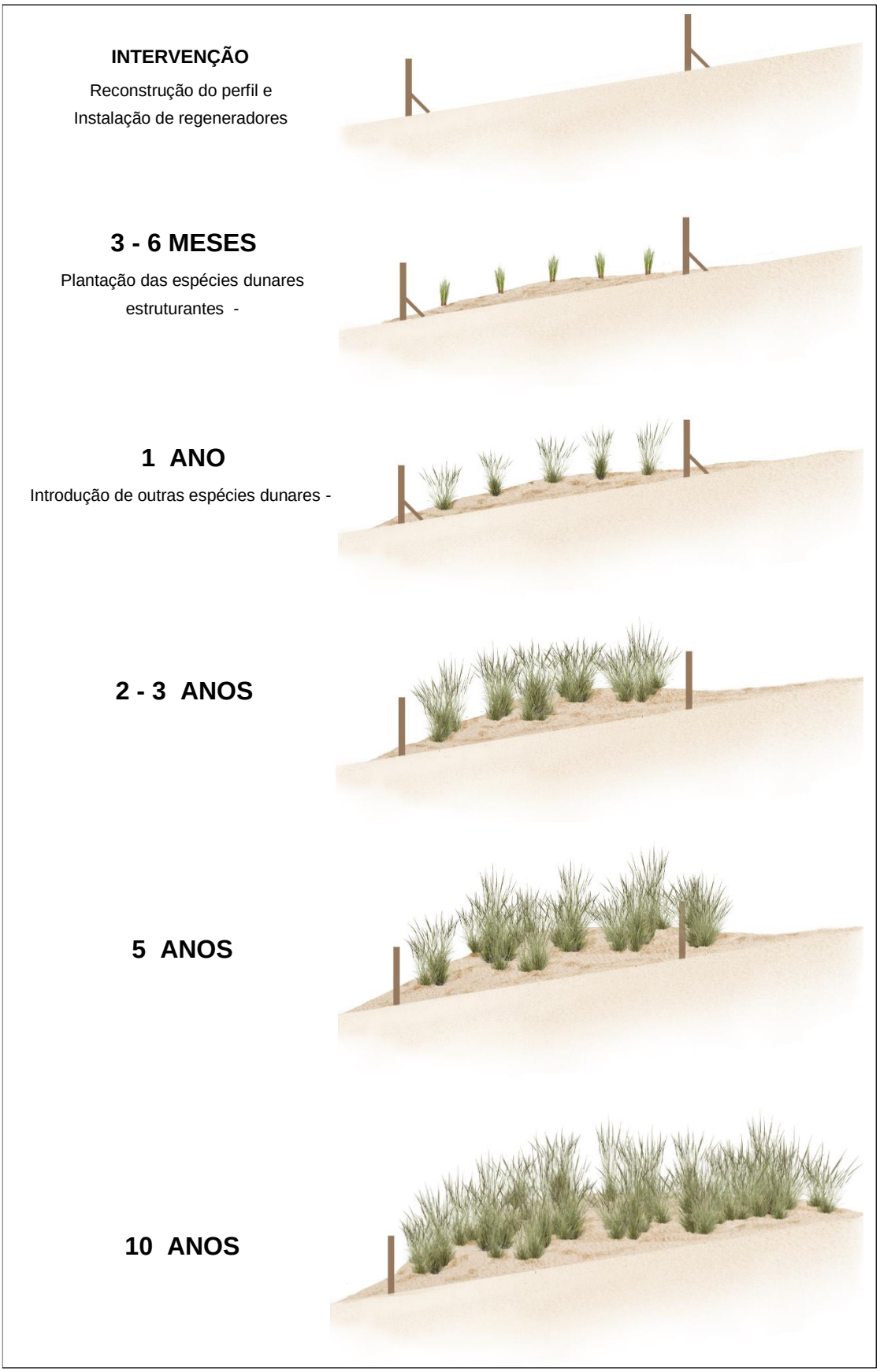
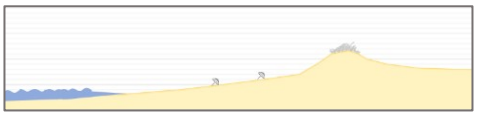



Figura 95 - Dinâmica do crescimento da duna frontal estimado (acumulação de sedimentos e desenvolvimento da comunidade de *Ammophila arenaria*); Imagens meramente ilustrativas que refletem os conhecimentos adquiridos no presente capítulo para auxiliar na proposta (Fonte: Autor em “Photoshop”)

## 5.2. Apresentação de soluções

De acordo com o referido na introdução no presente capítulo, após definir a área de intervenção, proceder ao zonamento conforme a tipologia de intervenção (ver atrás Figura 88) e descrever mais aprofundadamente todo o processo de restauro, serão apresentados excertos do plano geral e os perfis topográficos desenvolvidos, que visam representar a intervenção e o desenvolvimento desejável da duna. Ainda, para cada uma das zonas definidas, são estabelecidas algumas orientações a seguir.

### Zona 1 - Área de Consolidação da Duna Frontal



Ecossistema dunar mais estável

Figura 96 - Perfil 2. Morfologia da Duna numa área com menor perturbação humana

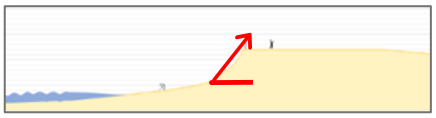
Caraterísticas principais atuais:

- Duna frontal já consolidada e de menor porte (mais próxima do "estado natural");
- Depressão interdunar alongada, parcialmente coberta por vegetação e potencialmente alagada, dada a proximidade à foz do rio e do lençol freático;
- Duna interior menos desenvolvida.

Intervenção direcionada para:

✓ Reforço e aumento do coberto vegetal.

### Zona 2A - Área de Recuperação da Duna Frontal



Ausência da Duna Frontal (Arriba de Erosão)

Figura 97 - Perfil 3. Retrata possivelmente a altura máxima atingida pela arriba

Caraterísticas principais/ problemáticas atuais:

- Área de praia pouco extensa;
- Ausência de vegetação e duna frontal ao longo de 540 m, aproximadamente;
- Altura da arriba varia entre os 0,5 m e os 6 m;
- Taludes com valores de inclinação iguais ou superiores a 45º (Talude 1 por 1), pelo que são bastante instáveis e originam uma base de deslizamento de areias.

Intervenção direcionada para:

✓ Recuo possível até 30 m, desde a extremidade da arriba dunar, para um perfil da duna mais estável.

✓ Estabilização do talude: ao diminuir a inclinação serão favorecidos o desenvolvimento de espécies dunares e a acumulação de areias, o que servirá como barreira natural contra os avanços do mar.

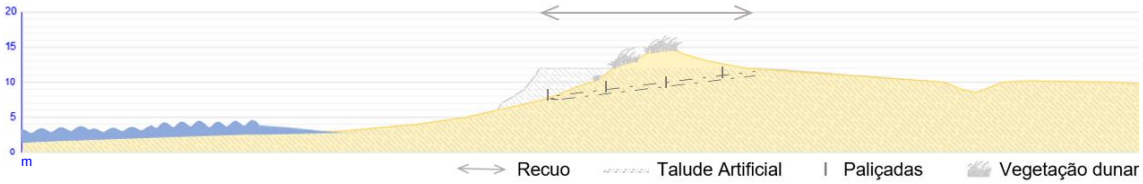



Figura 98 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção 2A

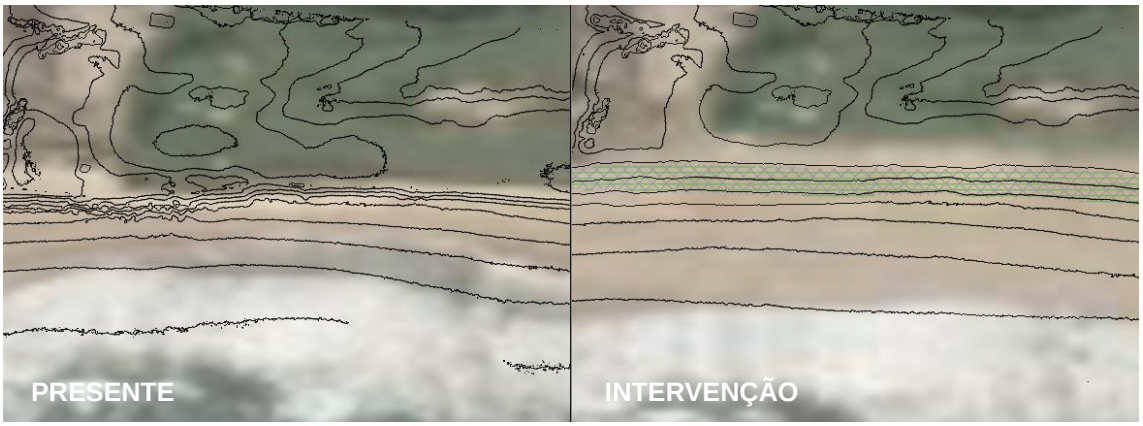
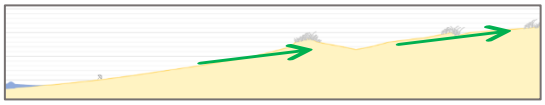



Figura 99 - Excerto do Plano Geral realizado (Anexo IV.4), com aproximação à zona de intervenção 2A; representação da intervenção proposta com modelação de terreno e delimitação da área de instalação de regeneradores e de plantação

## Zona 2B - Área de Recuperação da Duna Frontal



### Ausência da Duna Frontal (Blowouts)

Figura 100 - Perfil 5. Duna originada pelas perturbações naturais (erosão eólica)

Caraterísticas principais/ problemáticas atuais:

- Pela ausência de vegetação e resultado das correntes eólicas, formam-se reentrâncias na duna que, com o tempo, levam à sua total destruição;
- Formam-se montículos de areia com vegetação, isolados e bastante volumosos, bem como, bacias de deflação com mais de 25 m a 30 m de largura.

Intervenção direcionada para:

✓ Reconstrução da duna frontal, a considerar como ideal a extensão e declive do perfil atual - mais estável e saudável.

✓ Correção da topografia: preenchimento das bacias de deflação com areias e criação de um talude artificial mais aplanado.

✓ Implementação de paliçadas e introdução de vegetação dunar ao longo do talude.

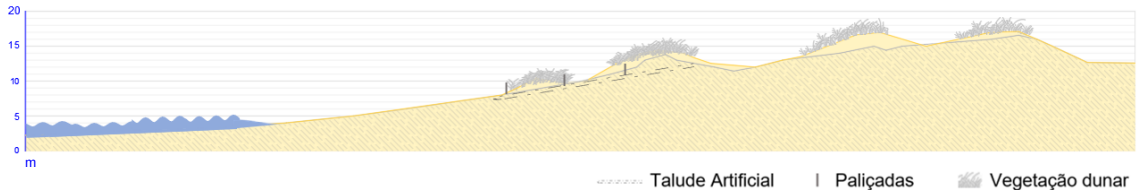



Figura 101 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção 2B

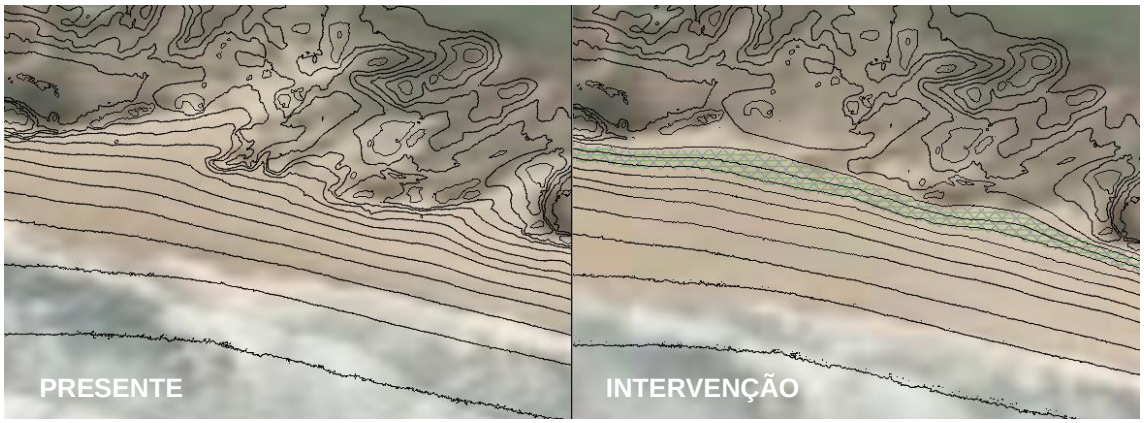



Figura 102 - Excerto do Plano Geral realizado (Anexo IV.4), com aproximação à zona de intervenção 2B; representação da intervenção proposta com modelação de terreno e delimitação da área de instalação de regeneradores e de plantação

## Zona 3 - Área de Regeneração da Duna Frontal

### Duna Frontal Declivosa Mais Estável - $3_1$

Figura 103 - Perfil 4. Duna frontal com maior coberto vegetal

Caraterísticas principais/ problemáticas atuais:

- Duna frontal erodida, bastante declivosa de grandes dimensões (10 m de altura);
- Taludes com uma inclinação de aproximadamente 45º (Talude 1 por 1);
- Apresenta maior coberto vegetal, mais eficiente na retenção e imobilização das areias e contra os avanços do mar. Consequentemente, o transporte de areias para o interior é praticamente inexistente (duna secundária pouco desenvolvida).

