A matriz paisagística da Póvoa de Varzim como base para a adaptação do território às alterações climáticas. Caso de estudo - o projeto Bosques pelo Clima

Raquel Pereira Silva
Mestrado em Arquitetura Paisagista
Departamento de Geociências e Ordenamento do Território
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2025



A matriz paisagística da Póvoa de Varzim como base para a adaptação do território às alterações climáticas. Caso de estudo - o projeto Bosques pelo Clima

Raquel Pereira Silva

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Arquitetura Paisagista
Departamento de Geociências e Ordenamento do Território
2025

Orientador
Professora Doutora Cláudia Patrícia Oliveira Fernandes, Professora Auxiliar,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Agradecimentos

Concluir o mestrado representa, para mim, a certeza de que valeu a pena atravessar o oceano em busca de novos conhecimentos e vivências. Sou grata às raízes firmes que me sustentam: minha família, meus amigos e meu companheiro, pelo apoio, incentivo e carinho constantes.

Estendo também minha gratidão aos professores, em especial à minha orientadora e colegas do mestrado, que contribuíram para que esta jornada fosse mais do que um percurso acadêmico, tornando-se, sobretudo, uma experiência enriquecedora de aprendizado e de crescimento pessoal e coletivo.

Resumo

A presente dissertação analisa a preservação da matriz paisagística como estratégia de adaptação às alterações climáticas, tomando como estudo de caso o município da Póvoa de Varzim, no âmbito do projeto *Bosques pelo Clima*. A Póvoa de Varzim assume particular relevância no contexto da produção leiteira, agrícola e florestal, setores cuja expansão económica nas últimas décadas tem moldado profundamente o território. Todavia, esse crescimento traduziu-se numa reestruturação técnico-económica das explorações, com a passagem de uma matriz paisagística tradicional e extensiva para sistemas produtivos intensivos de caráter industrial, originando pressões ambientais significativas, desequilíbrios ecológicos e transformações da matriz paisagística tradicional.

Paralelamente, a integração do concelho no arco metropolitano do Porto intensificou as dinâmicas populacionais e urbanísticas, situação que criou uma fragilidade territorial perante os impactos dessa pressão sobre a natureza e seus recursos.

Diante dessa conjuntura, e com a crescente preocupação cívica em matérias ambientais em consequências das mudanças climáticas, criou-se o Centro do Clima da Póvoa de Varzim, que promoveu o projeto "Bosques pelo Clima" que procura criar e revitalizar áreas florestais como estratégia de adaptação do território às alterações climáticas.

Neste enquadramento, a dissertação desenvolve uma análise do contexto das alterações climáticas e, em particular, das pressões ambientais que incidem sobre o concelho. O estudo de caso teve como ponto de partida a análise do território e da sua evolução, permitindo concluir que a preservação da matriz paisagística e dos sistemas tradicionais locais constitui uma via mais resiliente de utilização do solo e uma estratégia relevante de adaptação às alterações climáticas.

Deste modo, o trabalho defende a articulação entre o projeto Bosques pelo Clima e a recuperação estratégica da matriz paisagística poveira, como forma de potenciar a resiliência do território face às alterações climáticas. Esta integração constitui uma oportunidade para reabilitar práticas sustentáveis, reforçar os equilíbrios ecológicos e consolidar a capacidade adaptativa da paisagem perante os desafios ambientais.

Palavras-chave: Póvoa de Varzim, alterações climáticas, matriz paisagística campo-bouça, paisagem em transformação, adaptação, Bosques pelo Clima

Abstract

This dissertation examines the preservation of the landscape matrix as a strategy for adapting to climate change, taking the municipality of Póvoa de Varzim as a case study within the framework of the *Bosques pelo Clima* project. Póvoa de Varzim holds particular significance in the context of dairy, agricultural, and forestry production, sectors whose economic expansion over recent decades has profoundly shaped the territory. However, this growth has led to a technical and economic restructuring of production systems, transitioning from a traditional, extensive landscape matrix (*campo-bouça*) to intensive, industrialized systems, resulting in significant environmental pressures, ecological imbalances, and transformations of the traditional landscape.

Simultaneously, the integration of the municipality into the Porto metropolitan area has intensified demographic and urban dynamics, creating territorial vulnerabilities in the face of pressures on natural resources.

In this context, and in response to increasing civic concern regarding environmental issues arising from climate change, the Póvoa de Varzim Climate Center was established, promoting the *Bosques pelo Clima* project, which seeks to create and revitalize forested areas as a territorial adaptation strategy to climate change.

Within this framework, the dissertation develops an analysis of the climate change context, with particular focus on the environmental pressures affecting the municipality. The case study begins with an assessment of the territory and its evolution, concluding that the preservation of the landscape matrix and traditional local systems represents a more resilient approach to land use and a relevant strategy for climate change adaptation.

Accordingly, the study advocates for the integration of the *Bosques pelo Clima* project with the strategic restoration of Póvoa de Varzim's landscape matrix as a means to enhance the territory's resilience to climate change. This integration represents an opportunity to rehabilitate sustainable practices, reinforce ecological balances, and strengthen the adaptive capacity of the landscape amid ongoing environmental transformations.

Keywords: Póvoa de Varzim, climate change, *campo-bouça* landscape matrix, transforming landscape, adaptation, *Bosques pelo Clima*

Índice

Lista de Tabelas vi

Lista de Figuras vii

Lista de Abreviaturas ix

1. INTRODUÇÃO 1

1.1. Problemática e Objetivos 2

1.2. Metodologia e Estrutura 4

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 7

2.1 Mudanças climáticas - Atuações mundiais e desenvolvimento para a Neutralidade Carbónica 2050 7

2.2. Estratégia Climática de Portugal: Regulamentos, Programas e Implementação 10

2.3. Estratégias de Adaptação Climática e Suas Implicações Territoriais e Sociais - Atuações Póvoa de Varzim 13

2.3.1 O Centro do Clima da Póvoa de Varzim: Resposta às alterações climáticas 16

3. BOSQUES E FLORESTAS: DO INDIVIDUAL AO SISTÊMICO NA AÇÃO CLIMÁTICA E ECOLÓGICA 18

3.1 Contributos individuais: árvores, arbustos e solos 18

3.2 Contributo integrado: a floresta e bosques como sistema regulador do clima e ecossistêmico 21

4. CASO DE ESTUDO – PÓVOA DE VARZIM: ENTRE A DINÂMICA DA PAISAGEM E O PROJETO BOSQUES PELO CLIMA NA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA CLIMÁTICA 23

4.1 Enquadramento geográfico e biofísico da Póvoa de Varzim 23

4.2 Características e evolução da matriz paisagística de Póvoa de Varzim 30

4.2.1 Caráter e Unidades de Paisagem 31

4.2.2 Evolução da matriz paisagística 33

4.3 O Projeto Bosque pelo Clima 42

4.4 Para além da adaptação, como pode o projeto Bosques pelo Clima contribuir para a preservação da matriz paisagística da Póva de Varzim 44
4.4.1 Zonas litorais – Dunas 47
4.4.2 Área Urbana 49
4.4.3 Masseiras 51
4.4.4 Mosaico paisagístico “Campo-Bouça” 54
4.4.5 Linhas de água 60
Conclusão 65
Referências Bibliográficas 67
Anexo 1 - Espécies de plantas selecionadas 77
Anexo 2 - Tabela resumo das medidas propostas 80
Anexo 3 – Propostas de intervenção em maior formato 81

Lista de Tabelas

Tabela 1. Metas climáticas

Tabela 2: Espécies selecionadas nos 3 estratos vegetais: arbóreo, arbustivo e herbáceo

Tabela 3. Tabela resumo das medidas de intervenção nas áreas de intervenção da proposta

Lista de Figuras

Figura 1. Exemplo da matriz *campo-bouça* da paisagística de Póvoa de Varzim

Figura 2. Esquema da Problemática

Figura 3. Metodologia de trabalho

Figura 4. Mapa dos efeitos das alterações climáticas na Europa.

Figura 5. Ficha climática – resumo das principais alterações climáticas projetadas para o Município da Póvoa de Varzim

Figura 6. Mapa Localização Póvoa de Varzim

Figura 7. Rio Este Póvoa de Varzim

Figura 8. . Fotografias de *Masseiras: técnica agrícola tradicional do litoral norte de Portugal*

Figura 9. Mapas das variáveis físicas de Póvoa de Varzim

Figura 10. Mapas condicionantes legais e instrumentos de gestão do território, Póvoa de Varzim

Figura 11. Vista aérea da cidade de Póvoa de Varzim, Portugal

Figura 12. Mapa de Unidade de Paisagem. Entre Cavado e Ave.

Figura 13. . Imagens das Masseiras em Póvoa de Varzim

Figura 14. Exemplo de estufas que estão substituindo as masseiras

Figura 15. . Foto 1: Matriz paisagística “Campo Bouça” com agricultura rodeada de floresta. Foto 2: Agricultura de milho e floresta Póvoa de Varzim. Foto 3: Serra de Rates e agricultura. Foto 4: Recinto bovino

Figura 16. Evolução da Póvoa de Varzim: vista aérea da cidade e da costa em 1945 (Fonte: Vista aérea da cidade da Póvoa de Varzim, s.d.) e 2017

Figura 17. Mapa de uso e ocupação do solo de 1995.

Figura 18. Mapa de uso e ocupação do solo de 2018

Figura 19. Mapa com a localização exemplificativa das propostas de intervenção

Figura 20. Resumo dos objetivos para cada zona de intervenção em Póvoa de Varzim

Figura 21. Esquerda: Estacas de *Salix myrsinifolia* dois anos após implante. Direita: Raízes adventícias ao longo do caule duma planta enterrada
Figura 22. Imagem representativa da proposta de intervenção na costa marítima

Figura 23. Imagem representativa da proposta de intervenção nas masseiras e da sua relação com a continuidade da paisagem

Figura 24. Exemplo de trilho em Póvoa de Varzim para integrar as áreas de intervenção

Figura 25. Representação do sistema “Campo-Bouça” regenerado

Figura 26. Foto do Rio Este representação da intervenção no rio Ester

Lista de Abreviaturas

DGES	Direção Geral Do Ensino Superior
FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
UP	Universidade do Porto
RNC2050	Roteiro Nacional para a Neutralidade Carbónica 2050
GEE	Emissões de Gases com Efeito de Estufa
LULC	*Land Use and Land Cover*
C	Carbono
CO_2	Dióxido de Carbono

1. INTRODUÇÃO

As alterações climáticas constituem um dos maiores desafios globais contemporâneos, com impactos ambientais, sociais e económicos. O efeito estufa é um processo natural de aquecimento da Terra, que permite o desenvolvimento da vida no planeta. Gases como vapor de água, dióxido de carbono e metano absorvem e reemitam parte da radiação infravermelha, impedindo-a de escapar diretamente para o espaço, mantendo a superfície terrestre a uma temperatura média habitável e que permitiu o surgimento da vida (The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2025).