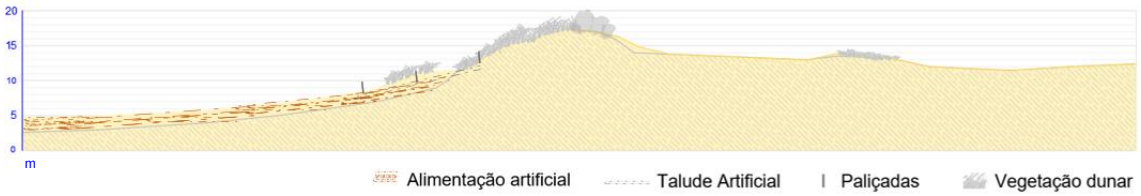



Figura 104 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção $3_1$

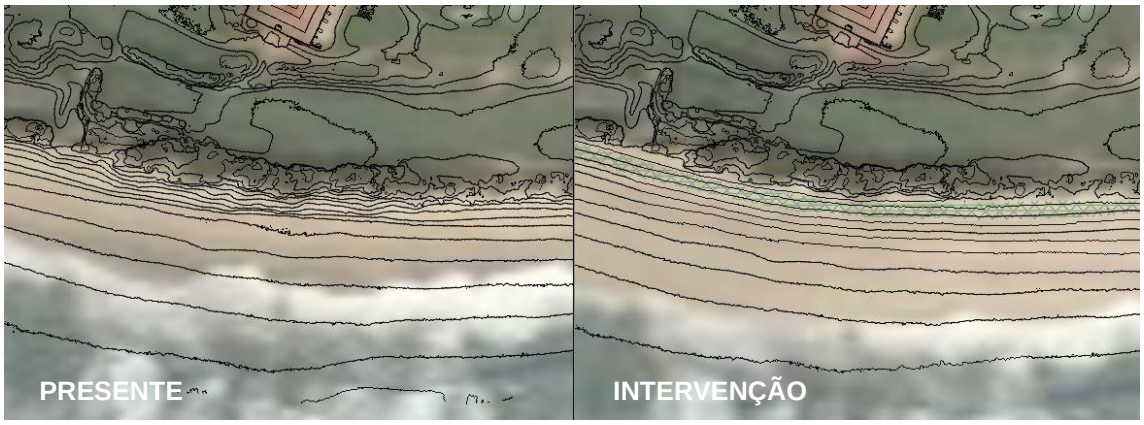



Figura 105 - Excerto do Plano Geral realizado (Anexo IV.4), com aproximação à zona de intervenção $3_1$; representação da intervenção proposta com modelação de terreno e delimitação da área de instalação de regeneradores e de plantação

## Duna Frontal Declivosa Intermédia - $3_2$

Figura 106 - Perfil 7. Duna frontal em condição mediana

Caraterísticas principais/ problemáticas atuais:

- Duna frontal erodida, bastante declivosa de grandes dimensões (10 m de altura);
- Taludes com uma inclinação de aproximadamente 45º (Talude 1 por 1);
- Necessita de mais cobertura vegetal, mas a existente auxilia na fixação de areias. Nestas circunstâncias as areias são, ou transportadas pelo vento para o interior ou depositadas na base da duna/ zona da praia alta.

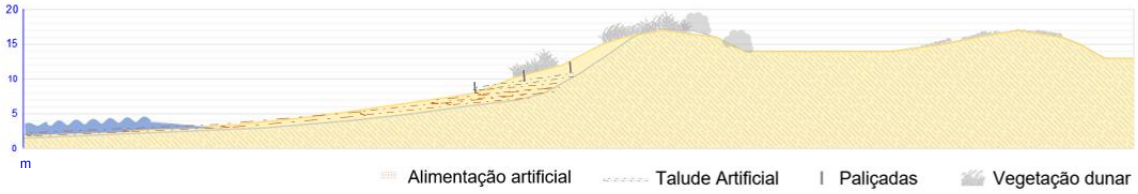



Figura 107 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção $3_2$

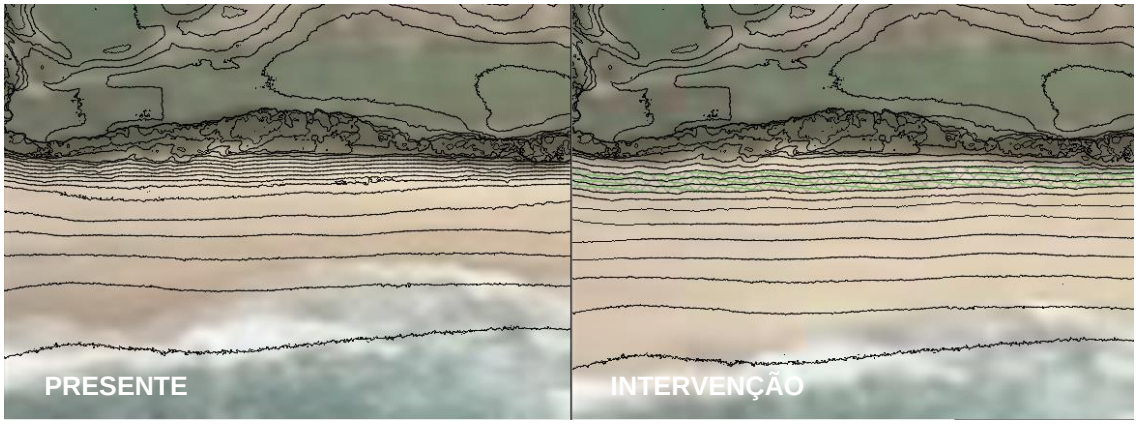
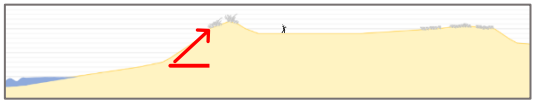



Figura 108 - Excerto do Plano Geral realizado (Anexo IV.4), com aproximação à zona de intervenção $3_2$; representação da intervenção proposta com modelação de terreno e delimitação da área de instalação de regeneradores e de plantação



## Duna Frontal Declivosa mais Instável - $3_3$

Figura 109 - Perfil 8. Duna frontal com menor coberto vegetal

Caraterísticas principais/ problemáticas atuais:

- Área de praia pouco extensa;
- Duna frontal erodida, bastante declivosa de grandes dimensões (10 m de altura);
- Taludes com uma inclinação de aproximadamente 45º (Talude 1 por 1);
- Com um coberto vegetal praticamente inexistente, as areias são facilmente transportadas pelo vento para o interior e, se tal não acontecer, a tendência é acumularem-se na base da duna/ zona da praia alta.

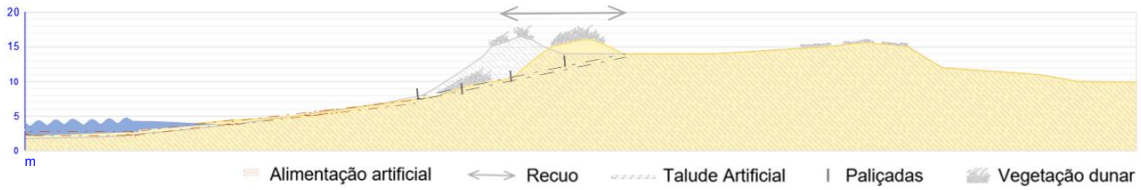



Figura 110 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção $3_3$

Figura 111 - Excerto do Plano Geral realizado (Anexo IV.4), com aproximação à zona de intervenção $3_3$; representação da intervenção proposta com modelação de terreno e delimitação da área de instalação de regeneradores e de plantação

Na Zona 3 foram diferenciados três estados de conservação da duna, mesmo que acima apresentados em separado, todas as intervenções estão direcionadas para:

- ✓ Controlo de espécies invasoras e introdução de espécies dunares nativas.
- ✓ Alimentação artificial da praia, necessária para a modelação do perfil da duna: o volume de areias necessário para preencher a sua frente de duna varia consoante os três estados apresentados.
- ✓ Correção da topografia: preenchimento do talude frontal com areias e criação de um talude artificial (de 2 por 1 mas idealmente de 3 por 1) mais aplanado.
- ✓ Implementação de paliçadas e introdução de vegetação dunar ao longo do talude, para maior sucesso na acumulação de areias ao longo da duna.
- ✓ Em certos casos, salvaguarda da vegetação dunar mais do interior da duna (principalmente a vegetação arbustiva não considerada invasora).

Entre os três estados apresentados, o grau de atuação varia consoante o coberto vegetal observado e o volume de areias necessário para preencher a frente da duna. Assim sendo, na zona $3_1$ pela envergadura das dunas e coberto vegetal mais denso, é exigido um maior volume de areias para estabilização do talude, contrariamente à zona $3_3$, que pelo escasso coberto vegetal é permitido o recuo e optar-se por não adicionar areias à praia, de forma a reduzir custos.

## Zona 3 - Área de Regeneração da Duna Frontal (Caso Particular)

Duna Frontal Menos Declivosa Mas Instável

Figura 112 - Perfil 6. Duna frontal definida por um grande monte de areia

Caraterísticas principais/ problemáticas atuais:

- Área de praia mais extensa;
- Duna menos inclinada: taludes (2 por 1) com valores de inclinação de cerca 30º;
- Principal ponto de acesso, sujeito ao pisoteio e origem de corredores eólicos;
- Inexistência de barreiras físicas e vegetação insuficiente para a acumulação de areias, o que resulta na sua acumulação mais para o interior;
- Livre movimentação de areias, o edifício existente constitui o grande obstáculo favorável à acumulação de areias, capaz de interromper as correntes de ar.

Intervenção direcionada para:

✓ Demolição do edifício existente e introdução espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas.

✓ Beneficiar da topografia: manter parte do talude natural originado.

✓ Implementação de paliçadas e introdução de vegetação dunar ao longo do talude para maior sucesso na acumulação de areias ao longo da duna.

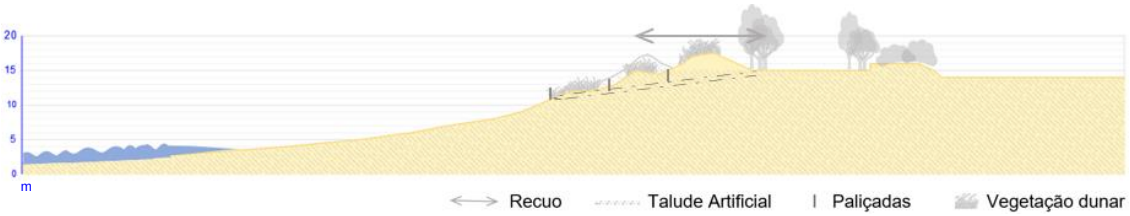



Figura 113 - Representação do perfil tipo ideal para o troço costeiro pertencente à zona de intervenção 3E

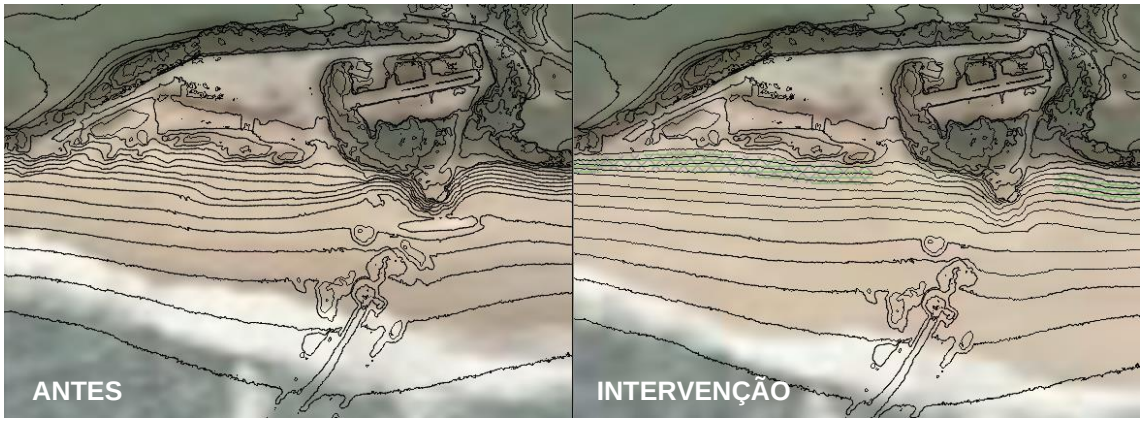



Figura 114 - Excerto do Plano Geral realizado (Anexo IV.4), com aproximação à zona de intervenção 3E; representação da intervenção proposta com modelação de terreno e delimitação da área de instalação de regeneradores e de plantação

**PRESENTE**

**INTERVENÇÃO**

**EM 2 ANOS**

**EM 6 ANOS**

Figura 115 - Evolução da duna da Estela: simulação exemplificativa na zona 2A a intervir (Fonte: Autor em “Photoshop”)

# 6. Considerações Finais

Os efeitos das alterações climáticas fazem-se sentir cada vez mais e, na faixa Costeira resultam, sobretudo, na subida do nível médio do mar e alteração do regime de agitação marítima, com impacto no intensificação do processo erosivo e na frequência e magnitude de galgamentos costeiros.

As perspetivas da tendência do recuo da linha de costa, que depende de um conjunto alargado de fatores determinantes (ondas, marés, correntes, nível médio do mar, regimes de vento e precipitação), do contexto geológico e morfológico e da intervenção antrópica, apontam para uma aceleração da subida do nível médio do mar e diminuição do volume de sedimentos que alimentam a corrente de deriva litoral e, consequentemente, emagrecimento das praias e degradação dos sistemas dunares (adaptado de GTL, 2014).

Como já referido anteriormente, sistemas dunares constituem uma barreira física natural de proteção da faixa costeira, sujeito aos recorrentes fenómenos naturais e à crescente pressão humana. A perda de território e a diminuição da largura das praias, vem a aumentar a vulnerabilidade do cordão dunar frontal, exposto a uma ação mais direta do oceano, como no caso do troço costeiro da Estela. Na Estela, é frequente ocorrerem fenómenos de erosão por ação do mar e do vento. A artificialização junto à costa, alterou as condições ecológicas e geomorfológicas da Estela e degradou o ecossistema costeiro. A perturbação humana, acentuada pelos fenómenos naturais e a intensificação da erosão, está na origem de um cordão dunar frontal ou inexistente ou degradado, formado por dunas erodidas, bastante declivosas, colonizadas por espécies invasoras e/ ou por vezes desprovidas de vegetação.

Tendencialmente, a condição do sistema dunar da Estela, deve ser agravada pela intensificação do processo erosivo e da degradação da duna, com possíveis impactos para pessoas, bens e para as atividades económicas. Dessa forma consciente dos riscos, novos cenários e possíveis transformações no troço costeiro, numa visão para o futuro, há que adaptar e tomar ações concretas perante os riscos e alterações.

No que fiz respeito a soluções de proteção costeira, métodos anteriormente utilizados vêm a ser postos de parte, principalmente as estruturas rígidas, obras de engenharia de grande magnitude com impacto significativo no ambiente. Estes tipo de estruturas só devem ser utilizadas em último recurso, e se forem tecnicamente adequadas, economicamente viáveis e ambientalmente sustentável (devendo sempre ser avaliado, para esse efeito, o respetivo impacto no ambiente).

Neste caso, a optar por uma solução baseada na natureza e projetar uma intervenção focada no restauro da duna e do seu ecossistema, com impacto visual e ambiental positivo, para redução do risco e valorização do território, pretende-se proteger e promover o crescimento da vegetação natural, até que o sistema dunar seja capaz de autorregenerar.

A intervenção apresentada centrou-se e fundamentou-se em quatro grandes domínios: controlo de espécies invasoras, reconstrução do perfil dunar, instalação de regeneradores dunares e plantação de vegetação dunar nativa, essenciais para a reposição do equilíbrio do ecossistema e para a obtenção de resultados favoráveis à preservação dos valores naturais e redução dos riscos ambientais.

Para atenuar o processo erosivo, alimentações artificiais da praia vêm a ser concretizadas desde o cordão dunar à praia imersa. Como este procedimento é algo dispendioso e consumidor de recursos, procurou-se apresentar recomendações e soluções baseadas na natureza, mais económicas e sustentáveis, surgindo esta opção apenas por ser crucial para o redesenho do perfil da duna menos inclinado. Posto isto, a vegetação dunar assume-se como um elemento crucial para o desenvolvimento e estabilização da duna, dada a sua capacidade adaptativa em situações hostis ao desenvolvimento das espécies, além de fixar os sedimentos, bastante movéis mais eficazmente.

Com a intervenção proposta, é expectável que, a longo prazo, ocorram melhorias no estado de conservação e seja restabelecida a continuidade do cordão dunar frontal. Também que aumente o coberto vegetal, diminua a presença de espécies invasoras da duna mas, principalmente, atenuem-se os danos causados por galgamentos oceânicos e outros fenómenos naturais.

Em suma, esta proposta deve refletir-se num aumento da resiliência dos sistemas naturais, graças à consolidação do cordão dunar da Estela e resultante fortalecimento da barreira física natural. Obstáculo esse capaz de, eficazmente, dissipar a energia das ondas.

# 7. Referências

## Bibliografia

Agência Portuguesa do Ambiente. (2017). Plano de Ação do Litoral XXI

Agência Portuguesa do Ambiente. (2021a). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Diretivas

Agência Portuguesa do Ambiente. (2021b). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Programa de execução e Plano de financiamento

Agência Portuguesa do Ambiente. (2022). Plano de Gestão dos Riscos de Inundações da RH2 - Cávado, Ave e Leça

Agência Portuguesa do Ambiente. (2023). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Regulamento de Gestão das Praias Marítimas

Agência Portuguesa do Ambiente. (2023). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Plano de Intervenção na Praia PIP26 - Praia do Parque de Campismo. Versão sujeita a consulta pública

Agência Portuguesa do Ambiente. (2023). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Plano de Intervenção na Praia PIP27 - Praia da Estela. Versão sujeita a consulta pública

Amorim, M. (2002). O Litoral em Perspectiva Histórica (Séc. XVI A XVIII). (pp.21-40). Porto: Instituto de História Moderna. ISBN: 972-8444-06-0

Área Metropolitana do Porto. (2017). Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas da Área Metropolitana do Porto

Branco, M. C., & Coito, A. (2011). Servidões e Restrições de Utilidade Pública. Lisboa: Direção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. ISBN: 978-9728569

Cancela d'Abreu *et al.* (2004). Contributos para a Identificação e Caracterização da Paisagem de Portugal. Volume I e II. Lisboa: Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. ISBN 978-989-8785-21-3

Cardoso, A.A.C. (2005). Padrões de ocupação do solo em áreas de risco natural: o caso do litoral Poveiro. [Dissertação de Mestrado em Gestão de Riscos Naturais]. Porto: Faculdade de Letras da Universidade do Porto. http://hdl.handle.net/10216/15234

Centro de Estudos e Desenvolvimento Regional e Urbano. (2018). Manual Metodológico de Operacionalização do Regime de Salvaguarda aos Riscos Costeiros em Litoral Baixo e Arenoso. Lisboa: Agência Portuguesa do Ambiente

Dias, J. M. A. (2005). Evolução da Zona Costeira Portuguesa: Forçamentos Antrópicos e Naturais. Encontros Científicos - Turismo, Gestão, Fiscalidade. ISSN: 1646-2408.

Direção-Geral do Território. (2022). Especificações técnicas da Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 1995, 2007, 2010, 2015 e 2018. Relatório Técnico

Fernandes, J.F.F. (2014). Estudo da evolução da linha de costa e riscos costeiros a norte da Póvoa de Varzim. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Geológica]. Aveiro: Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro. http://hdl.handle.net/10773/13639

Gomes *et al*. (2002). Sistemas Dunares Litoral Esposende. Lisboa: Ministério da Ciência e Tecnologia. ISBN: 972-9027-16-1

Grupo de Trabalho do Litoral. (2014). Gestão da Zona Costeira - O Desafio da Mudança. Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral

Grupo de Trabalho do Litoral. (2018). Gestão da Zona Costeira - O Desafio da Mudança.

Magalhães, M. R. (2001). A Arquitectura Paisagista - morfologia e complexidade. Lisboa: Estampa

Maun, M.A. (2009). The Biology of Coastal Sand Dunes. New York: Oxford University Press Inc. ISBN 978-0-19-857036-3

McKee, Edwin. (1979). An introduction to the study of global sand seas. In A Study of Global Sand Seas, E. McKee, ed., pp. 1- 20. Washington: U. S. Geological Survey Paper 1052

Município da Póvoa de Varzim. (2019). Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas - Município da Póvoa de Varzim

Município da Póvoa de Varzim. (2022). Regulamento do Plano Diretor Municipal

Neves, L. P. D. (2003). Geossintéticos e Geossistemas em Engenharia Costeira. [Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. http://hdl.handle.net/10216/12163

Neves, L. P. D. (2011). Experimental Stability Analysis of Geotextile Encapsulated – Sand Systems Under Wave - Loading. [Tese para Doutoramento em Engenharia Civil]. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. http://hdl.handle.net/10216/65533

NORDSTROM, K. (2008). Beach and Dune Restoration. New York: Cambridge University Press Inc. ISBN-13 978-0-521-85346-0

NSW Department of Land and Water Conservation. (2001). Coastal Dune Management: A Manual of Coastal Dune Management and Rehabilitation Techniques. Coastal Unit, DLWC, Newcastle

Palma, D. M. L. C. (2016). Aplicação de geosistemas em obras de proteção costeira, o caso da restinga de Ofir. [Dissertação de Mestrado em Engenharia Geológica]. Lisboa: Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. http://hdl.handle.net/10362/23794

Reis *et al*. (2017). PNAP - Política Nacional de Arquitetura e Paisagem - National Policy On Architecture and Landscape, Portugal 2015.

Sands, W. (2016). Geology of Sand Dunes. National Park Service. U.S.Department of the Interior. sand-dunes-geology-2016.pdf (npshistory.com)

Seoane *et al.* (2007). Manual de Restauración de dunas costeras. España: Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Costas. ISBN-13: 978-84-8320-409-2

Teixeira, C., & Medeiros, A. C. (1965). Carta Geológica de Portugal - Notícia Explicativa da Folha 09-A - Póvoa de Varzim. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal

Teixeira, C., & Medeiros, A. C. (1969). Carta Geológica de Portugal - Notícia Explicativa da Folha 05-C - Barcelos. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal

Vieira, J.D.S. (1940). O Espozendense (nº1636). 28 setembro 1940. https://hdl.handle.net/20.500.12940/5400

# Cartografia

( ). Carta de Solos à escala 1:25.000. Lisboa: Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

Agência Portuguesa do Ambiente. (2021). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Relatório do Programa. Anexo I. Carta de Habitats, Áreas Agrícolas e Povoamentos Florestais - Folha 02 de 04 à escala 1: 25.000

Agência Portuguesa do Ambiente. (2021). Programa da Orla Costeira Caminha-Espinho. Modelo Territorial - Folha 07 de 14 à escala 1:10.000

Comissão Nacional do Ambiente. (1984). Carta dos solos à escala 1:1.000.000. Lisboa

Direção-Geral do Território. (2022). Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2018. Lisboa

Direção-Geral do Território. (2022). Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2007. Lisboa

Direção-Geral do Território. (2022). Carta de Uso e Ocupação do Solo para 1995. Lisboa

Direção-Geral do Território. (2023). Carta Administrativa Oficial de Portugal. Lisboa

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. (2020). Habitats Naturais e Seminaturais do Plano Setorial da Rede Natura 2000. Lisboa

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. (2022). Sítios designados no âmbito da Diretiva Habitats - Rede Natura 2000. Lisboa

Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas. (2023). Limites das Áreas Protegidas - Rede Nacional de Áreas Protegidas. Lisboa

Município da Póvoa de Varzim. (2017). Carta de Delimitação da REN. Cartas A e B à escala 1: 10.000

Município da Póvoa de Varzim. (2021). Plano Diretor Municipal. Planta de Ordenamento - Carta A à escala 1:10.000

Município da Póvoa de Varzim. (2021). Plano Diretor Municipal. Planta de Condicionantes - Carta A à escala 1:10.000

Município da Póvoa de Varzim. Reserva Agrícola Nacional. (2021). Lisboa: Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

Teixeira, C., & Medeiros, A. C. (1965). Carta Geológica de Portugal à escala 1: 50.000. Folha 09-A, Póvoa de Varzim. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal

Teixeira, C., & Medeiros, A. C. (1969). Carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000. Folha 05-C Barcelos. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal

## Legislação

Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira

Resolução do Conselho de Ministros n.º 82/2009, de 8 de setembro. Diário da República n.º 174/2009, Série I de 2009-09-08, páginas 6056-6088. Presidência do Conselho de Ministros

Criação do Grupo de Trabalho do Litoral

Despacho 6574/2014, de 20 de maio. Diário da República n.º 96/2014, Série II de 2014-05-20. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente

Lei de Bases gerais da política pública de solos, de ordenamento do território e de urbanismo

Lei n.º 31/2014, de 30 de maio. Diário da República n.º 104/2014, Série I de 2014-05-30, páginas 2988 - 3003. Assembleia da República

Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT)

Decreto-Lei n.º 80/2015, de 14 de maio. Diário da República n.º 93/2015, Série I de 2015-05-14, páginas 2469 - 2512. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia

Decreto-Lei n.º 25/2021, de 29 de março. Diário da República n.º 61/2021, Série I de 2021-03-29, páginas 8 - 15. Presidência do Conselho de Ministros

Regula a elaboração e a implementação dos planos de ordenamento da Orla Costeira

Decreto-Lei n.º 159/2012, de 24 de julho. Diário da República n.º 142/2012, Série I de 2012-07-24, páginas 3881 - 3890. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

Decreto-Lei n.º 132/2015, de 9 de julho. Diário da República n.º 132/2015, Série I de 2015-07-09, páginas 4742 - 4742. Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia

Aprovação do POC-CE

Resolução do Conselho de Ministros n.º 111/2021, de 11 de agosto. Diário da República n.º 155/2021, Série I de 2021-08-11, páginas 21 - 132. Presidência do Conselho de Ministros

Revisão do PDM da Póvoa de Varzim

Aviso n.º 2157/2015, de 26 de fevereiro. Diário da República n.º 40/2015, Série II de 2015-02-26, páginas 5019 - 5046. Município da Póvoa de Varzim

Alteração do PDM da Póvoa de Varzim por adaptação ao POC-CE

Aviso n.º 17685/2021, de 17 de setembro. Diário da República n.º 182/2021, Série II de 2021-09-17, páginas 453 - 515. Município da Póvoa de Varzim

Declaração n.º 5/2022, de 5 de janeiro. Diário da República n.º 3/2022, Série II de 2022-01-05, páginas 379-463. Município da Póvoa de Varzim

Titularidade dos recursos hídricos

Lei n.º 54/2005, de 15 de novembro. Diário da República n.º 219/2005, Série I-A de 2005-11-15, páginas 6520 - 6525. Assembleia da República

Regime da utilização dos recursos hídricos

Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio. Diário da República n.º 105/2007, 2º Suplemento, Série I de 2007-05-31, páginas 24 - 49. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

Regime Jurídico da Reserva Agrícola Nacional

Decreto-Lei n.º 73/2009, de 31 de março. Diário da República n.º 63/2009, Série I de 2009-03-31, páginas 1988 - 2000. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas

Decreto-Lei n.º 199/2015, de 16 de setembro. Diário da República n.º 181/2015, Série I de 2015-09-16, páginas 8123 - 8140. Ministério da Agricultura e do Mar

Definição de limites e condições para a viabilização das utilizações não agrícolas de áreas na RAN

Portaria n.º 162/2011, de 18 de abril. Diário da República n.º 76/2011, Série I de 2011-04-18, páginas 2327 - 2332. Ministérios da Economia, da Inovação e do Desenvolvimento, da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, das Obras Públicas, Transportes e Comunicações e do Ambiente e do Ordenamento do Território

Declaração de Retificação n.º 15/2011, de 23 de maio. Diário da República n.º 99/2011, Série I de 2011-05-23, páginas 2886 - 2886. Presidência do Conselho de Ministros

Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional

Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de agosto. Diário da República n.º 162/2008, Série I de 2008-08-22, páginas 5865 - 5884. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

Decreto-Lei n.º 124/2019, de 28 de agosto. Diário da República n.º 164/2019, Série I de 2019-08-28, páginas 60 - 118. Presidência do Conselho de Ministros

Definição de situações de usos ou ações compatíveis com os objetivos da REN

Portaria n.º 419/2012, de 20 de dezembro. Diário da República n.º 246/2012, Série I de 2012-12-20, páginas 7203 - 7212. Ministérios da Economia e do Emprego e da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território

Diretiva aves

Diretiva 79/409/CEE do Concelho, de 2 de abril de 1979

Diretiva 2009/147/CE do Parlamento Europeu e do Concelho, de 30 de novembro de 2009

Diretiva habitats

Diretiva 92/43/CEE do Conselho, de 21 de maio de 1992

Rede Natura 2000

Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril. Diário da República n.º 96/1999, Série I-A de 1999-04-24, páginas 2183 - 2212. Ministério do Ambiente

Aprova a 2.ª fase da lista nacional de sítios que inclui o Sítio “Litoral Norte”

Resolução do Conselho de Ministros n.º 76/2000, de 5 de julho. Diário da República n.º 153/2000, Série I-B de 2000-07-05, páginas 2933 - 2944. Presidência do Conselho de Ministros

Classifica como zonas especiais de conservação os sítios de importância comunitária do território nacional
Decreto Regulamentar n.º 1/2020, de 16 de março. Diário da República n.º 53/2020, Série I de 2020-03-16, páginas 2 - 36. Ambiente e Ação Climática

Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade
Decreto-Lei n.º 142/2008, de 24 de julho. Diário da República n.º 142/2008, Série I de 2008-07-24, páginas 4596 - 4611. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

Reclassificação da Área de Paisagem Protegida do Litoral de Esposende a Parque Natural do Litoral Norte
Decreto Regulamentar n.º 6/2005, de 21 de julho. Diário da República n.º 139/2005, Série I-B de 2005-07-21, páginas 4321 - 4326. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional

Aprova a Convenção Europeia da Paisagem,
Decreto n.º 4/2005, de 14 de fevereiro. Diário da República n.º 31/2005, Série I-A de 2005-02-14, páginas 1017 - 1028. Ministério dos Negócios Estrangeiros