Porém com o aparecimento de indústrias, a desflorestação e a utilização de combustíveis fósseis, verificou-se um aumento da emissão de gases de efeito estufa (principalmente o CO2) de forma desproporcional à sua absorção, provocando um desequilíbrio no ciclo (Schneider, 1989; Hamburg et al., 1997).

Entre as causas dessas alterações, destacam-se as mudanças no uso e cobertura do solo (land use and land cover – LULC), que são responsáveis por aproximadamente 12,5% das emissões globais de carbono de origem antrópica (Houghton et al., 2012). O desflorestamento, a degradação dos solos e a conversão de áreas naturais em terrenos agrícolas ou urbanos comprometem o ciclo do carbono, ao reduzir a capacidade dos ecossistemas para absorver o CO_2, agravando, assim, o efeito de estufa (Houghton et al., 2012).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC, 2023), o aumento da concentração atmosférica de dióxido de carbono (CO_2) é o principal responsável pelo aquecimento global, resultante das atividades humanas que modificam tanto a superfície terrestre como a composição atmosférica, alterando o balanço energético da Terra.

Perante este cenário, torna-se necessário a adoção de estratégias sustentáveis de planeamento e gestão da paisagem. A gestão florestal sustentável surge como uma alternativa promissora, permitindo conciliar o desenvolvimento económico com a preservação ambiental, sobretudo pelo potencial das florestas em capturar e armazenar carbono. Todavia, a eficiência desse sequestro depende de fatores internos, como a composição vegetal, a fenologia, a densidade dos povoamentos e a estrutura da paisagem (Smith et al., 2008).

A preocupação com o escalar do impacto das alterações climáticas no seu território o município da Póvoa de Varzim, localizado no norte de Portugal, criou o Centro do Clima, uma estrutura orientada para a transição climática com foco na requalificação da paisagem. A "Rede de Bosques pelo Clima", foi um dos primeiros e mais estruturantes projetos desta organização e tem como objetivo instalar e revitalizar áreas florestais como estratégia de adaptação do território às alterações climáticas, quer através da recuperação de bosques existentes, da conversão de áreas dominadas por espécies exóticas em florestas nativas e da criação de novos espaços arborizados (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

O presente estudo tem como objetivos perceber a articulação entre o projeto Bosques pelo Clima, e a matriz paisagística do município da Póvoa de Varzim, tradicionalmente designada por campo-bouça, analisar a sua contribuição para a adaptação do território às alterações climáticas, refletindo sobre as estratégias de implementação adotadas e as formações florestais propostas tendo em vista a construção de uma matriz mais resiliente face às exigências ambientais atuais.

1.1. Problemática e Objetivos

O município da Póvoa de Varzim evidencia um progressivo desaparecimento da sua matriz paisagística tradicional, com a expansão da agricultura intensiva e da silvicultura comercial, maioritariamente em monoculturas, e redução cada vez mais acelerada das áreas florestais autóctones (Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho – DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & UP – CIBIO, 2007).

A paisagem desta região possui características únicas pelo seu sistema tradicional de uso da terra, seja no âmbito da agricultura costeira, nas tradicionais masseiras, seja com seu sistema *campo-bouça.* Esse sistema caracterizava-se pela integração entre áreas de produção agrícola (campo) e zonas florestais (bouças), atribuindo-se à floresta um papel estruturante na configuração da paisagem rural poveira (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023) (figura 01).



Figura 01. Exemplo da matriz *campo-bouça* da paisagística de Póvoa de Varzim
Fonte: Fotografias do autor em junho de 2025

A composição resultante origina mosaicos florestais diversificados, que desempenham funções ecológicas como a proteção contraventos, a regulação dos ciclos do carbono, da água e dos nutrientes, bem como para o suporte da biodiversidade (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

A problemática central é da perda progressiva dos sistemas tradicionais de uso da terra da Póvoa de Varzim, que historicamente apresentavam maior resiliência às pressões ambientais e às alterações climáticas do que os atuais modelos de exploração do território. A substituição da matriz tradicional por sistemas de produção intensivos tem conduzido a significativas perdas de biodiversidade, a uma diminuição da heterogeneidade paisagística e ao aumento da vulnerabilidade ecológica do município (Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004) (Figura 2).

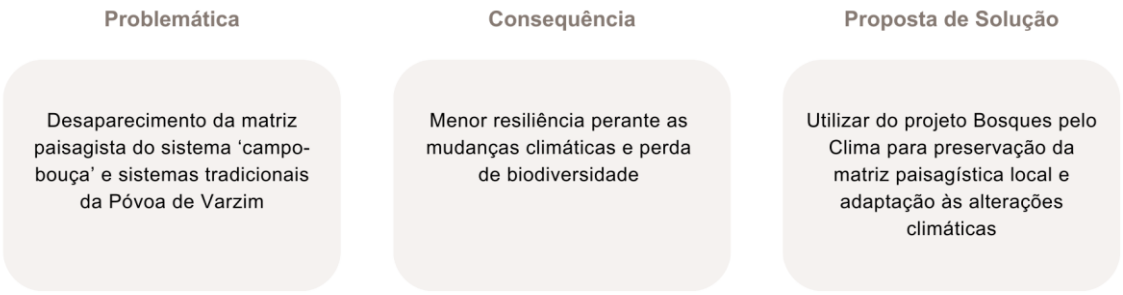


Figura 02. Esquema da Problemática
Fonte: Elaborado pelo autor

Os principais objetivos desta dissertação são, portanto, demonstrar a importância da preservação da matriz paisagística de Póvoa de Varzim e suas formas tradicionais de uso da terra para a adaptação do território às mudanças climáticas, assumindo o projeto "Bosques pelo Clima" como uma oportunidade de preservação dessa matriz.

Pretende-se, então, com este trabalho:

- Analisar a importância da matriz paisagística tradicional de Póvoa de Varzim para a adaptação das mudanças climáticas.
- Analisar o projeto Bosques pelo Clima e suas contribuições para preservação dessa matriz, assumindo que a paisagem é evolutiva e a sua expressão reflete o tecido socioeconómico da região.
- Contribuir para maximizar o impacto do projeto Bosques pelo Clima a partir de medidas e propostas de composições vegetais associadas às características singulares de zonas distintas do município.

1.2. Metodologia e Estrutura

A presente investigação adota uma abordagem qualitativa, sustentada numa ampla revisão bibliográfica que fundamenta o enquadramento teórico da dissertação. Essa revisão inclui conceitos e contributos relacionados com a problemática das alterações climáticas, a importância das árvores e dos bosques na adaptação, bem como referências a estudos que sustentam a relevância da preservação da matriz paisagística da Póvoa de Varzim.

Complementarmente, desenvolveu-se um estudo de caso centrado na implementação do projeto Bosques pelo Clima no município da Póvoa de Varzim, analisando o seu potencial enquanto estratégia de preservação da matriz paisagística local e de adaptação das alterações climáticas. Para além de literatura da especialidade, foram consultados mapas, estudos prévios e Instrumentos de Gestão Territorial, de forma a compreender a evolução histórica do território, as suas características biofísicas e a dinâmica atual, como a perda gradual da paisagem tradicional e a necessidade de conciliar os interesses económicos com objetivos ambientais e de qualidade paisagística.

A metodologia incluiu também visitas técnicas que permitiram uma análise in loco das características físicas, sociais e económicas do território, possibilitando a percepção das diferentes dinâmicas do uso do solo. Durante a visita, foram realizadas observações e registos fotográficos, o que contribuiu para compreender melhor os desafios enfrentados, bem como as potencialidades de desenvolvimento (Figura 03).



Figura 03. Metodologia de trabalho
Fonte: Elaborado pelo autor

Cumpre mencionar ainda que, na elaboração desta dissertação, houve utilização de ferramentas de inteligência artificial generativa nos processos de pesquisa bibliográfica, elaboração e edição de texto.

A dissertação organiza-se em cinco capítulos:

O primeiro capítulo, **Introdução**, apresenta a problemática, os objetivos e a metodologia do estudo.

O segundo capítulo, **Revisão Bibliográfica – Mudanças Climáticas: Atuações Mundiais e Desenvolvimento para a Neutralidade Carbónica 2050**, descreve a evolução das respostas globais à crise climática até meta da Neutralidade Carbónica 2050, abordando depois o contexto nacional e, em particular, as estratégias municipais da Póvoa de Varzim.

O terceiro capítulo, **Bosques E Florestas: Do Individual ao Sistêmico na Ação Climática E Ecológica,** analisa o papel dos diferentes estratos da vegetação e do solo na absorção de CO_2, evidenciando os contributos para a adaptação climática e para o equilíbrio ecológico, potencializados nas florestas e bosques.

O quarto capítulo, **Caso De Estudo – Póvoa De Varzim: Entre a Dinâmica da Paisagem e o Projeto Bosques pelo Clima na Construção da Resiliência Climática**, apresenta a evolução territorial da Póvoa de Varzim e descreve o projeto Bosques pelo Clima como resposta local à adaptação das alterações climáticas.

Conclusão, sintetiza o processo desenvolvido, identifica aspetos a aprofundar e aponta caminhos para futuras investigações.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Mudanças climáticas - Atuações mundiais e desenvolvimento para a Neutralidade Carbónica 2050

O aumento da temperatura média global, causado principalmente pela crescente concentração de gases como o CO_2, é um dos maiores desafios da atualidade. Entre 1985 e 2013, a concentração atmosférica de CO_2 passou de 315,7 ppm para 400 ppm, uma taxa anual de crescimento de cerca de 0,5%, representando uma mudança sem precedentes na história do planeta (Pereira, 2016). Este aumento intensifica o efeito estufa, com potencial para provocar eventos extremos como secas prolongadas, incêndios florestais, elevação do nível médio do mar e perda significativa de biodiversidade (Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas [IPCC], 2007, 2022).