Prevenção e gestão da introdução e propagação de espécies exóticas invasoras
Decreto-Lei n.º 92/2019, de 10 de julho. Diário da República n.º 130/2019, Série I de 2019-07-10, páginas 3428 - 3442. Presidência do Conselho de Ministros

## Web

Planeamento e Ordenamento | Agência Portuguesa do Ambiente (apambiente.pt)

Bem-vindo à DGT | DGT (dgterritorio.gov.pt)

Planos Municipais de Ordenamento do Território - C.M. da Póvoa de Varzim (cm-pvarzim.pt)

ICNF - Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

Flora-On Portugal Continental | Flora de Portugal interactiva

Clima da Póvoa de Varzim
- Clima Póvoa de Varzim: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos Póvoa de Varzim. Temperatura da água Póvoa de Varzim (climate-data.org)
- Condições meteorológicas passadas em Póvoa de Varzim em 2022 (Portugal) - Weather Spark

Invasoras.pt
- Carpobrotus edulis | Plantas Invasoras em Portugal
- Arundo donax | Plantas Invasoras em Portugal
- Acacia longifolia | Plantas Invasoras em Portugal
- Gestão sustentável de plantas invasoras | Plantas Invasoras em Portugal

Programa COSMO
- Cosmonline (apambiente.pt)
- https://aprh.pt/wp-content/uploads/2017/04/10h30-11h00_Celso-Pinto.pdf

Projeto de Pedrinhas e Cedovém
- Apresentado projeto de requalificação para Pedrinhas e Cedovém | Município de Esposende
- Apresentação do PowerPoint (esposende.pt)
- Pedrinhas e Cedovém - YouTube

Projeto ReDuna
- Dunas das praias de São João da Caparica e Cova do Vapor em recuperação | CM Almada (cm-almada.pt)
- http://lifebiodiscoveries.pt/sites/default/files/projeto_reduna.pdf

Projeto Life Dunas
- Início (madeira.gov.pt)

# 8. Anexos

**Anexo I - Caraterização e Análise**

- **I.1 -** Localização e Limite da Área de Estudo
- **I.2** - Excerto do POC-CE
- **I.3** - Excerto da Planta de Ordenamento do PDMPV
- **I.4 -** Carta do DPH
- **I.5 -** Carta da RAN
- **I.6** - Carta da REN
- **I.7 -** Carta das Áreas Classificadas
- **I.8 -** Carta Geológica
- **I.9 -** Carta de Solos
- **I.10 -** Carta Hipsométrica
- **I.11 -** Carta de Declives
- **I.12 -** Carta de Orientação de Vertentes
- **I.13 -** Carta da Hidrologia
- **I.14 -** Carta do Coberto Vegetal
- **I.15 -** Carta de Habitats
- **I.16 -** Limites das principais atividades económicas

**Anexo II - Descrição das Principais Morfologias das Dunas**

**Anexo III - Morfologia e Anomalias do Sistema Dunar da Estela**

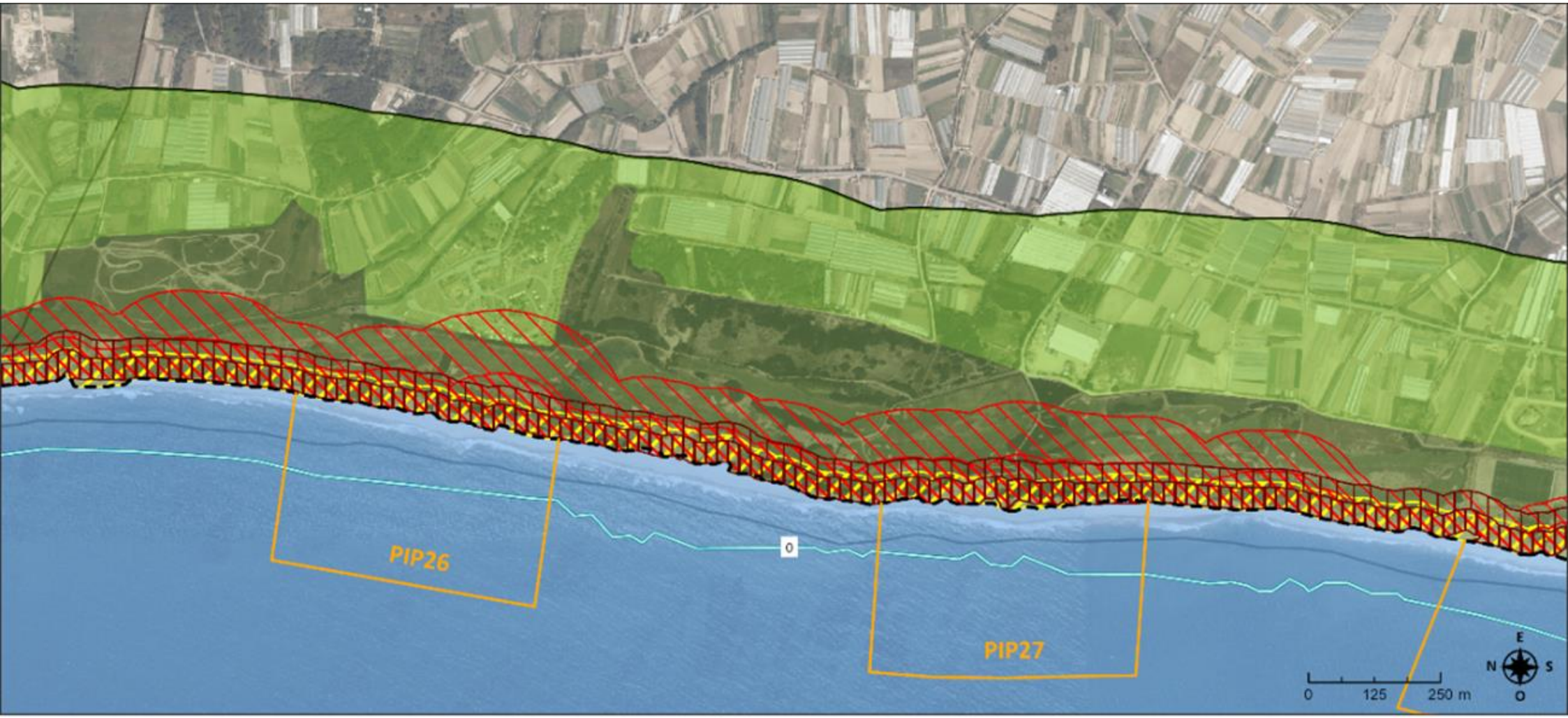
**Anexo IV - Proposta de Intervenção**

- **IV.1 -** Limite e Zonamento da Área de Intervenção
- **IV.2 -** Perfis Topográficos Representativos
- **IV.3 -** Elenco Flora Dunar
- **IV.4 -** Plano Geral da Intervenção para a Frente Marítima da Estela
- **IV.5 -** Pormenor da Instalação de Regeneradores e de Plantação
- **IV.6 -** Simulações

**Anexo V - Estágio Curricular**

# A_I.1 - Localização e Limite da Área de Estudo | Vista Aérea 2021

# A_I.2 - Excerto do POC-CE




**ZONA MARÍTIMA DE PROTEÇÃO**

Faixa de Proteção Costeira

**ZONA TERRESTRE DE PROTEÇÃO**

Faixa de Proteção Costeira
Faixa de Proteção Complementar
Margem

**FAIXA DE SALVAGUARDA AO GALGAMENTO OCEÂNICO E INUNDAÇÃO COSTEIRA**

Nível I
Nível II

**FAIXA DE SALVAGUARDA À EROSÃO COSTEIRA**

Nível I
Nível II

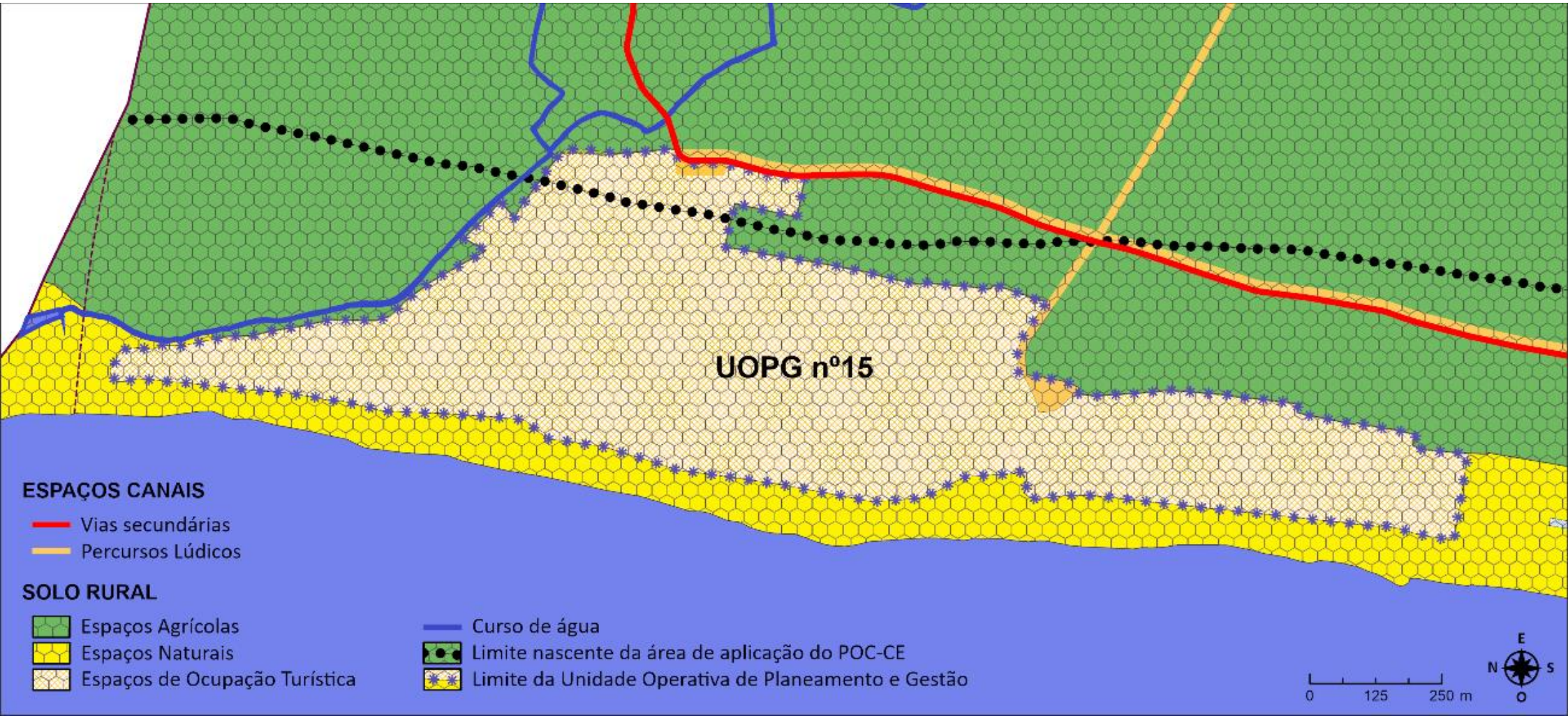
**PRAIAS MARÍTIMAS**

Limite dos Planos de Intervenção nas Praias

PIP26 Praia do Parque de Campismo
PIP27 Praia da Estela

Limite da área de intervenção do POC-CE
Linha Limite do Leito (LLL)
Curvas Batimétricas

# A_I.3 - Excerto da Planta de Ordenamento do PDMPV



# A_I.4 - Carta do DPH

# A_I.5 - Carta da RAN

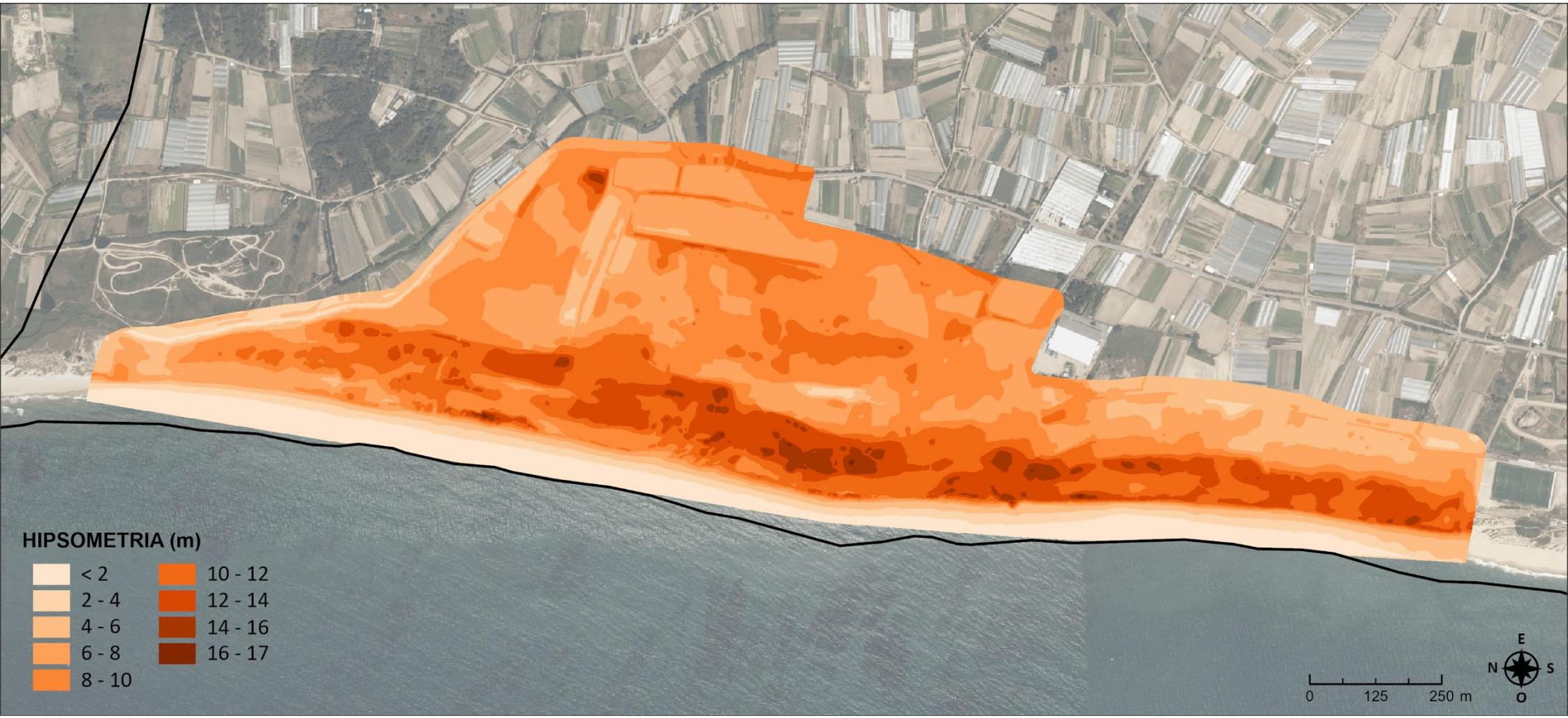
# A_I.6 - Carta da REN

# A_I.7 - Carta das Áreas Classificadas

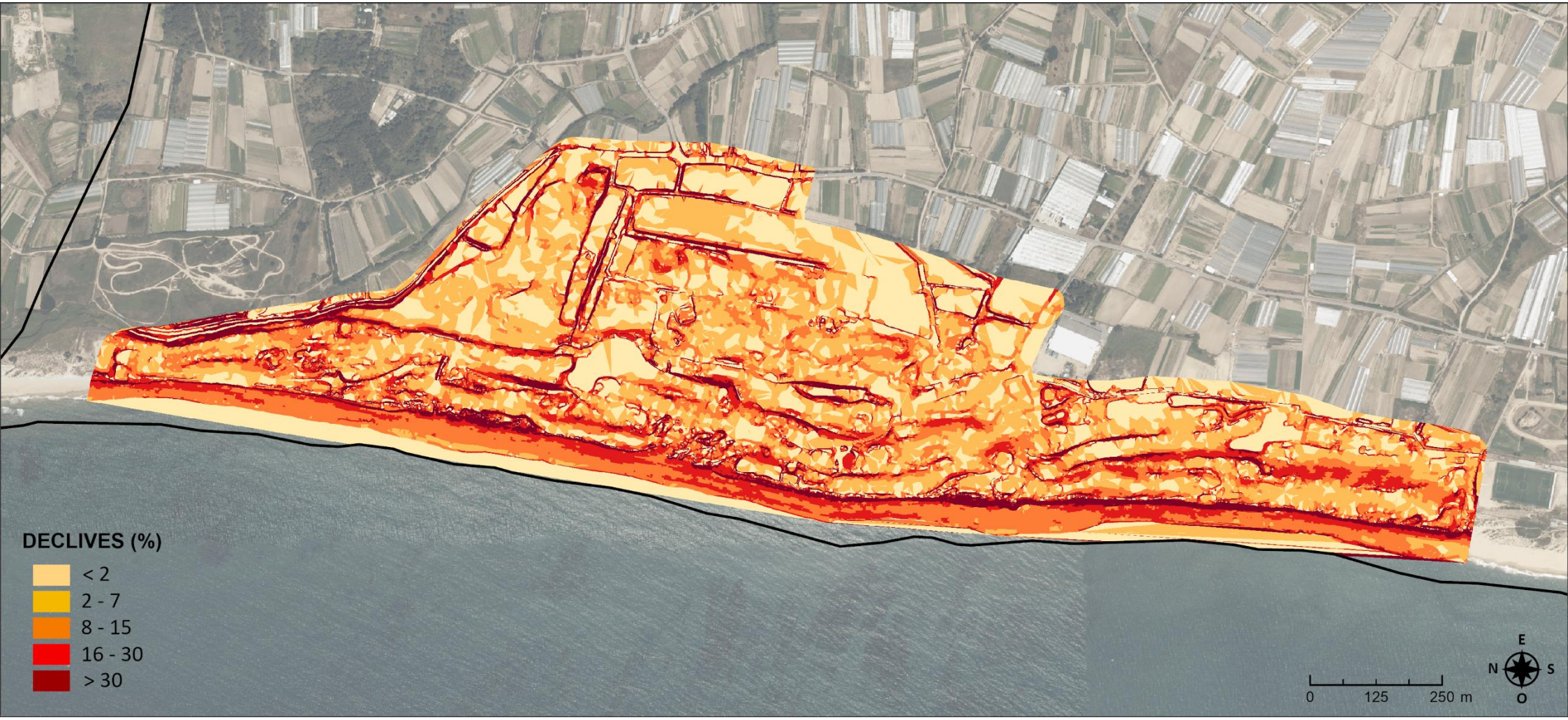
# A_I.8 - Carta Geológica

# A_I.9 - Carta de Solos

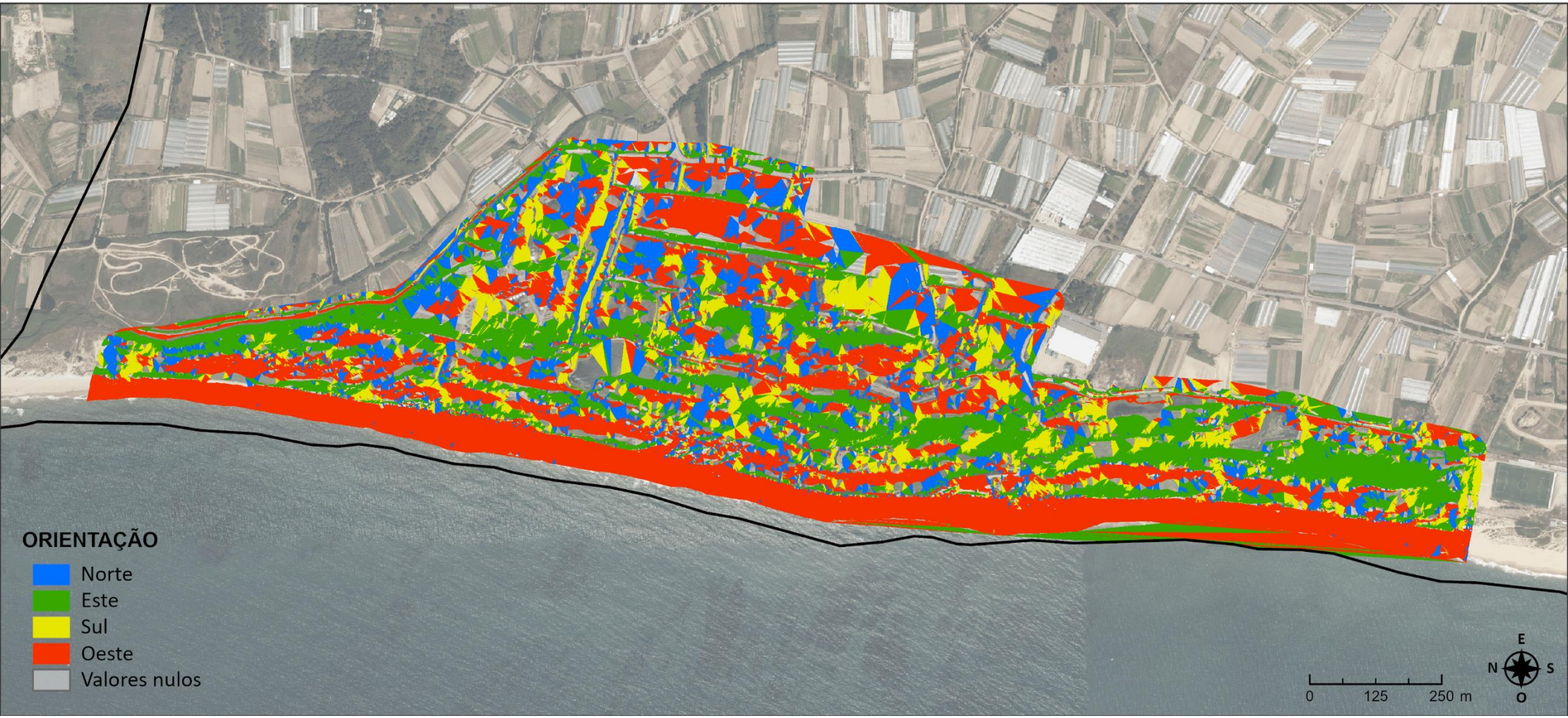
# A_I.10 - Carta Hipsométrica



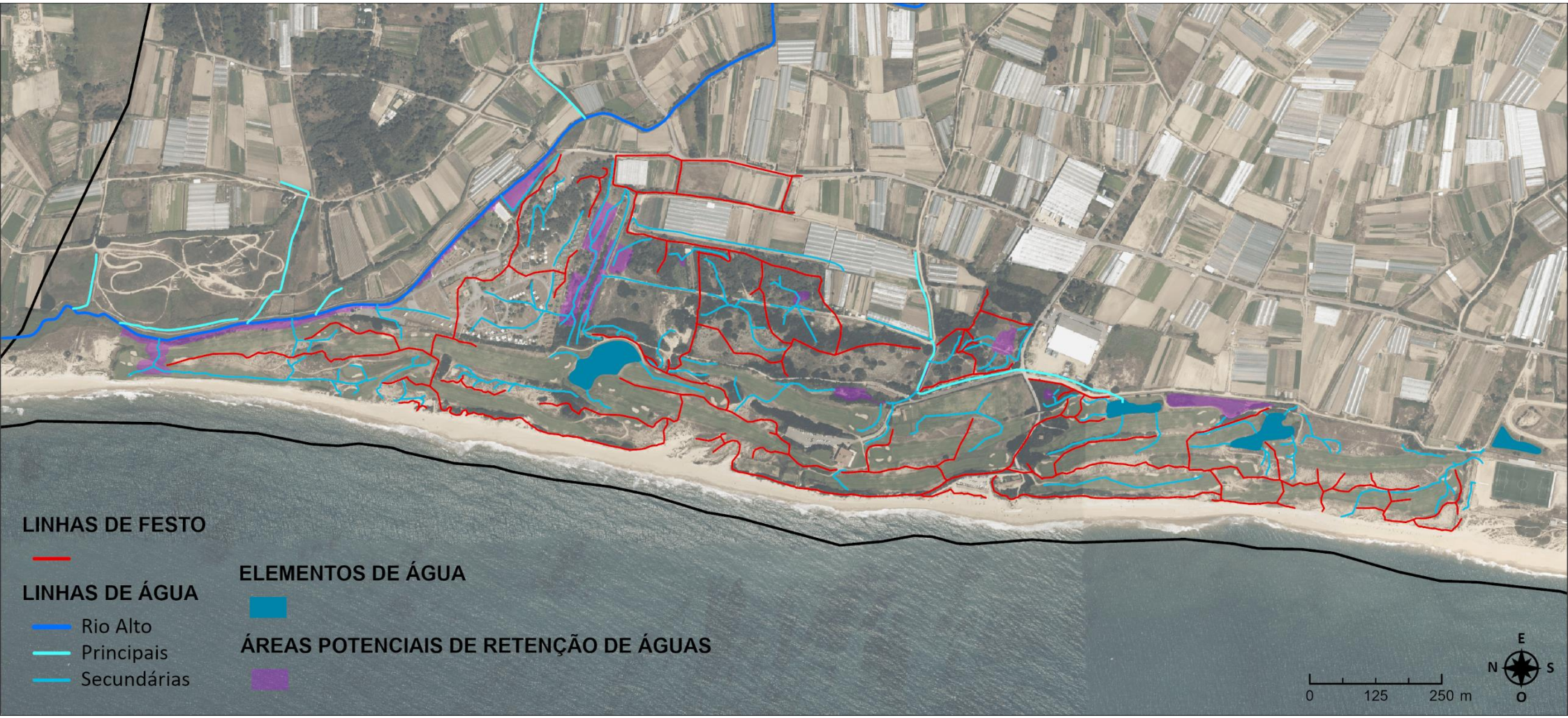
# A_I.11 - Carta de Declives



# A_I.12 - Carta de Orientação de Vertentes



# A_I.13 - Carta da Hidrologia



# A_I.14 - Carta do Coberto Vegetal

# A_I.15 - Carta de Habitats

**Legenda | Tipos de Habitats naturais:**

1210 - Vegetação anual das zonas de acumulação de detritos pela maré

2110 - Dunas móveis embrionárias

2120 - Dunas brancas: Dunas móveis do cordão dunar com *Ammophila arenaria*

2130*pt3 - Duna cinzenta com matos camefiticos dominados por *Helichrysum picardii e Iberis procumbens*

2150*pt1 - Dunas fixas com tojais-urzais e tojais-estevais psamófilos com Ulex australis

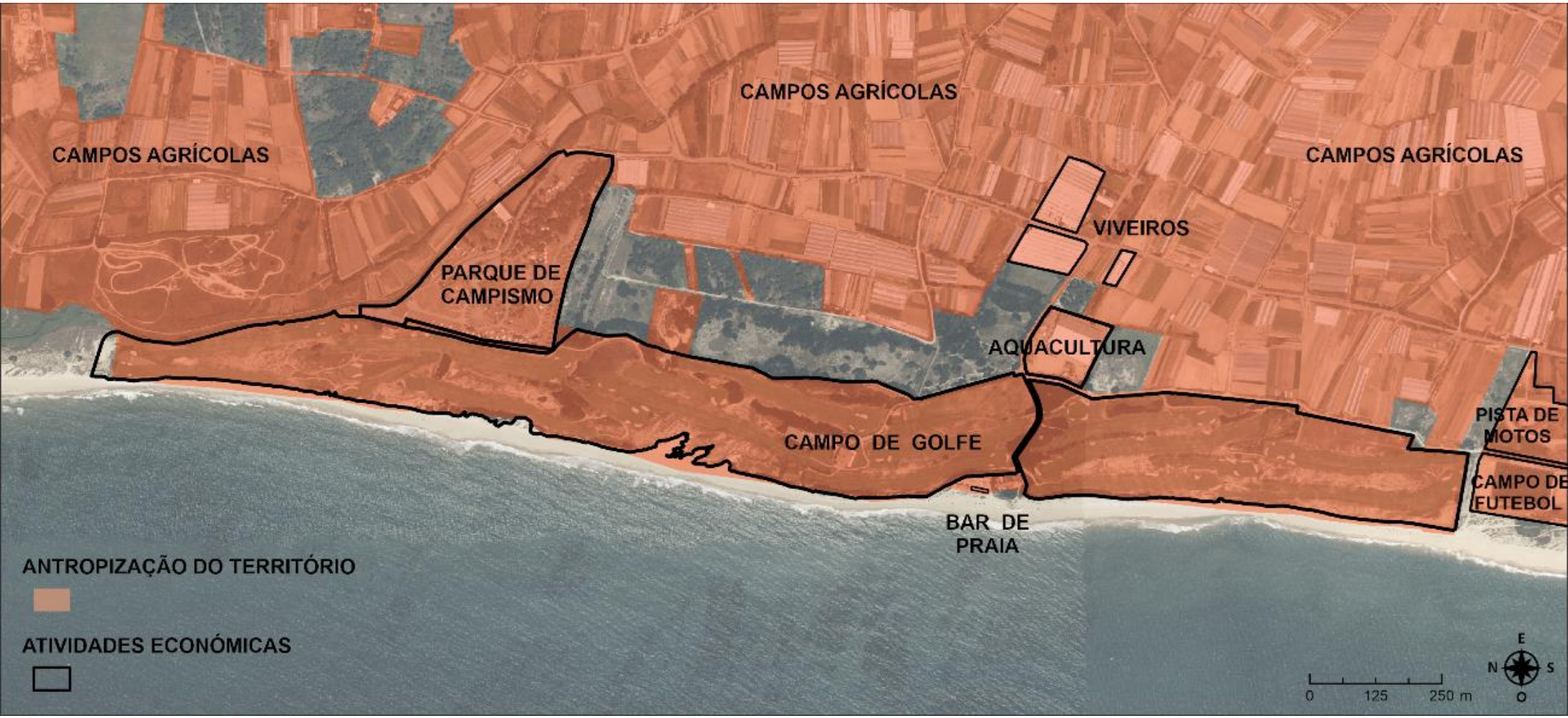
2180 - Dunas arborizadas das regiões atlântica, continental e boreal