O aquecimento global tem afetado diretamente os ciclos biológicos das florestas. Invernos mais amenos e primaveras mais quentes têm causado o adiantamento da rebentação das árvores e o alargamento do período vegetativo. A fragmentação dos habitats, associada à proliferação de patógenos, dificulta a adaptação e migração natural das espécies florestais, comprometendo a sua resiliência futura (Pereira, 2016).

Ao longo da história, tornou-se evidente a necessidade de estabelecer uma relação mais equilibrada entre as ações humanas e o ambiente, reconhecendo que os recursos naturais não são inesgotáveis. A primeira grande iniciativa global nesse sentido foi a **Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972**, que marcou a primeira conferência mundial da ONU sobre questões ambientais e levou à criação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (United Nations, 1972). A sociedade científica começou a alertar para problemas graves, como a poluição atmosférica industrial, a diminuição de lagos e rios, o efeito da inversão térmica e as ilhas de calor urbanas.

Em **1979, a Convenção de Genebra sobre Poluição Atmosférica** focou-se na proteção do ambiente contra os efeitos negativos da poluição do ar, incluindo a precipitação ácida, a acidificação de solos e massas de água, estabelecendo medidas para reduzir gradualmente a degradação da qualidade do ar (United Nations Economic Commission for Europe, 1979). Em **1985, a Convenção de Viena** para a Proteção da Camada de Ozono introduziu normas para proteger esta camada essencial contra a radiação ultravioleta (United Nations, 1985), sendo complementada, em 1987, pelo Protocolo de Montreal, que obrigou os países signatários a substituírem substâncias que destroem o ozono (United Nations Environment Programme, 1987).

Ainda em **1987, o Relatório Brundtland**, elaborado pela Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento, consagrou o conceito de desenvolvimento sustentável, definido como aquele que satisfaz as necessidades atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazer as suas próprias necessidades (World Commission on Environment and Development, 1987). Este relatório alertou para os riscos do uso excessivo dos recursos naturais e para a incompatibilidade entre os padrões de produção e consumo vigentes e a sustentabilidade ambiental.

Em **1988, foi criado o Painel Intergovernamental** sobre Alterações Climáticas (IPCC), destinado a avaliar cientificamente os riscos das mudanças climáticas e fornecer orientação aos decisores políticos (IPCC, 1988).

A necessidade de respostas globais levou, em **1992, à Cimeira da Terra**, no Rio de Janeiro, que produziu a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Alterações Climáticas (UNFCCC), a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), a Convenção de Combate à Desertificação (UNCCD) e a Agenda 21 (UN, 1992). Posteriormente, o **Protocolo de Quioto, em 1997**, tornou-se o primeiro acordo internacional vinculativo

para reduzir emissões de gases com efeito de estufa, embora a sua efetividade tenha sido limitada pela ausência de metas obrigatórias para países em desenvolvimento e pela saída de grandes emissores, como os Estados Unidos (UNFCCC, 1998).

Nos anos 2000, surgiram a **Carta da Terra (2000),** documento ético global para a sustentabilidade (Earth Charter, 2000), e a Cimeira Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, em Joanesburgo (2002), conhecida como **Rio+10**, consolidando os compromissos globais para o desenvolvimento sustentável. Em **2009, a COP15** em Copenhaga representou uma tentativa falhada de acordo global vinculativo, mas foi um marco de mobilização internacional significativa.

Na década de 2010, a **Conferência Rio+20 (2012)** lançou bases para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (UN, 2012). Em **2015, o Acordo de Paris (COP21)** estabeleceu o compromisso de limitar o aumento da temperatura global a menos de 2 °C, idealmente a 1,5 °C, em relação ao ano de 1900 (período pré-industrial), com a participação de 196 países que apresentaram Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) visando a neutralidade carbónica (UNFCCC, 2015). O mesmo ano marcou a aprovação da Agenda 2030 e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Em **2021, a COP26**, em Glasgow, reforçou os compromissos nacionais de redução de emissões e consolidou o objetivo de atingir a neutralidade carbónica a meio do século (UNFCCC, 2021). Em **2022, o Acordo de Kunming-Montreal** (COP15 da Biodiversidade) definiu um quadro global para travar a perda de biodiversidade até 2030 (UN, 2022), enquanto em **2023, a COP28**, em Dubai, realizou a primeira avaliação global do progresso do Acordo de Paris, conhecida como Global Stocktake (UNFCCC, 2023).

A neutralidade carbónica corresponde ao ponto de equilíbrio em que as emissões de gases com efeito de estufa são compensadas pelo seu sequestro da atmosfera, resultando num balanço nulo. Este é o objetivo central do Roteiro Nacional para a **Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050),** que prevê reduzir as emissões atuais e reforçar a capacidade de sequestro de carbono por sumidouros naturais, como as florestas (Florestas, 2021).

Visando uma economia de baixo carbono, as metas climáticas foram, então, estruturadas em marcos temporais estratégicos — 2020, 2030 e 2050 — e organizadas da seguinte forma:

METAS CLIMÁTICAS

Ano	Objetivos
2020 — Pacote de Clima e Energia:	• Redução de 20% das emissões de GEE em relação aos níveis de 1990; • Aumento para 20% da participação das energias renováveis no consumo energético; • Melhoria de 20% na eficiência energética.
2030 — Quadro de Clima e Energia:	• Redução mínima de 40% nas emissões de GEE, comparativamente a 1990; • Pelo menos 27% de energia proveniente de fontes renováveis; • Melhoria de pelo menos 27% na eficiência energética.
2050 — Rumo a uma Economia de Baixa Emissão de Carbono:	• Redução de até 80% nas emissões de GEE em relação aos níveis de 1990; • Metas intermediárias: 40% de redução até 2030 e 60% até 2040; • Participação de todos os principais setores — energia, agricultura, transportes, construção civil e edifícios — na redução de emissões; • A transição económica de emissões de baixo carbono é considerada tecnicamente exequível e economicamente viável.

Tabela 1 – Metas climáticas
Fonte: Elaborado pelo autor (Comissão Europeia, 2014).

Neste cenário, a adaptação dos territórios às alterações climáticas constitui um desafio transversal, que implica a implementação de medidas eficazes nos níveis local, regional, nacional e internacional. (Comissão Europeia, 2014).

2.2. Estratégia Climática de Portugal: Regulamentos, Programas e Implementação

O território português apresenta uma elevada vulnerabilidade às alterações climáticas, que se manifesta em diversos efeitos, como o aumento de episódios de calor extremo, maior risco de secas, perda de biodiversidade, ocorrência de incêndios florestais e consequências socioeconómicas (Figura 4).

De acordo com Rivas-Martínez et al (1990), Portugal continental apresenta biogeográfica em dois grandes grupos Eurossiberiana com subregião Atlântica-Medioeuropeia e Região Mediterrânica. A localização geográfica do país, marcada por uma extensa faixa costeira, acentua ainda mais esta vulnerabilidade, sobretudo face à subida do nível do mar e à erosão costeira. Assim, as políticas de adaptação e mitigação devem assumir um papel central na agenda de investigação nacional. Torna-se,

portanto, essencial considerar os fenómenos extremos em risco (figura 4), como a intensificação das secas, a frequência de ondas de calor, a desflorestação associada em grande parte aos incêndios florestais e o aumento da mortalidade causada por vagas de calor (Carvalho, Schmidt, Santos, & Delicado, 2014).

De acordo com o IPCC 2013, em Portugal particularmente, está previsto um aumento da temperatura média anual ao longo das próximas décadas, que pode chegar a 5°C em 2100.

Na região mediterrânica, Portugal enfrenta menos precipitação e a diminuição dos caudais fluviais, o que intensifica a competição pelos recursos hídricos e aumenta a necessidade de água para a agricultura. Entre os impactos mais significativos destacam-se o menor rendimento das colheitas, as dificuldades acrescidas na criação de gado e na produção de energia, bem como a maior necessidade de energia para refrigeração (Parlamento Europeu, 2023).

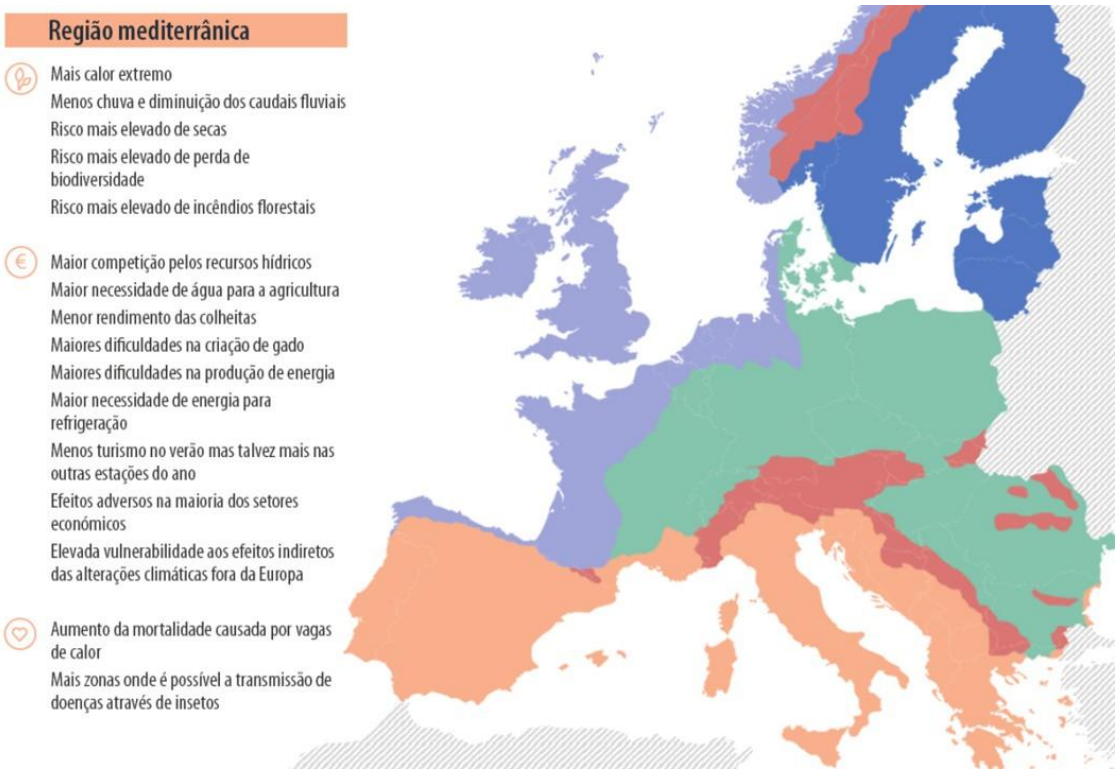


Figura 04. Mapa dos efeitos das alterações climáticas na Europa.
Fonte: Parlamento Europeu. (2023, 29 de março)