2230pt1 - Dunas costeiras com prados anuais oligotróficos

2330 - Dunas interiores com prados abertos de *Corynephorus* e *Agrostis*

6420 - Pradarias húmidas mediterrânicas de ervas altas da *Molinio-Holoschoenion*

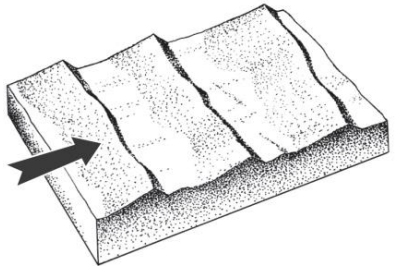
# A_I.16 - Limites das principais atividades económicas



# A_II - Descrição das Principais Morfologias das Dunas

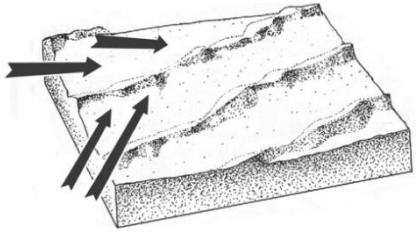
## TRANSVERSAIS

Assimétricas, alongadas, com cristas transversais à direção do vento. Frequentes em locais com abundância sedimentar, pouca vegetação e direção do vento constante.



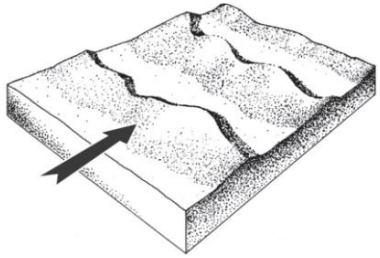
## LONGITUDINAIS

Simétricas, alongadas, retilíneas de duas faces. Estão alinhadas paralelamente à direção do vento.



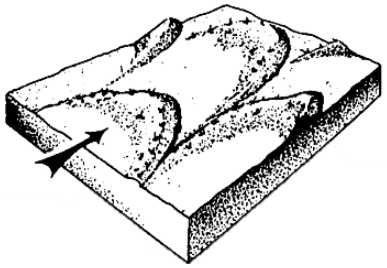
## BARCANÓIDES

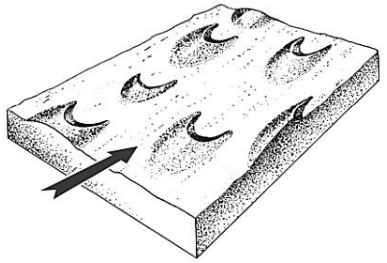
Assimétricas, alongadas e onduladas. As cristas são transversais à direção do vento.



## PARABÓLICAS

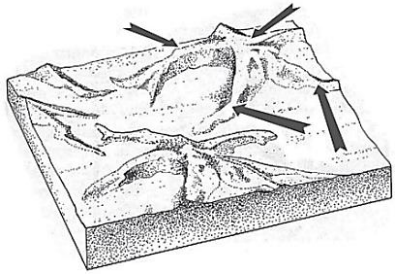
Forma crescente, cuja concavidade fica voltada para o lado de onde vem o vento. Acumulação de sedimentos dá-se em formato de “U”, com as caudas parcialmente cobertas por vegetação.





## BARCANS

Isoladas e em forma crescente, formam-se na ausência de vegetação. A concavidade fica do lado oposto ao de onde vem o vento.

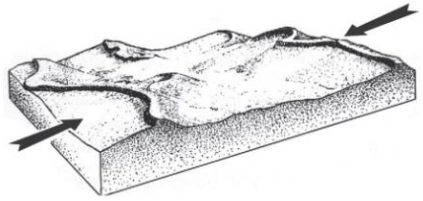


## EM ESTRELA

Forma de pirâmide com vários braços sinuosos com um pico central. Estão associadas a ventos multidirecionais.

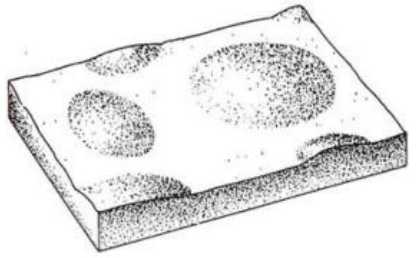
## BLOWOUTS

Formas circulares ou alongadas, que cortam o edifício dunar.



## REVERSAS

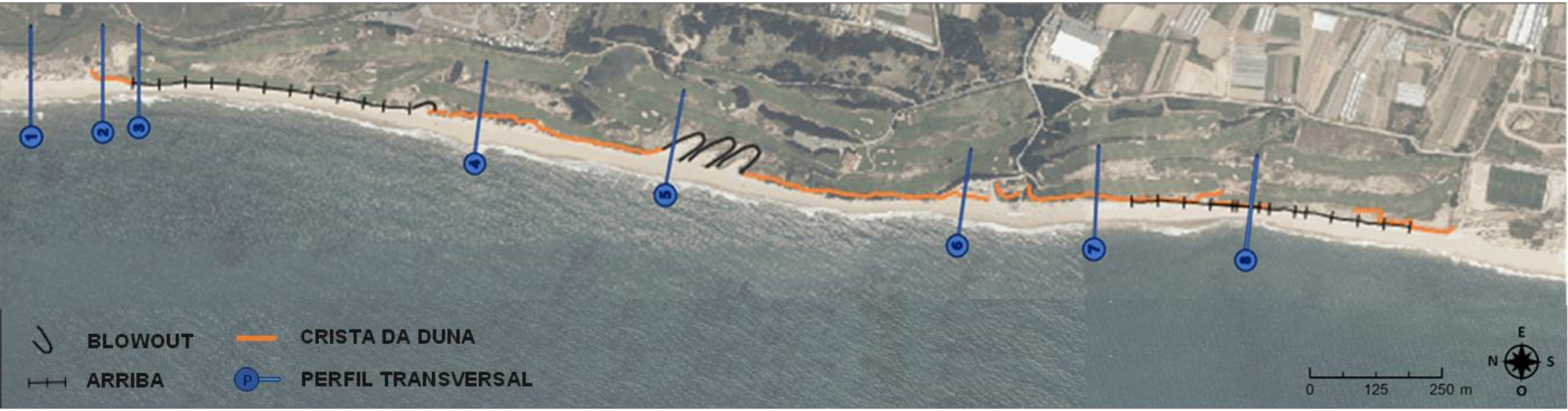
Assimétricas. São uma junção da duna em estrela com a duna transversal.



## EM DOMOS

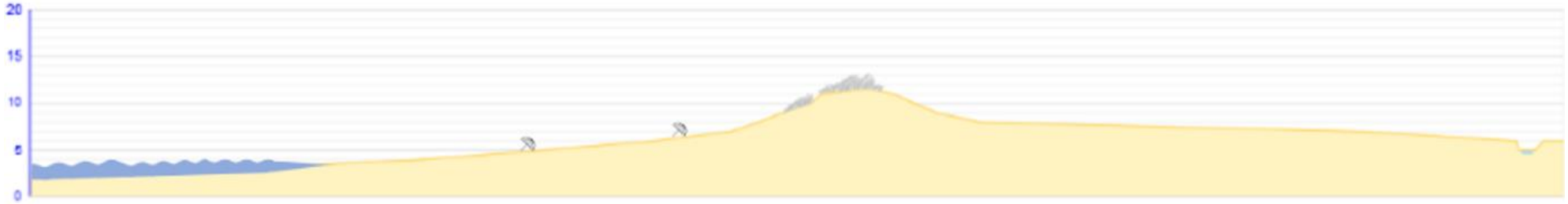
Formas circulares ou elípticas, são pequenas acumulações de areia.