Desde a década de 1990, Portugal tem vindo a estruturar a sua resposta às alterações climáticas através da adesão a acordos internacionais, como o Protocolo de

Quioto, e da criação de planos nacionais de mitigação e adaptação (Carvalho et al., 2014). A Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC), lançada em 2010 e atualizada em 2015, constituiu um marco fundamental, estabelecendo prioridades em setores-chave como agricultura, recursos hídricos e florestas (Campos, Alves, Dinis, Truninger, & Schmidt, 2017). Dentro desse contexto, Portugal, no ano de 2016, assumiu o compromisso de atingir a neutralidade carbónica até 2050, durante a Conferência das Partes da Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, aderindo as metas estipuladas no âmbito do Protocolo de Quioto (APA, 2019).

Segundo a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), considerando as emissões e os sumidouros, o saldo líquido de emissões era, em 2019, de 60 Mt CO2 em Portugal. Esse número é importante, pois indica a ordem de grandeza da redução necessária até 2050 para alcançar a neutralidade carbónica (APA, 2019).

Mais recentemente, com a aprovação da Lei de Bases do Clima, em 2021, ficaram definidas metas vinculativas de neutralidade carbónica até 2050, obrigando os municípios a desenvolver planos locais de adaptação (Medeiros, 2023). Organismos como a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e programas como o *ClimAdaPT.Local* têm sido direcionados para a coordenação multiescalar destas estratégias, integrando também a participação dos concelhos na gestão territorial e florestal. Alcançar a neutralidade carbónica envolve uma redução nas emissões de Portugal entre 85% a 90% até 2050, em comparação com os níveis de 2005, com as emissões restantes sendo compensadas pelos sumidouros proporcionados pelo uso do solo e florestas (APA, 2019).

Em 2010, as florestas portuguesas compensaram cerca de 14% das emissões nacionais de CO_2, contribuindo para que o país permanecesse dentro dos limites de emissão definidos pela União Europeia no âmbito do Protocolo de Quioto (APA, 2019).

Em 2006 Portugal desenvolveu a Estratégia Nacional para as Florestas que enfatiza o papel crucial do setor florestal na adaptação das mudanças climáticas, promovendo o seu desenvolvimento tanto a nível socioeconómico quanto ambiental (Governo de Portugal, 2006). Esta estratégia visa o fortalecimento da gestão florestal sustentável, a promoção do uso de produtos florestais e a restauração de áreas degradadas, aumentando a capacidade das florestas portuguesas de atuar como sumidouros de carbono. Além disso, a estratégia integra ações que contribuem para a

adaptação das florestas às mudanças climáticas, reforçando a resiliência desses ecossistemas essenciais (Público, 2006).

Juntamente com esta estratégia, é também importante mencionar a Política Agrícola Comum (PAC), criada em 1962 (Conselho da União Europeia, n.d.), que tem sofrido várias reformas ao longo das décadas. A reforma mais recente entrou em vigor a 1 de janeiro de 2023, para o período de financiamento 2023-2027, reforçando o apoio à viabilidade económica das comunidades rurais através de medidas de desenvolvimento rural (Parlamento Europeu, 2023).

A PAC considera que o apoio ao uso sustentável da terra deve incluir o desenvolvimento e a gestão sustentável das áreas florestais, reconhecendo o potencial dessas áreas para aumentar a concentração de carbono no solo e contribuir para a adaptação das alterações climáticas. Este alinhamento de políticas, que combina o apoio à agricultura sustentável com a promoção de práticas florestais responsáveis, tem grande importância para o desenvolvimento de projetos de gestão dos interesses que causam efeitos no resultado entre emissores e sumidouros dos gases de efeito estufa (Comissão Europeia, 2024).

Além disso, o Regulamento (UE) 2021/1119 — conhecida como a Lei Europeia do Clima — que estabelece, a nível da União Europeia, o objetivo vinculativo de neutralidade climática até 2050 e integra ações específicas para o setor florestal e agrícola, reconhecendo a sua importância na captura de carbono e na redução das emissões. Através de iniciativas como o reflorestamento e a promoção de práticas agrícolas que aumentem a absorção de carbono no solo, Portugal pode alcançar de forma mais eficaz os seus objetivos climáticos (Parlamento Português, 2019).

Apesar de várias ações, em Portugal observa-se a transformação de vastas áreas florestais em monoculturas de espécies exóticas como o eucalipto, com biodiversidade reduzida e baixo valor paisagístico, propriedade fragmentada entre numerosos pequenos ou ausentes proprietários, amplamente afetadas por pragas, doenças e incêndios recorrentes e devastadores (ICNF, 2021).

2.3. Estratégias de Adaptação Climática e Suas Implicações Territoriais e Sociais - Atuações Póvoa de Varzim

A Póvoa de Varzim, concelho de estudo do presente trabalho, situa-se na faixa litoral norte de Portugal, na costa atlântica, integrada na zona entre os rios Cávado e Ave, e faz parte da área metropolitana do Porto. Esta localização geográfica singular imprime uma forte marca biogeográfica e ecológica ao território: a sua proximidade ao Atlântico condiciona o clima temperado marítimo, os solos arenosos e a presença de planície costeira com dunas e antiga plataforma marinha. (Área Metropolitana do Porto, 2019).

Essa configuração territorial e biogeográfica influenciou profundamente os modos de vida das populações ao longo da história. Por um lado, a planície arenosa junto ao mar favoreceu atividades como a pesca costeira e a agricultura hortícola, incluindo técnicas tradicionais como as *masseiras*, as quais serão explicadas posteriormente, moldando uma cultura fortemente ligada aos recursos marítimos e às terras costeiras (Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, s.d.; O Poveiro, s.d.). Por outro lado, o relevo mais ondulado e fértil na porção interior, marcado por serras e vales, permitiu o desenvolvimento de uma agricultura diversificada e de uma paisagem rural composta por campos, vinhas e pequenos aglomerados humanos, gerando uma estrutura paisagística heterogénea que articula litoral, planície e monte (Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, s.d.).

De acordo com as Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC) de 2019, as projeções climáticas para o município indicam uma tendência para a diminuição da precipitação total anual, acompanhada por um aumento significativo das temperaturas médias, sobretudo das temperaturas máximas. Esta evolução poderá intensificar a ocorrência de verões mais longos, quentes e secos, bem como aumentar a frequência de ondas de calor e a probabilidade de fenómenos extremos, tais como eventos de precipitação intensa ou muito intensa.

As zonas costeiras, pelas suas características físicas e ecológicas, poderão sentir de forma mais acentuada, nomeadamente ao nível da estrutura e função dos ecossistemas. Subida das águas do mar poderá alterar a configuração das linhas de costa, intensificar os processos de erosão costeira, provocar inundações e favorecer a intrusão de água salgada em aquíferos subterrâneos (EMAA, 2019). A irregularidade na precipitação e a maior ocorrência de períodos de seca prolongada tendem a comprometer a disponibilidade hídrica, afetando a produtividade agrícola. Essas mudanças ameaçam a segurança alimentar e a estabilidade económica do município e colocam em risco a biodiversidade local e a resiliência dos solos.

As principais alterações climáticas projetadas para o Município da Póvoa de Varzim são apresentadas de forma resumida na figura 5 a seguir, que constituem a ficha climática do Município.

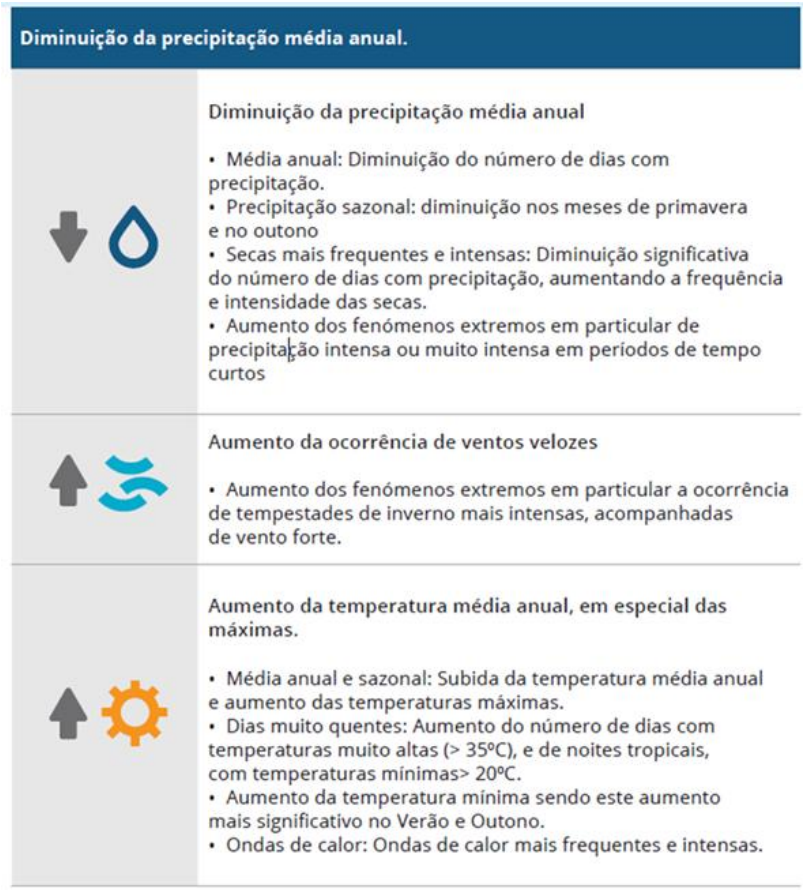


Figura 05. Ficha climática – resumo das principais alterações climáticas projetadas para o Município da Póvoa de Varzim. Fonte: EMAA, 2019

Sendo as alterações climáticas um problema de amplitude global, é necessário que as ações de mitigação e adaptação envolvam todas as instâncias políticas: desde o nível local, dos seus municípios, a nível intermunicipal e a nível internacional, envolvendo todos os níveis de governança. Sendo assim, os compromissos adotados pela Câmara do Municipal da Póvoa de Varzim, relacionam-se com as orientações nacionais e europeias de políticas de mitigação e adaptação às alterações climáticas.

A Câmara Municipal tem articulado a sua ação com a Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020) e com o Plano Nacional Energia e Clima 2030 (PNEC 2030), promovendo iniciativas no domínio da eficiência energética, da valorização dos espaços verdes urbanos e da proteção costeira, tendo em conta a vulnerabilidade da faixa litoral poveira à erosão e à subida do nível do mar. Destaca-se

ainda o esforço de integração das alterações climáticas nos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT), de modo a garantir maior coerência entre ordenamento do território, políticas de uso do solo e metas ambientais (Câmara Municipal de Póvoa de Varzim, 2014).

No âmbito das ações centradas na agricultura e gestão florestal, destaca-se a reflorestação urbana, promovida pelas iniciativas da CM Póvoa do Varzim para o Clima, através da criação de ilhas de sombra e novas áreas verdes, contribuindo para o aumento da área arborizada e para a regulação térmica urbana. Em paralelo, reflorestação comunitária, como as realizadas em S. Pedro de Rates no âmbito do Projeto FUTURO, têm reconvertido áreas ocupadas por eucaliptais em bosques autóctones, com a participação ativa da população e instituições locais, fortalecendo o sequestro de carbono e a biodiversidade (CM Póvoa do Varzim, 2023).

A nível da capacitação, seminários como “Florestas e Clima”, promovidos pelo Centro do Clima, têm discutido estratégias de agrofloresta, regeneração dos solos e gestão sustentável do território, reforçando a integração entre conservação ambiental e desenvolvimento económico (Município da Póvoa de Varzim & Centro do Clima, 2024).

Porém ainda é iminente abordagens multifuncionais que associam a preservação da matriz paisagística poveira, políticas que envolvam a população e tragam possibilidades económicas associadas às actividades como leiteira, agricultura, temas responsáveis por grande parte do uso do território e com grande impacto ambiental.

2.3.1 O Centro do Clima da Póvoa de Varzim: Resposta às alterações climáticas

Fundado em 2023 pela Câmara Municipal da Póvoa de Varzim, pela associação BIOPOLIS (ligada à Universidade do Porto) e pela Junta de Freguesia de Rates, o Centro do Clima representa uma aposta pioneira a nível nacional na criação de uma estrutura dedicada à resposta local e regional às alterações climáticas. A sua fundação revela a preocupação da autarquia com a sustentabilidade ambiental, assumindo-se como um espaço de inovação, mobilização comunitária e promoção de soluções baseadas na natureza (Câmara Municipal da Póvoa de Varzim [CMPV], 2023a).

Desde a sua criação, o Centro do Clima tem vindo a afirmar-se como um polo de ação e conhecimento, com capacidade para unir entidades públicas, instituições científicas, associações locais e cidadãos em torno de um objetivo comum: promover a adaptação e mitigação das alterações climáticas através da valorização dos ecossistemas, da floresta e do território (Bosques pelo Clima, 2023).

Entre os primeiros projetos lançados pelo Centro do Clima destaca-se a Rede de Bosques pelo Clima, iniciativa estruturante que procura responder a vários desafios ambientais sentidos tanto no concelho como em Portugal. Este projeto assenta em três eixos principais: a revitalização de bosques existentes, a reconversão de áreas ocupadas por espécies exóticas (como o eucalipto) em bosques de espécies nativas, e a criação de novos espaços florestais. Trata-se, portanto, de uma estratégia integrada que vai além da simples plantação de árvores, envolvendo também ações de gestão florestal sustentável, controlo de espécies invasoras, preservação de linhas de água e reforço da biodiversidade (Bosques pelo Clima, 2023).

O Centro do Clima coordena esta rede com base numa lógica de governança colaborativa, articulando-se com equipas municipais (ambiente, florestas e proteção civil), investigadores do BIOPOLIS, forças de segurança, associações florestais, escolas, voluntários e mecenas. A Serra de Rates, considerada o “pulmão verde” do concelho, assume-se como um dos territórios prioritários de intervenção, procurando-se conciliar a vertente produtiva com a conservação ambiental (Bosques pelo Clima, 2023).

Além da componente ecológica, o Centro do Clima aposta na dimensão educativa e cultural, promovendo programas como os “Jovens pelo Clima”, oficinas de sustentabilidade, residências artísticas, passeios interpretativos e campanhas de sensibilização. Estes projetos pretendem induzir uma mudança cultural duradoura, fomentando a consciência ambiental e o envolvimento da comunidade local (Centro do Clima, 2023).

A ambição do Centro do Clima é clara: até 2030, integrar pelo menos 3% da área florestal do concelho na Rede de Bosques pelo Clima, aumentando progressivamente esta percentagem até 2045. Paralelamente, pretende-se que cada poveiro esteja simbolicamente representado por uma árvore plantada, reforçando a ligação entre a população e o património natural do território (Bosques pelo Clima, 2023).

Desta forma, o Centro do Clima da Póvoa de Varzim surge não apenas como um organismo técnico, mas como um verdadeiro laboratório de cidadania e de transição ecológica, cuja relevância se estende muito para além das fronteiras municipais,

constituindo-se como referência nacional no domínio da adaptação às alterações climáticas (CMPV, 2023a; Público, 2023).

3. BOSQUES E FLORESTAS: DO INDIVIDUAL AO SISTÊMICO NA AÇÃO CLIMÁTICA E ECOLÓGICA

3.1 Contributos individuais: árvores, arbustos e solos

As árvores, desempenham um papel central nos ecossistemas terrestres, não apenas pela sua complexidade morfológica e fisiológica, mas também pelos serviços ecossistémicos que prestam à sociedade e ao meio ambiente. Entre esses serviços, destaca-se a sua função enquanto importantes sumidouros de carbono[1]. Elas removem CO_2 da atmosfera e armazenam-no em seus tecidos ao longo do ciclo de vida, contribuindo diretamente para a adaptação das alterações climáticas (Nowak & Crane (2002); IPCC (2000); Penman et al. (2003). Goldemberg (2009) destaca que plantas perenes, como as árvores, exercem um papel fundamental nesse processo devido à sua longa expectativa de vida, permitindo uma captação contínua de carbono ao longo dos anos.

No meio urbano, os benefícios das árvores são amplamente documentados. Tallis, Taylor, Sinnett e Freer-Smith (2011) demonstram que árvores maduras são altamente eficientes na captação de poluentes atmosféricos, como ozono (O_3), óxidos de azoto (NO_x), dióxido de enxofre (SO_2), monóxido de carbono (CO) e partículas finas (PM10). Árvores de grande porte e boa saúde removem entre 60 a 70 vezes mais poluentes do que árvores pequenas ou doentes (McPherson, Novak & Powntree, 1994). Esta função purificadora tem impacto direto na qualidade do ar e na saúde pública.

[1] *O reservatório ou sumidouro de carbono é qualquer sistema que absorve mais carbono do que a quantidade que emite, sendo que os principais sumidouros são o solo, as florestas e os oceanos (Martins, 2023).*

Outro benefício essencial é o arrefecimento do ambiente urbano. A redução da temperatura ocorre tanto pela sombra projetada quanto pela evapotranspiração. Estudos mostram que uma única árvore pode transpirar até 380 litros de água por dia, o que equivale ao efeito de cinco aparelhos de ar-condicionado a funcionar durante 20 horas (Grey & Deneke, 1978). Oke (1989) destaca que áreas arborizadas podem apresentar temperaturas até 10°C inferiores às áreas densamente urbanizadas e com pouca cobertura vegetal (Lombardo, 1990).

No contexto hidrológico, as árvores desempenham um papel decisivo na interceptação das águas pluviais. Conforme o Center for Urban Forest Research (apud Trowbridge & Bassuk, 2004), uma árvore de porte médio pode reter até cerca de 9.000 litros de água da chuva por ano. As espécies perenes e coníferas apresentam maior capacidade de retenção hídrica do que as árvores caducifólias, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial, controlo de enxurradas e alívio dos sistemas urbanos de drenagem. Grey e Deneke (1978) reforçam que a eficácia dessa função depende de múltiplos fatores, como intensidade da precipitação, topografia, composição do solo e arquitetura da copa.

Do ponto de vista económico, embora menos tangíveis, os benefícios são significativos. McPherson et al. (1994), Donovan e Bretty (2009) e Pandit e Laband (2010) demonstram que as árvores contribuem para a redução dos custos com energia, cerca de 1,3% no aquecimento e até 7% no ar-condicionado, além de valorizarem os imóveis e incrementarem o comércio local, ao fortalecer a identidade e o apelo visual das cidades.

As contribuições sociais também são vastas. Espaços verdes arborizados promovem a saúde mental e física dos cidadãos, oferecendo locais de lazer, socialização e prática de atividades ao ar livre. Estudos de Kuo e Sullivan (2001) e Tarran (2009) mostram que áreas urbanas com vegetação abundante registam até 50% menos crimes do que zonas com pouca cobertura arbórea, evidenciando o potencial das árvores na construção de comunidades mais seguras, inclusivas e resilientes. Assim, as árvores transcendem a função ornamental, configurando-se como infraestruturas verdes essenciais para o bem-estar, a estabilidade ecológica e o combate às alterações climáticas.