# A_III - Morfologia e Anomalias do Sistema Dunar da Estela



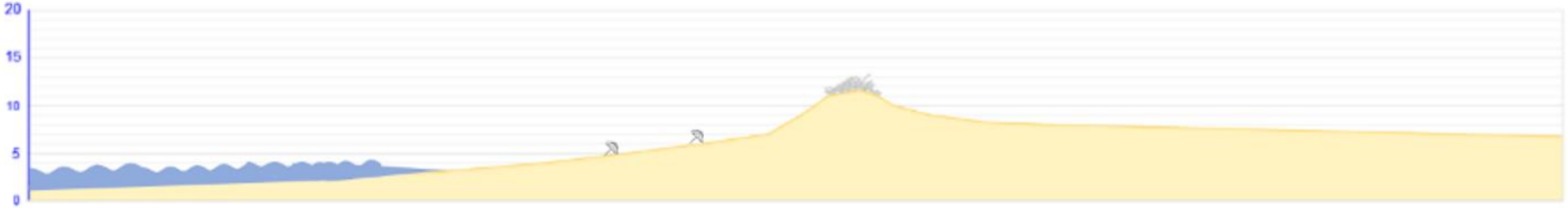

# A_IV.1 - Limite e Zonamento da Área de Intervenção

# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos




**PERFIL TRANSVERSAL 1**

- PERFIL DA DUNA NA PROXIMIDADE DA FOZ DO RIO




**PERFIL TRANSVERSAL 2**

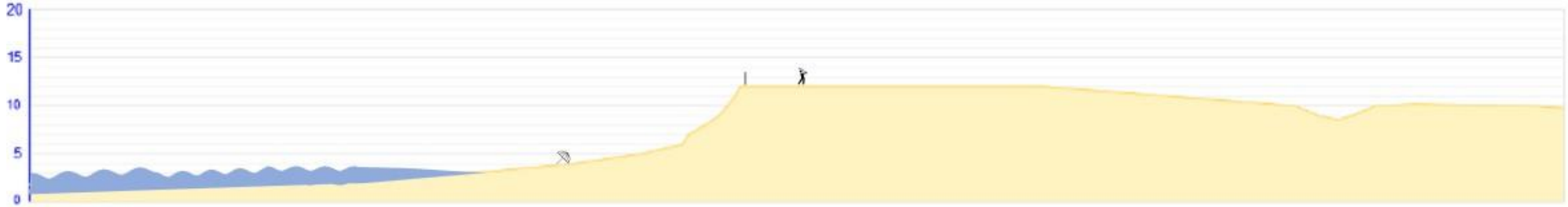
- PERFIL DA DUNA NA ÁREA COM MENOR PERTURBAÇÃO HUMANA

**REPRESENTAM OS PERFIS DA DUNA MAIS ESTAVÉL**

# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos

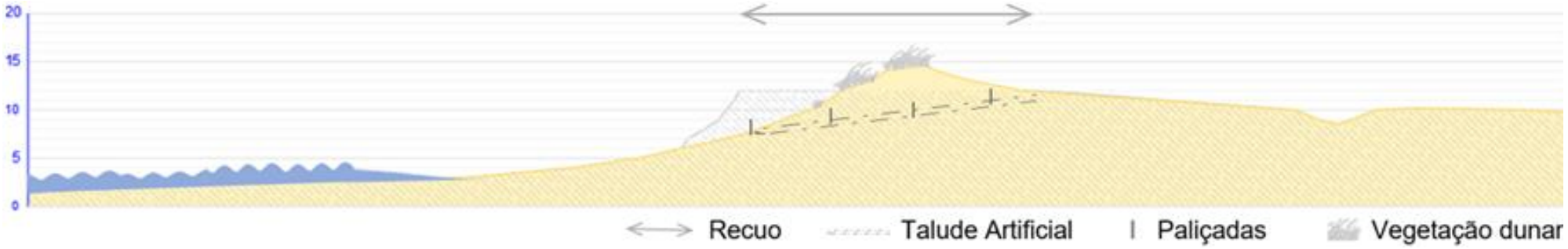
**PERFIL TRANSVERSAL 3**

- PERFIL DA ARRIBA DUNAR




**ATUALMENTE**

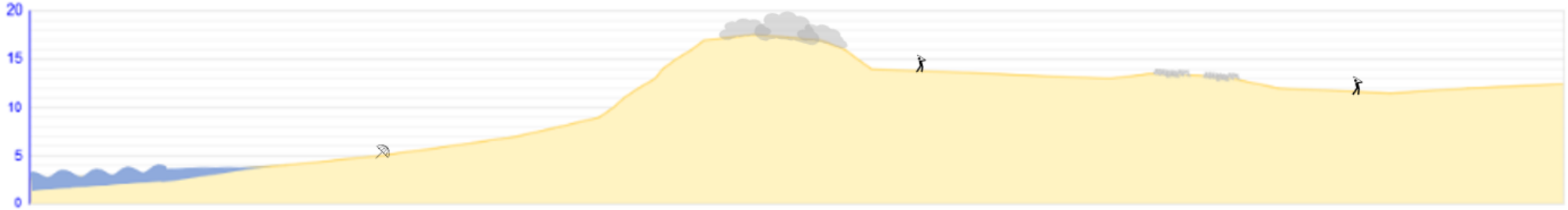
**INTERVENÇÃO E DESENVOLVIMENTO DESEJÁVEL**



# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos

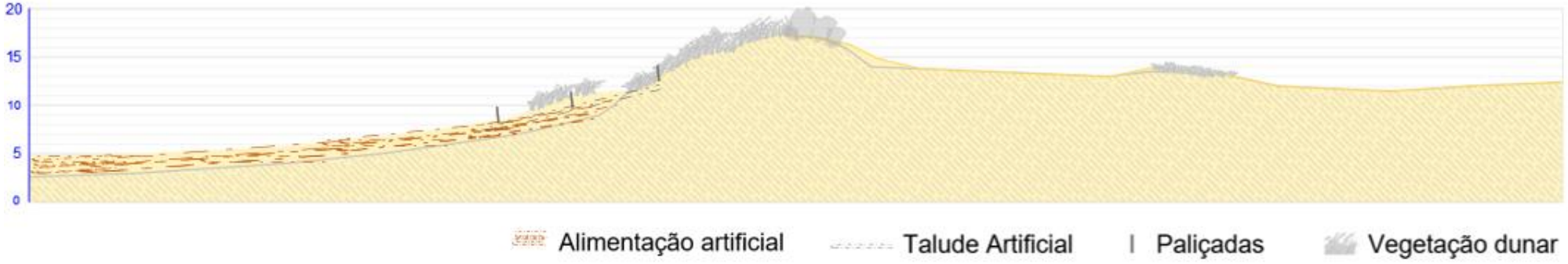
**PERFIL TRANSVERSAL 4**

- PERFIL DA DUNA DE MAIOR ENVERGADURA E COBERTO VEGETAL




**ATUALMENTE**

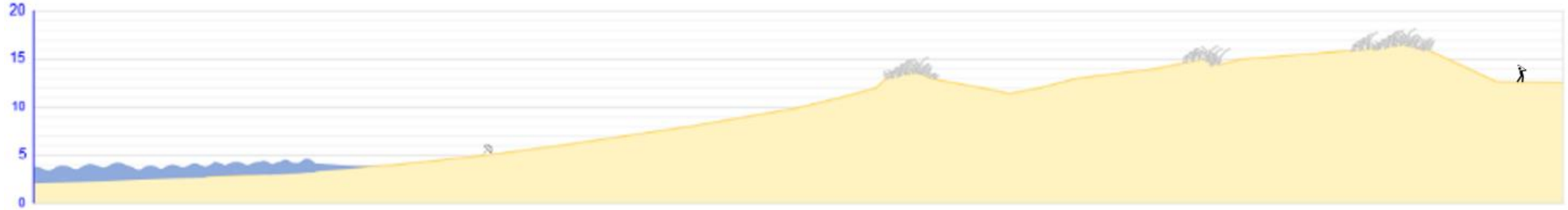
**INTERVENÇÃO E DESENVOLVIMENTO DESEJÁVEL**



# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos

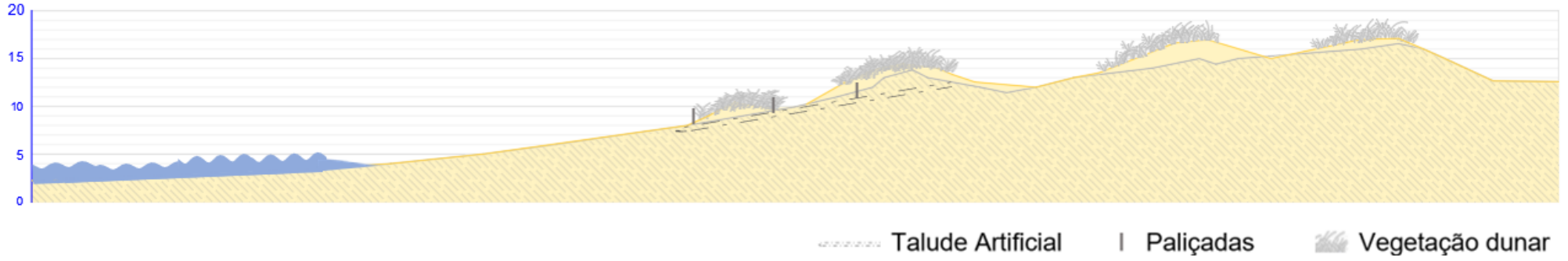
## PERFIL TRANSVERSAL 5

- PERFIL DA DUNA RESULTANTE DE PERTURBAÇÕES NATURAIS - ZONA DE BLOWOUTS




**ATUALMENTE**

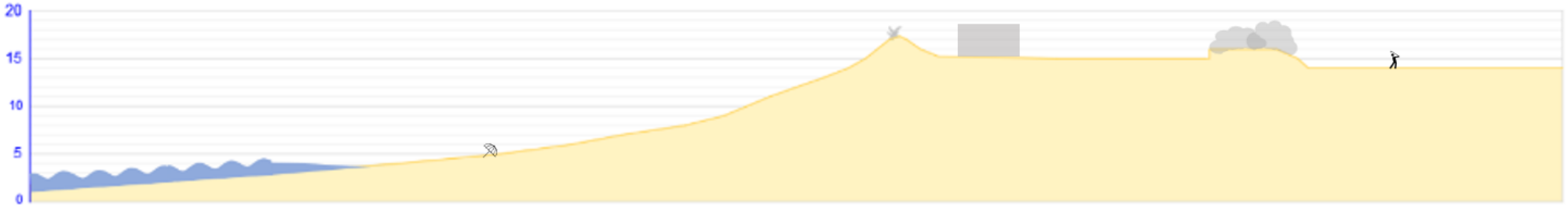
**INTERVENÇÃO E DESENVOLVIMENTO DESEJÁVEL**



# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos

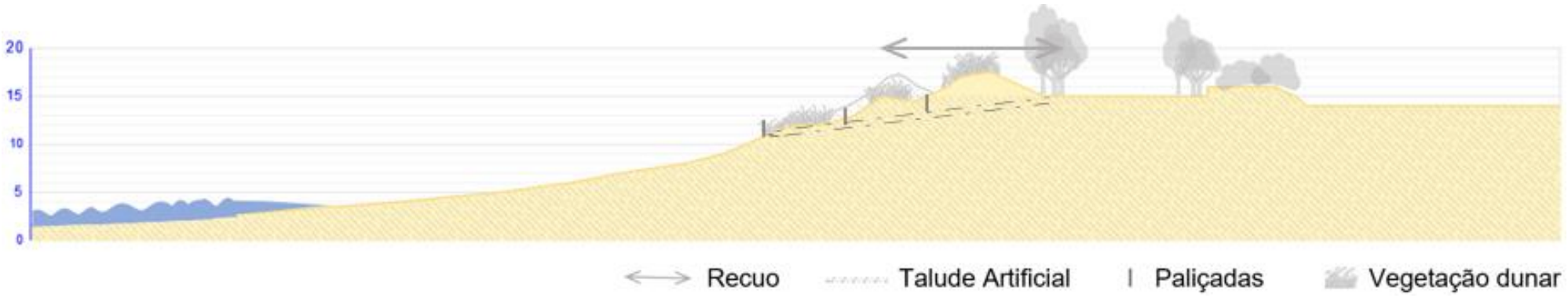
**PERFIL TRANSVERSAL 6**

- PERFIL DA DUNA NA ZONA DE ACESSO À PRAIA COM EDIFÍCIOS DE APOIO




**ATUALMENTE**

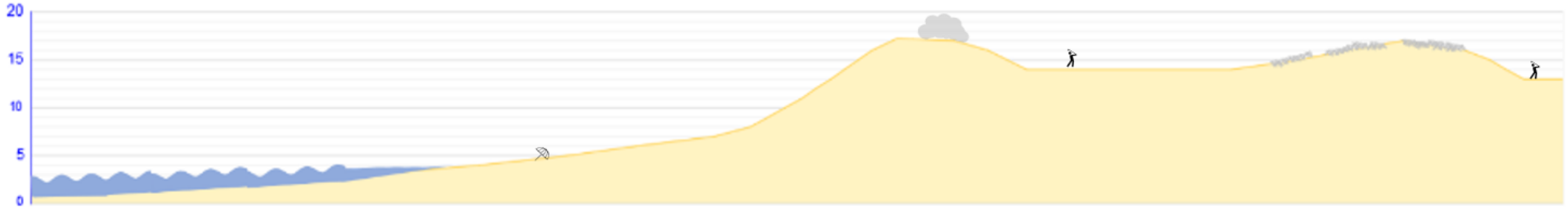
**INTERVENÇÃO E DESENVOLVIMENTO DESEJÁVEL**



# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos

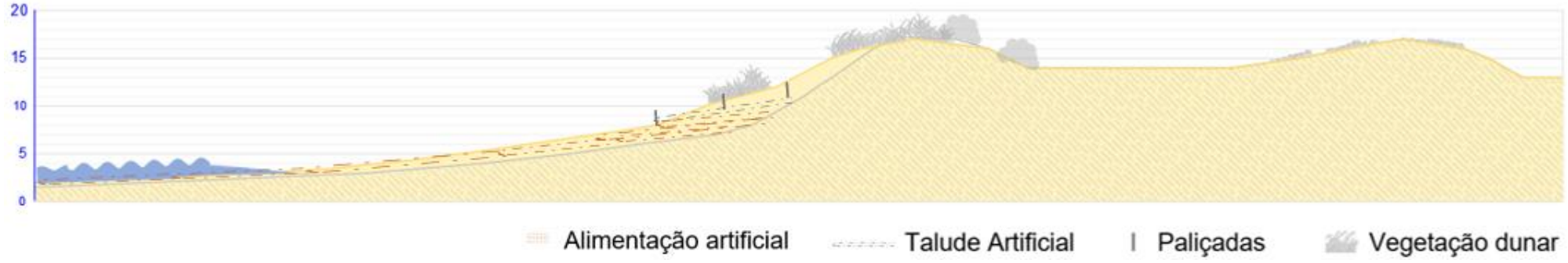
**PERFIL TRANSVERSAL 7**

- PERFIL DA DUNA RELATIVAMENTE MAIS ESTÁVEL




**ATUALMENTE**

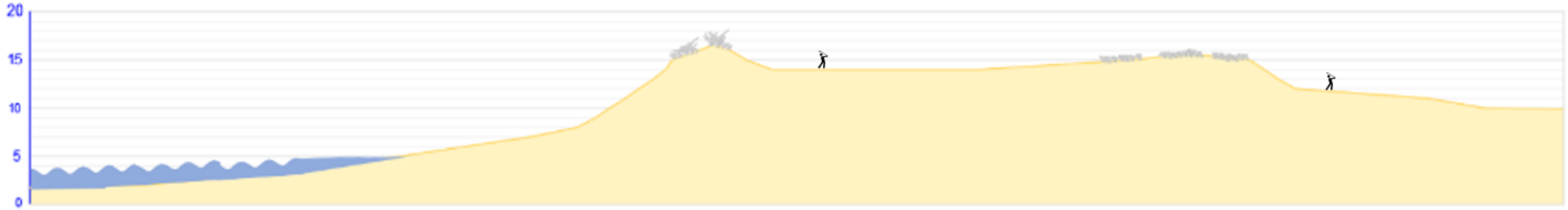
**INTERVENÇÃO E DESENVOLVIMENTO DESEJÁVEL**



# A_IV.2 - Perfis Topográficos Representativos

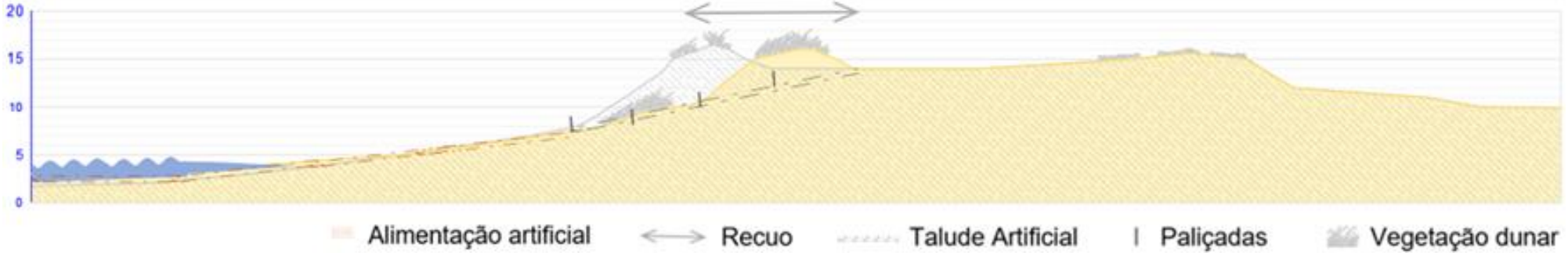
**PERFIL TRANSVERSAL 8**

- PERFIL DA DUNA COM MENOR COBERTO VEGETAL (E MENOR EXTENSÃO DA PRAIA)




**ATUALMENTE**

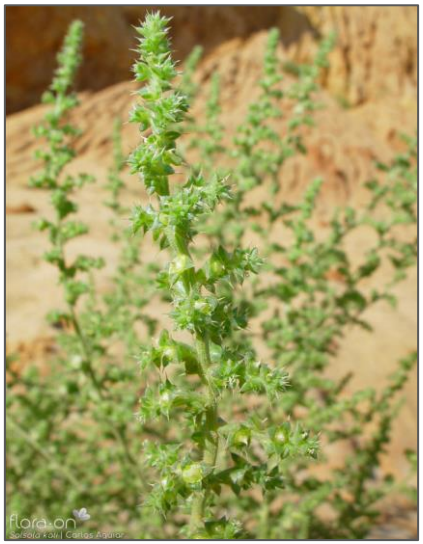
**INTERVENÇÃO E DESENVOLVIMENTO DESEJÁVEL**



# A_IV.3 - Elenco Flora Dunar

*Cakile maritima* | Eruca-marítima

Cakile maritima - Museu Virtual Biodiversidade (uevora.pt)



*Salsola kali* | Barrilha-espinhosa

Salsola kali | Flora-On

*Calystegia soldanella* | Couve-das-areias

Calystegia soldanella - Museu Virtual Biodiversidade (uevora.pt)

***Elymus farctus*** | Feno-das-areias

*Eryngium maritimum* | Cardo-marítimo

*Euphorbia paralias* | Morganheira-das-praias

*Honcenya peploides* | Sapinho-das-praias

Honckenya peploides | Flora-On

*Otanthus maritimus* | Cordeiro-da-praia

# A_IV.3 - Elenco Flora Dunar

***Ammophila arenaria*** | Estorno

*Linaria polygalifolia* | Esporas-bravas

Linaria polygalifolia | Flora-On

*Medicago marina* | Luzerna-das-areias

*Pancratium maritimum* | Lírio-das-areias

*Polygonum maritimum* | Polígono-marítimo

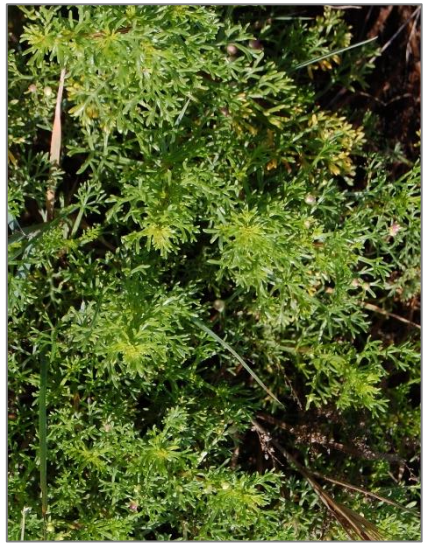
Polygonum maritimum | Flora-On

*Silene littorea* | Alfinetes-das-areias

Silene littorea subsp. littorea | Flora-On

*Crucianella maritima* | Granza-da-praia

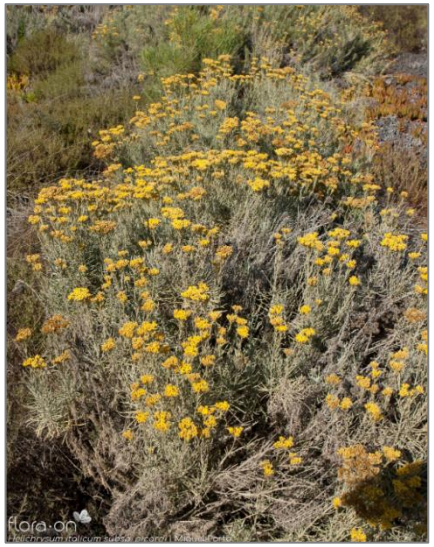
Jardim Botânico UTAD | Crucianella maritima



*Artemisia crithmifolia* | Madorneira

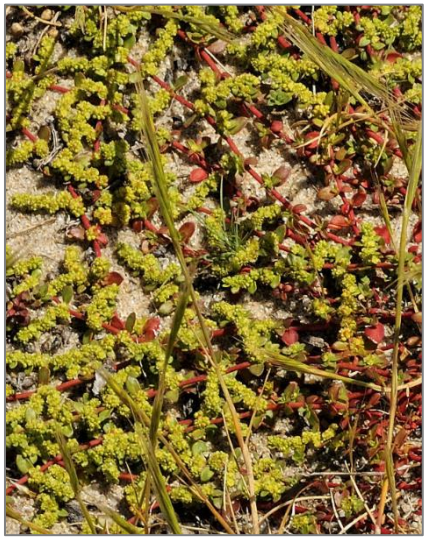
Plantas: Beleza e Diversidade: Madorneira (Artemisia crithmifolia) (obotanicoaprendiznaterradosespantos.blogspot.com)

# A_IV.3 - Elenco Flora Dunar



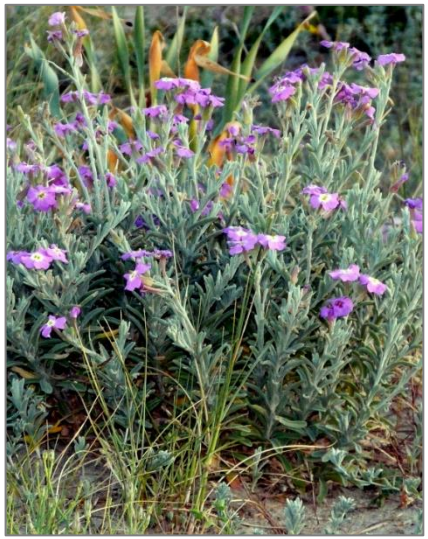
*Helichrysum italicum subsp. picardii* | Perpétua-das-areias

Helichrysum italicum subsp. picardi | Flora-On



*Herniaria ciliolata subsp. robusta* | Herniária-das-praias

Herniaria ciliolata subsp. robusta | Flora-On

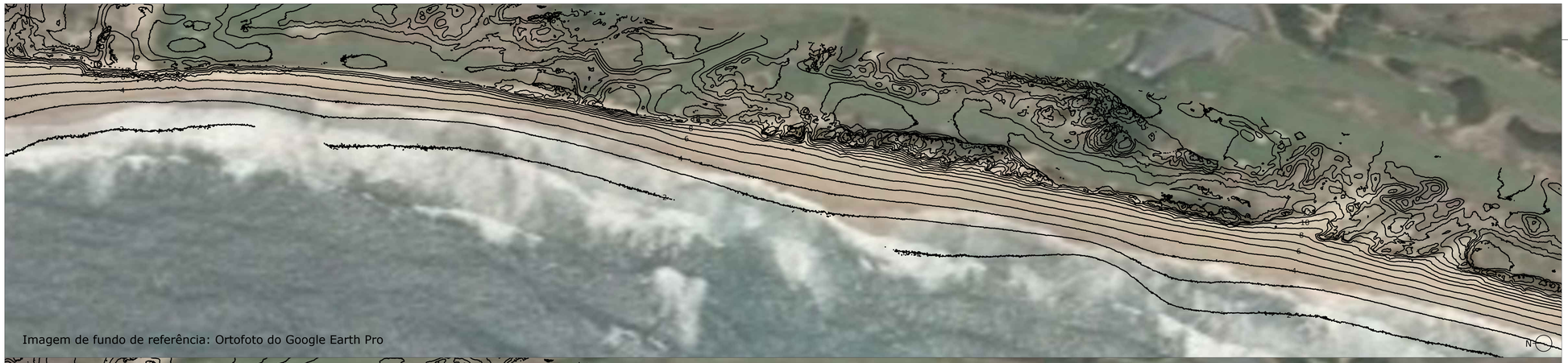


*Malcomia littorea* | Goiveiro-da-praia

Jardim Botânico UTAD | Malcolmia littorea

*Pinus pinea* | Pinheiro-manso

*Pinus pinaster* | Pinheiro-bravo



## SITUAÇÃO ATUAL

LEGENDA:

Curvas de Nível Existentes (ou de referência)

(Fonte: curvas de nível geradas a partir do modelo digital de elevação da praia emersa entre a Praia da Apúlia e a Praia da Estela, em maio de 2021 no âmbito do Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental (COSMO))

## INTERVENÇÃO PROPOSTA

LEGENDA:

Curvas de Nível Propostas - Modelação de Terreno

Área de Renaturalização Dunar

- Reconstrução do perfil topográfico, seguido da colocação de regeneradores dunares, com plantação de *Ammophila arenaria* (nas zonas interiores) e *Elymus farctus* (1ª linha de vegetação)

| | |
|---|---|
| U.PORTO \| Faculdade de Ciências da Universidade do Porto | |
| Mestrado em Arquitetura Paisagista \| Relatório de Estágio - ANEXO_IV.4 | |
| Plano Geral da Intervenção na Faixa Costeira da Estela | Zona norte |
| Mariana Moura Vieira \| up201805237 | Escala:1/2 000 |
| 30 de setembro de 2023 | Página 1 de 2 |

## SITUAÇÃO ATUAL

LEGENDA:

Curvas de Nível Existentes (ou de referência)

(Fonte: curvas de nível geradas a partir do modelo digital de elevação da praia emersa entre a Praia da Apúlia e a Praia da Estela, em maio de 2021 no âmbito do Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental (COSMO))

## INTERVENÇÃO PROPOSTA

LEGENDA:

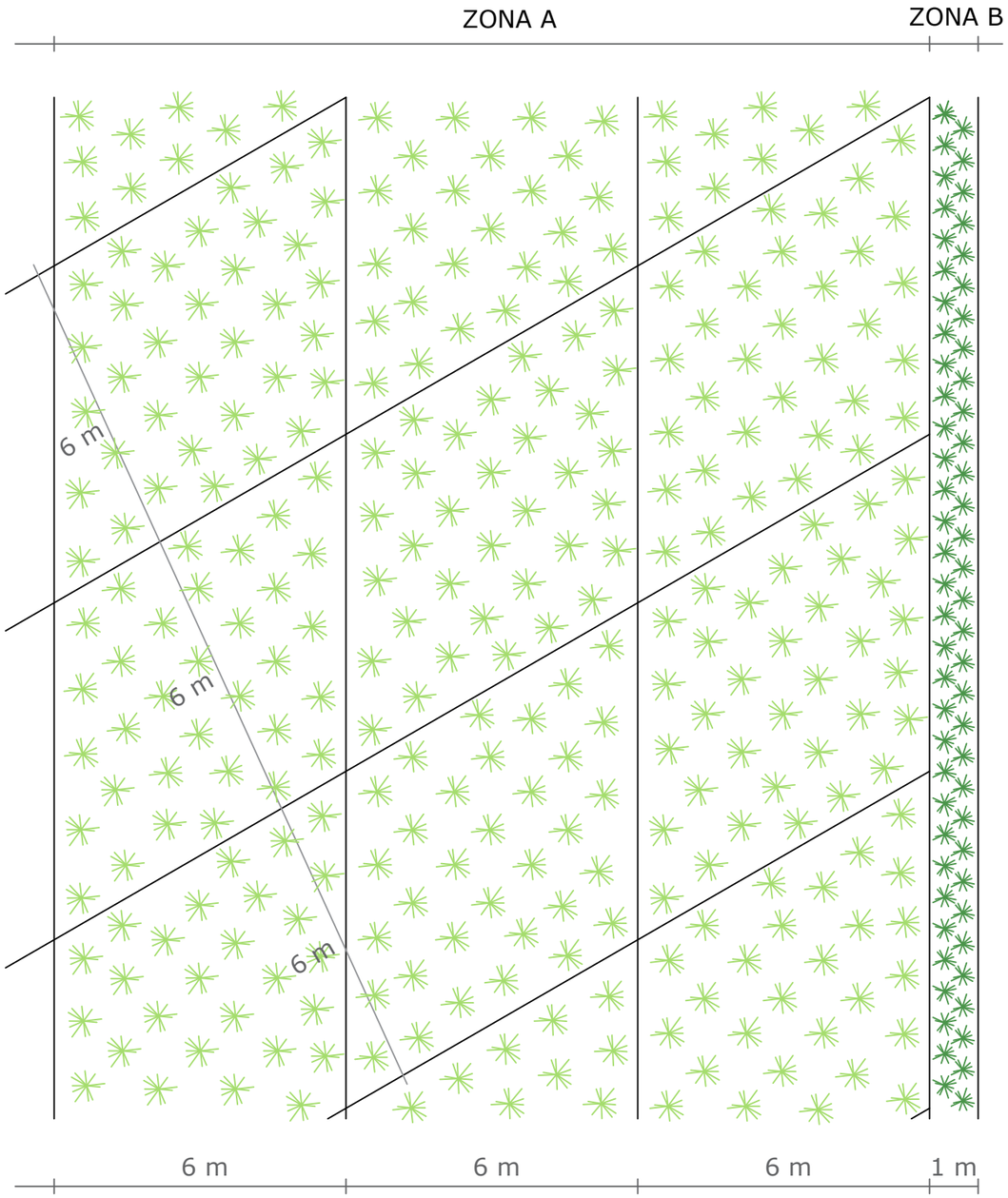
Curvas de Nível Propostas - Modelação de terreno

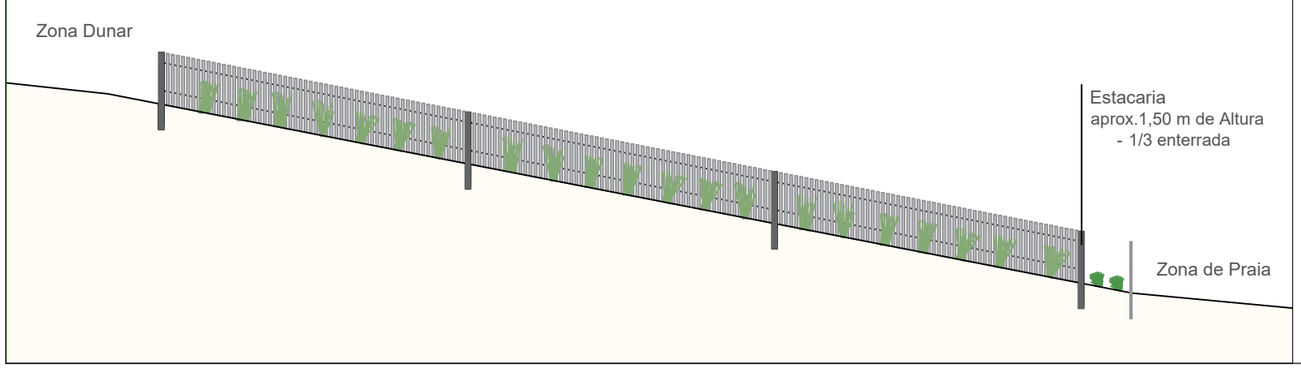
Área de Renaturalização Dunar

- Reconstrução do perfil topográfico, seguido da colocação de regeneradores dunares, com plantação de *Ammophila arenaria* (nas zonas interiores) e *Elymus farctus* (1ª linha de vegetação)

| | |
|---|---|
| U.PORTO \| Faculdade de Ciências da Universidade do Porto | |
| Mestrado em Arquitetura Paisagista \| Relatório de Estágio - ANEXO_IV.4 | |
| Plano Geral da Intervenção na Faixa Costeira da Estela | Zona sul |
| Mariana Moura Vieira \| up201805237 | Escala:1/2 000 |
| 30 de setembro de 2023 | Página 2 de 2 |

Instalação de Regenerador Dunar e Plantação de Espécies Estruturantes no Talude
Planta e Corte Tipo




LEGENDA:

ZONA A - Zona de instalação de regeneradores dunares (material da estacaria a definir), com plantação de *Ammophila arenaria* - aprox. 1 planta por m2

ZONA B - Barreira física entre a zona dunar em regeneração e a praia, com plantação de *Elymus farctus* - aprox. 3 plantas por m2

| | |
|---|---|
| U.PORTO \| Faculdade de Ciências da Universidade do Porto | |
| Mestrado em Arquitetura Paisagista \| Relatório de Estágio - ANEXO_IV.5 | |
| Pormenor de Instalação de Regeneradores Dunares e Plantação | |
| Mariana Moura Vieira \| up201805237 | Escala:1/125 |
| 30 de setembro de 2023 | Página 1 de 1 |

# A_IV.6 - Simulações

# A_IV.6 - Simulações

# A_IV.6 - Simulações

# A_V - Estágio Curricular

**Entre janeiro e meados de abril:**

- Consulta de bibliografia, legislação e instrumentos de gestão em vigor;
- Trabalho de Campo na Estela, Póvoa de Varzim;
- Auxílio na Reunião participada dos Planos de Gestão das ZEC;
- Produção de Cartas Temáticas em ArcGIS e análise das mesmas;
- Elaboração de peças desenhas: planta de localização, planta da situação existente e planta de condicionantes em ArcGIS;
- Georreferenciação de Ortofotos em Qgis;
- Produção de dados vetoriais;
- Participação em reuniões de equipa.

**Desde meados de abril a junho:**

- Tempo dedicado à elaboração no relatório de estágio.