As comunidades arbustivas têm vindo a adquirir uma importância crescente na literatura científica devido à sua capacidade de armazenar carbono, constituindo um elemento estratégico na adaptação às alterações climáticas. Em ecossistemas

mediterrânicos de montanha, como o Parque Natural de Montesinho, em Portugal, foi demonstrado que a vegetação arbustiva acumula carbono em diversos compartimentos ecológicos, designadamente na biomassa aérea (caules, ramos, folhas e frutos), na biomassa subterrânea, na matéria orgânica produzida e no solo mineral. Para além da sua relevância enquanto sumidouros de carbono, estas comunidades asseguram serviços ecossistémicos fundamentais, tais como a conservação das propriedades do solo, a melhoria da qualidade da água e a preservação da biodiversidade, sendo especialmente significativas em áreas de montanha, zonas-chave para a recarga hídrica das bacias hidrográficas (Fonseca, Figueiredo & Ramos, 2012).

Segundo Coomes et al. (2002), a inclusão de formações arbustivas em sistemas de monitorização do carbono é fundamental, dado que estas são frequentemente subestimadas nos inventários florestais tradicionais. Os autores propõem metodologias adaptadas à medição da biomassa e dos estoques de carbono em florestas e arbustos, destacando que tais ecossistemas possuem um elevado potencial de sequestro, especialmente em contextos de regeneração natural ou práticas de uso do solo sustentáveis.

A relevância das comunidades arbustivas também foi evidenciada por Sierra et al. (2007), que revelaram que mesmo em áreas em regeneração ou de vegetação secundária, os arbustos apresentaram significativa capacidade de acumulação de carbono, particularmente no solo. Estes autores salientam ainda a heterogeneidade espacial dos estoques de carbono, sublinhando a necessidade de abordagens de análise à escala da paisagem. Nesse contexto, reforça-se o argumento de que políticas de ordenamento e conservação devem contemplar as formações arbustivas como componentes relevantes no balanço global de carbono.

Além dos arbustos e árvores, outro fator essencial na gestão do carbono é o solo. Do ponto de vista ambiental, os dois compartimentos onde se observa maior sequestro de carbono são as árvores perenes (biomassa vegetal, BV) e a matéria orgânica dos solos (MOS). De acordo com Ferreira (2021), a MOS é fundamental para a qualidade do solo, vida terrestre e para a conservação da natureza, já que o solo desempenha um papel determinante no controlo das mudanças climáticas, antes mesmo da sua contribuição na incorporação do CO_2.

Os ecossistemas terrestres desempenham, assim, um papel fundamental na natureza cíclica do carbono, pois atuam como sumidouros deste elemento através do sequestro e armazenamento na biomassa vegetal.

3.2 Contributo integrado: a floresta e bosques como sistema regulador do clima e ecossistêmico

Após analisar individualmente a importância das árvores, arbustos e solos, torna-se relevante considerar a potência da interação destes elementos quando organizados em ecossistemas complexos, como bosques e florestas, e os seus contributos para o equilíbrio ambiental e adaptação das alterações climáticas.

Do ponto de vista ecológico, as florestas constituem habitats ricos e diversificados, onde se estabelecem múltiplos estratos de vegetação (herbáceos, arbustivos, arbóreos e trepadeiras) e solos ricos em matéria orgânica e agentes decompositores. Estes elementos proporcionam um ambiente propício à reprodução e sobrevivência de inúmeras espécies animais e vegetais, promovendo a produtividade biológica e a estabilidade ecológica (Sousa, 2020). A floresta, enquanto ecossistema estruturante do território, é um exemplo de clímax ecológico, sendo determinante na manutenção das funções naturais essenciais ao equilíbrio do planeta (Caldeira Cabral, 1980; Ribeiro Telles, 1994).

Um dos contributos mais significativos das florestas e bosques para o meio ambiente é o seu papel como sumidouros de carbono. Através do processo de fotossíntese, as árvores capturam dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera, armazenando-o na biomassa vegetal e no solo, o que contribui para a adaptação das alterações climáticas (Pereira, 2016; FAO, 2013). Ecossistemas terrestres têm sido responsáveis por reter entre 20% e 30% das emissões humanas anuais de CO_2 nas últimas décadas (Pereira, 2016).

Além do sequestro de carbono, as florestas desempenham um papel vital na regulação do clima e do ciclo hidrológico. Influenciam padrões de precipitação, evapotranspiração, temperatura e umidade, contribuindo para a redução de eventos climáticos extremos e para a manutenção de microclimas estáveis (Viana, 2009; WWF Brasil, 2008). Estas funções são particularmente importantes em regiões com elevado risco de seca ou urbanização intensa, onde a presença de cobertura florestal pode reduzir a temperatura local, melhorar a qualidade do ar e regular a disponibilidade de água (FAO, 2013).

As florestas e bosques também possuem relevância socioeconómica. Quando manejadas de forma sustentável, podem gerar emprego, sustentar economias locais e fornece recursos renováveis, incluindo madeira, cortiça, frutos e plantas medicinais (Viana, 2009; Pereira et al., 2007). A sua preservação contribui ainda para o bem-estar humano, ao criar espaços de recreio, lazer e contemplação, fortalecendo a identidade cultural e social das comunidades (Sousa, 2020).

A diversidade de espécies vegetais e animais nas florestas aumenta a resiliência destes ecossistemas frente às alterações climáticas, permitindo maior capacidade de adaptação e continuidade dos serviços de ecossistema. Estudos demonstram que tanto bosques como formações arbustivas contribuem significativamente para o sequestro de carbono, especialmente em áreas de regeneração natural ou manejo sustentável, reforçando a importância de integrar estas áreas nos planos de ordenamento e conservação (Fonseca, Figueiredo & Ramos, 2012; Coomes et al., 2002; Sierra et al., 2007).

Entretanto, a intervenção humana, nomeadamente a abertura de clareiras para cultivo, reduziu vastas áreas florestais, alterando significativamente os padrões ecológicos naturais. A degradação florestal, incluindo desmatamento e queimadas, compromete estas funções, libertando grandes quantidades de CO_2 para a atmosfera e aumentando os riscos de aquecimento global (UNESCO, 2019). Por isso, a conservação, o reflorestamento e o manejo sustentável das florestas e bosques são fundamentais, não apenas para a adaptação das alterações climáticas, mas também para a preservação da biodiversidade, regulação hídrica, proteção do solo e manutenção da qualidade de vida humana e de todos os seres na terra (Sousa, 2020; WWF Brasil, 2008; FAO, 2013).

Em suma, as florestas e bosques representam um elemento central no equilíbrio ambiental. A sua diversidade, estrutura e funcionalidade permitem a prestação de múltiplos serviços ecossistêmicos, incluindo o sequestro de carbono, a regulação do clima, a conservação da água e do solo, bem como valores culturais e recreativos. Reconhecer a importância destes ecossistemas é essencial para o planeamento sustentável do território e para o desenvolvimento de políticas de adaptação e adaptação às alterações climáticas.

4. CASO DE ESTUDO – PÓVOA DE VARZIM: ENTRE A DINÂMICA DA PAISAGEM E O PROJETO BOSQUES PELO CLIMA NA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA CLIMÁTICA

4.1 Enquadramento geográfico e biofísico da Póvoa de Varzim

O município da Póvoa de Varzim, localizado no noroeste de Portugal e integrante da Área Metropolitana do Porto (Figura 06), possui uma área total de 82,21 km² (Instituto Nacional de Estatística, 2017) e, em 2021, registou uma população de 64.320 habitantes. Administrativamente, o concelho organiza-se em sete freguesias: União das Freguesias da Póvoa de Varzim, Beiriz e Argivai; União das Freguesias de Aver-o-Mar, Amorim e Terroso; União das Freguesias de Aguçadoura e Navais; Estela; Laúndos; Rates; e Balasar.

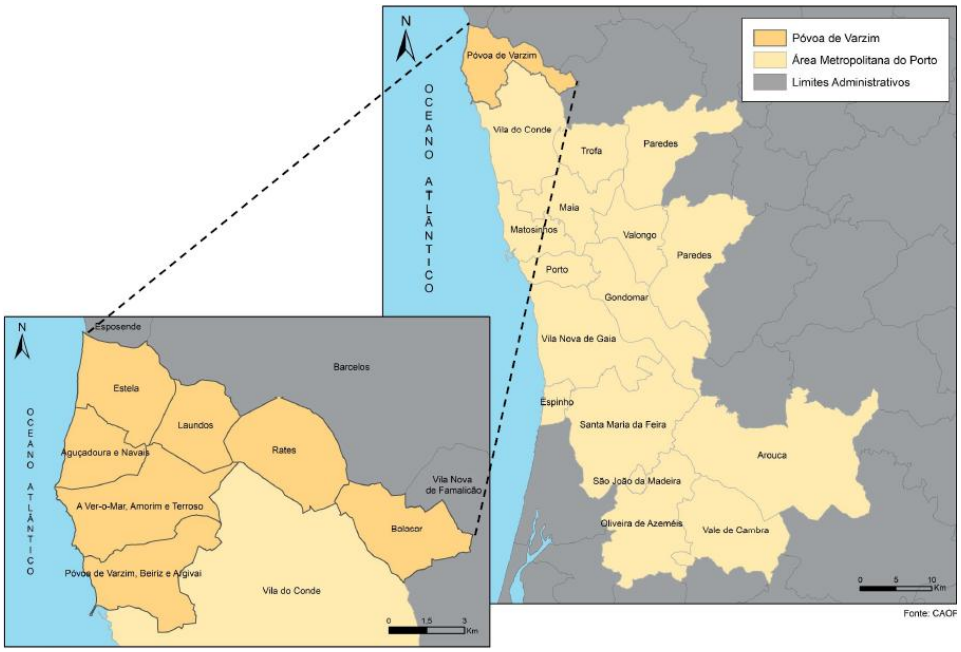


Figura 06. Mapa Localização Póvoa de Varzim
Fonte: Plano de mobilidade urbana sustentável, 2022.

A geomorfologia do concelho evidencia a transição entre a planície costeira e o interior de topografia suavemente ondulada (figura 9 – Altimetria). A faixa litoral assenta sobre antigas plataformas marítimas, com predominância de solos arenosos (figura 9 – Geologia), sobretudo em Aver-o-Mar, Aguçadoura, Navais e Estela. Esta limitação à agricultura originou soluções inovadoras, como os campos de masseira, técnica agrícola tradicional desenvolvida no século XVIII por monges beneditinos. Estas estruturas escavadas nas dunas, fertilizadas com sargaço, aproveitam a proteção dos taludes e o microclima local para viabilizar a horticultura intensiva em solos naturalmente pobres (Área Metropolitana do Porto, 2019; Lemos, 2005; Vilar, 2012).

No interior, o relevo torna-se mais acidentado, marcado pela Serra de Rates, onde se destacam a Cividade de Terroso (155 m) e o Monte de S. Félix (202 m) (figura 9 – Altimetria). Nestes territórios predominam solos argilosos e profundos, associados a usos agroflorestais e práticas agrícolas extensivas, particularmente em Rates e Balasar (figura 9 – Geologia). A inclinação raramente ultrapassa os 12%, excetuando algumas áreas mais elevadas em Laúndos, Terroso e Balasar (ICETA, 2004) (figura 9 – Declive).

A rede hidrográfica, embora pouco densa, integra-se na bacia do rio Ave. Destacam-se o rio Este (figura 7), que atravessa Balasar, bem como o rio Esteiro e o rio Alto, com nascentes na Cividade de Terroso e no Monte de S. Félix. A proximidade do lençol freático à superfície favorece a existência de fontes e poços, enquanto as zonas litorais são drenadas diretamente para o Atlântico (Plano Diretor Municipal, 2019) (figura 9 – Altimetria e linhas de água e linhas de festo).



Figura 07. Rio Este Póvoa de Varzim
Fonte: Fotografias do autor em junho de 2025

Do ponto de vista geológico (figura 9 – Geologia), o concelho apresenta grande diversidade: as freguesias litorais assentam em maciços graníticos, enquanto as do interior, como Laúndos, Rates e Balasar, se caracterizam por formações xistentas intercaladas por faixas de quartzito, que influenciam o relevo e a vegetação natural (ICETA, 2004).

Quanto aos solos (figura 9 – Solo), predominam os cambissolos (cerca de 70% do território), adequados à silvicultura pela sua profundidade e fertilidade moderada. Nas áreas mais elevadas e secas surgem os leptossolos, pouco desenvolvidos e pedregosos, de baixa aptidão agrícola. Nas planícies aluviais de Balasar, os fluvissolos revelam elevada fertilidade devido à deposição de sedimentos, enquanto os arenossolos háplicos do litoral, de textura arenosa e baixa retenção de nutrientes, obrigaram à criação de soluções adaptativas, através dos sistemas tradicionais como das masseiras (figura 8), que terá uma explicação mais detalhada a seguir (Fonseca, Figueiredo, & Ramos, 2012).



Figura 08. Fotografias de *Masseiras: técnica agrícola tradicional do litoral norte de Portugal*
Fonte: Pereira, M. R. (2018). A Cientista Agrícola.

O clima é temperado marítimo, fortemente influenciado pelo Atlântico, com temperaturas moderadas e elevada pluviosidade. Contudo, a barreira das cristas quartzíticas atenua a influência oceânica no interior, aumentando a amplitude térmica e reduzindo a humidade relativa. Estas condições favorecem a horticultura no litoral e as práticas agroflorestais nas freguesias interiores (Área Metropolitana do Porto, 2019).

Os mapas a seguir, figura 9, demonstram as descrições anteriores em relação ao declive, altimetria, linhas de água e festo, geologia e tipo de solo da região:

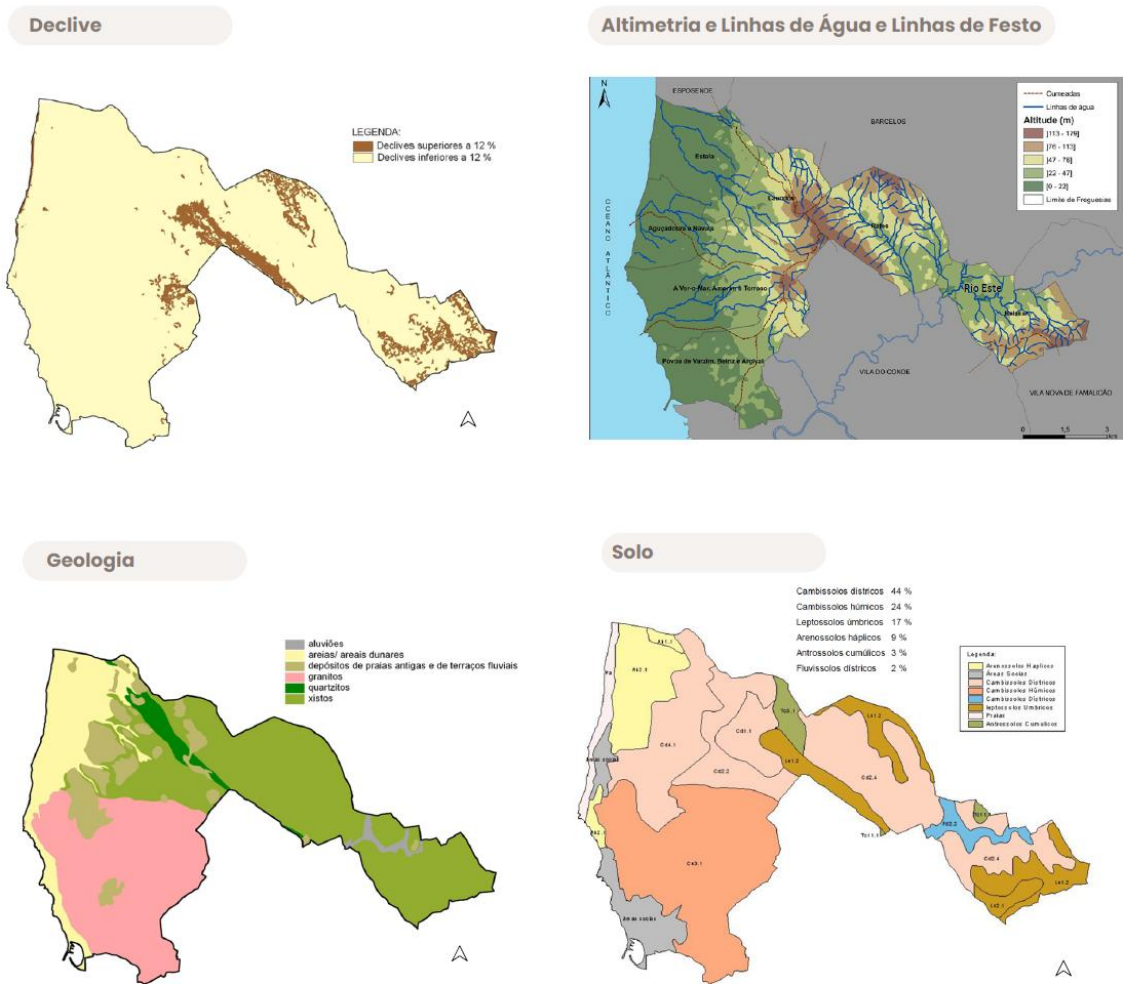


Figura 09. Mapas das variáveis físicas de Póvoa de Varzim
Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de (Plano diretor de Póvoa de Varzim - Estrutura Ecológica Municipal, 2014).

A análise biofísica e a caracterização do território são fundamentais para compreender a evolução do uso e ocupação do solo e as respetivas aptidões socioeconómicas, dado que morfologia, solos, geologia e clima condicionam as atividades humanas e os modos de aproveitamento dos recursos. A transição entre a planície arenosa, de baixa fertilidade, e o interior ondulado, com solos argilosos e profundos, explica a diversidade de práticas agrícolas e a necessidade de soluções adaptativas, como as masseiras no litoral (Lemos, 2005; Vilar, 2012). A conjugação entre disponibilidade hídrica, tipos de solo e condições microclimáticas impulsionou sistemas produtivos diferenciados: horticultura intensiva nas freguesias costeiras e usos agroflorestais ou agrícolas extensivos nas interiores (ICETA, 2004; Fonseca, Figueiredo, & Ramos, 2012). Também as formações geológicas e a influência climática atlântica, modulada pelas barreiras quartzíticas, determinaram a aptidão do território, refletindo-se na ocupação humana e na organização socioeconómica.

Assim, a caracterização biofísica constitui uma base essencial para avaliar as potencialidades e limitações do território, enquadrar os processos históricos de transformação (Área Metropolitana do Porto, 2019; Plano Diretor Municipal, 2019).

Os mapas a seguir, figura 10, representam condicionantes legais e instrumentos de gestão do território de Póvoa de Varzim.

A Reserva Agrícola Nacional (RAN) é um instrumento legal que visa proteger os solos com maior aptidão agrícola em Portugal, conforme demonstrado na figura 10 os locais de Póvoa de Varzim. A sua delimitação é efetuada com base em critérios como o clima, o relevo e as características do solo (Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural [DGADR], s.d.). Por outro lado, a Estrutura Ecológica Municipal é uma rede de espaços naturais interligados que visa preservar a biodiversidade e os serviços ecossistémicos. (APA, s.d.)

Esta análise destaca a importância de uma gestão integrada do território, que considere tanto a produção agrícola como a conservação dos ecossistemas. A sobreposição e a proximidade entre estas duas estruturas evidenciam a necessidade de políticas públicas que promovam o equilíbrio entre a atividade agrícola e a preservação ambiental, assegurando a sustentabilidade dos recursos naturais.

A REN, Reserva Ecológica Nacional, instrumento de ordenamento do território criado para proteger áreas com elevada sensibilidade ecológica e importância ambiental, assegurando a manutenção das funções biofísicas essenciais e a redução da exposição a riscos naturais. Segundo o Ministério do Ambiente e da Ação Climática (MAAC, 2020) e demonstrado na figura 10, a REN abrange zonas costeiras, leitos de cheia, encostas suscetíveis à erosão e áreas fundamentais para a infiltração e recarga de aquíferos, contribuindo para a preservação de recursos naturais, para a estabilidade dos ecossistemas e para a prevenção de fenómenos como inundações ou degradação dos solos. Ao complementar outros instrumentos de gestão territorial, a REN promove um uso mais sustentável e ecologicamente responsável do território.

Ao comparar os mapas a seguir da estrutura ecológica municipal com os de Uso e Ocupação do Solo, verifica-se que a estrutura ecológica se encontra fortemente associada a espaços de propriedade privada, muitas vezes destinados a florestas de produção (eucalipto e pinheiro-bravo) ou a práticas de agricultura intensiva (figura 10). Esta dependência de áreas privadas, frequentemente orientadas por lógicas produtivas, evidencia a vulnerabilidade da estrutura ecológica local e reforça a necessidade de uma

abordagem de planeamento territorial que promova a articulação entre a preservação ambiental e os usos produtivos.

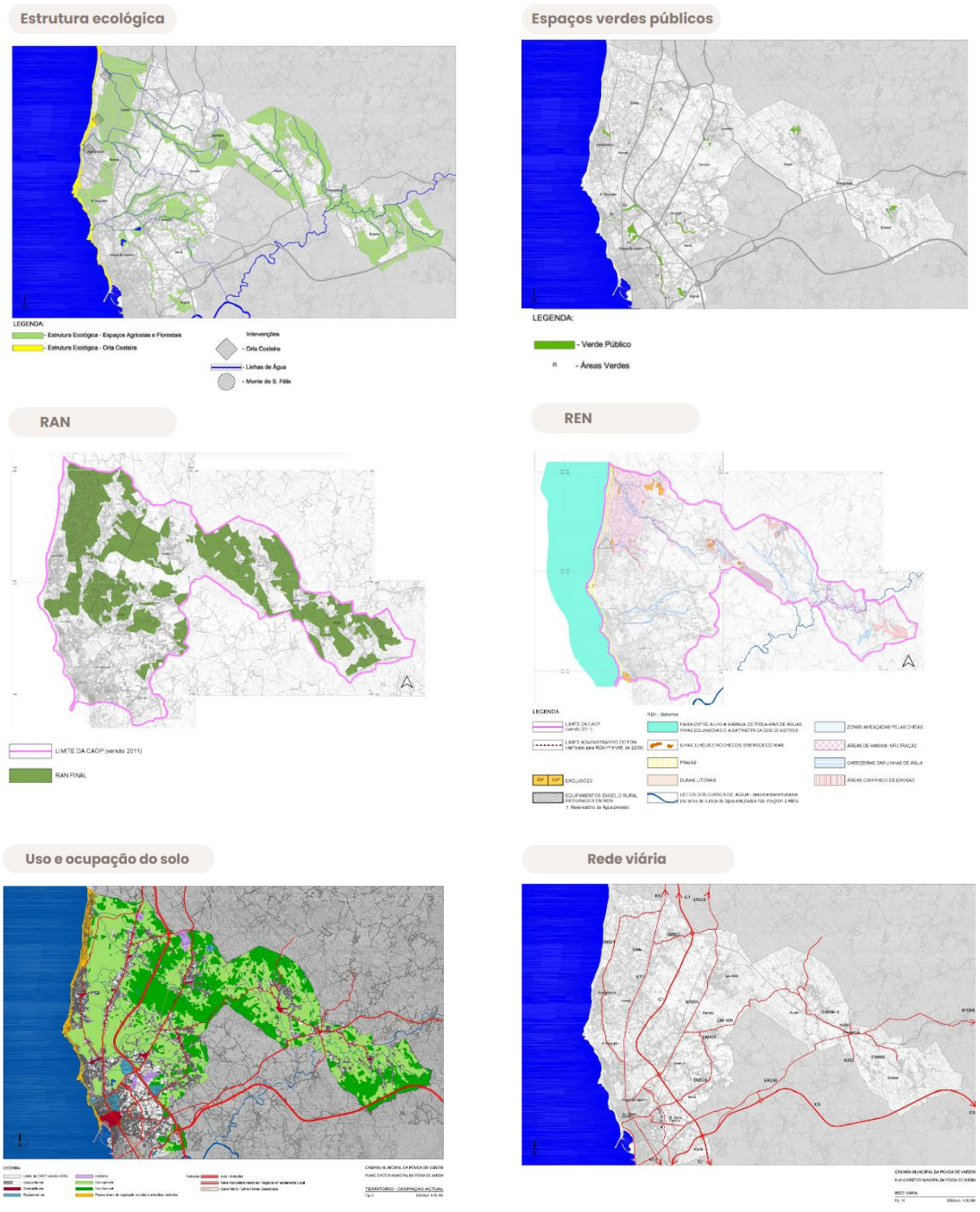


Figura 10. Mapas condicionantes legais e instrumentos de gestão do território, Póvoa de Varzim.
Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de (Plano diretor de Póvoa de Varzim - Estrutura Ecológica Municipal, 2014).

Sobre a cobertura vegetal do município, destaca-se a Serra de Rates, onde predominam comunidades autóctones como carvalheiras (como: *Quercus robur, Quercus suber)*, carquejeiras (*Genista tridentata)* e azevinho (*Ilex aquifolium)*, enquanto na faixa costeira se destacam os ecossistemas dunares, com espécies adaptada à salinidade e ao vento. São aqui identificadas várias espécies endémicas e de elevado valor ecológico, como *giesta-negral* (*Coincya johnstonii)*, noselha-maior (*Romulea clusiana)* e *jasione-marítima* (*Jasione maritima var. sabularia)*. A fauna inclui a doninha (*Mustela nivalis*), a águia-de-asa-redonda (*Buteo buteo*) e o sapo-corredor (*Bufo calamita*), entre outras espécies com interesse conservacionista (ICETA, 2004).

Em termos de Uso do Solo, de acordo com a Carta do Regime de Uso do Solo da Póvoa de Varzim (2025), a distribuição do uso do solo no município é a seguinte: Uso agrícola: 46% (composto por 45% de culturas hortícolas e 55% de culturas forrageiras), uso florestal: 26%, outros usos (áreas não impermeabilizadas): 4% outros usos (áreas predominantemente impermeabilizadas): 22% praias, áreas de vegetação rasteira e arbustiva e rochedos: 2%.

A zona litoral é dominada pela horticultura em campos de masseira e pela pesca artesanal, enquanto as freguesias de transição apresentam uma conjugação de usos agrícolas, industriais e florestais. No interior, prevalecem a agricultura de subsistência e a silvicultura, consequência da variação do relevo e dos solos locais (Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim, 2019).

De acordo com o Pordata (2021), do ponto de vista socioeconómico, a população empregada na Póvoa de Varzim distribui-se pelos setores económico da seguinte forma: primário (3%), relativo à agricultura, pecuária e pesca; secundário (22,5%), que inclui a indústria e construção; e terciário (74,5%), abrangendo os serviços. Apesar da crescente urbanização, a atividade agrícola mantém relevância, sobretudo nas zonas periféricas. A pesca continua a ter importância estratégica, sendo o porto da cidade um dos mais significativos da região Norte e um elemento central da identidade cultural local (Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, 2021).

4.2 Características e evolução da matriz paisagística de Póvoa de Varzim

4.2.1 Caráter e Unidades de Paisagem

De acordo com o artigo 1.º da Convenção Europeia da Paisagem (CEP), a paisagem é entendida como: *"(...) 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. 3.º, Conselho da Europa, 2000).* Assim, a paisagem configura-se como um sistema aberto, em constante transformação, resultante tanto das intervenções humanas quanto dos processos naturais. A sua transitoriedade e efemeridade exigem uma abordagem integrada de gestão, conservação e valorização, de modo a assegurar o equilíbrio entre os diferentes elementos que a compõem. Nesse sentido, reforça-se a importância de reconhecer a paisagem como expressão singular da identidade territorial em múltiplas escalas, local, regional, nacional e internacional, bem como como reflexo simultâneo da história natural e cultural de um dado território (Wascher & Jongman, 2000, citados em Cancela d'Abreu, Oliveira & Pinto-Gomes, 2002, p. 22).

No caso da Póvoa de Varzim, a paisagem apresenta características contrastantes. Historicamente no interior, predomina o uso agrícola, associado à pecuária e à produção em larga escala de culturas cerealíferas (Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004). Já na faixa litoral, marcada por topografia baixa e plana, a paisagem revela forte influência do oceano Atlântico. A ocupação humana expandiu-se ao longo das principais vias de comunicação, promovendo a conurbação de antigos núcleos urbanos costeiros. Essa expansão, predominantemente urbana e industrial, provocou uma significativa degradação da paisagem, sobretudo pela destruição de áreas agrícolas de elevado valor produtivo, como as tradicionais "masseiras". A coexistência entre povoamento disperso e elevada densidade urbana traduziu-se num contraste entre funções urbanas e rurais, evidenciando a histórica permeabilidade entre essas dinâmicas (figura 11) (Mattoso et al., 1993).



Figura 11. Vista aérea da cidade de Póvoa de Varzim, Portugal
Fonte: Migues, P. (2024).

Para orientar este estudo, consideraram-se as unidades de paisagem descritas por Cancela d'Abreu, Pinto Correia e Oliveira (2004), que sintetizam as principais características do município. Segundo esses autores, a Póvoa de Varzim integra as unidades 6 e 7 (figura 12). A unidade 6 caracteriza-se por centros urbanos situados abaixo dos 200 m de altitude, com rede viária densa (exceto em áreas mais elevadas), zoneamento ainda visível e, em geral, ajustado às características biofísicas: parcelas agrícolas e prados nos vales ou encostas, socalcos junto aos povoados e matas que cobrem cabeços, matos e pastagens. O património construído é denso e variado, incluindo igrejas e capelas, muitas associadas a romarias.

Dentro desta unidade, destaca-se a subunidade 6a, Zona litoral, diretamente relacionada com o mar, caracterizada por praia contínua e arenosa, por vezes com afloramentos rochosos, como no cabo de S. André. No interior, surgem cordões dunares (quando não ocupados por edificações), seguidos de campos agrícolas férteis, de pequenas dimensões, quase sem árvores e com forte presença de estufas. Às antigas povoações piscatórias, como Aguçadoura e A-Ver-O-Mar, somam-se construções recentes, sobretudo destinadas ao veraneio, que, pela sua tipologia e localização, contribuem para a degradação da paisagem (Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004).

A unidade 7 abrange principalmente o núcleo urbano da Póvoa de Varzim e parte das suas periferias. Estas são descritas como áreas desqualificadas, onde usos agrícolas e florestais se instalam nos vazios deixados por edificações dispersas e pouco

articuladas. A paisagem é ainda marcada pela baixa qualidade arquitetônica do edificado, poluição das águas superficiais, proliferação de resíduos sólidos, terrenos abandonados e degradados. Na zona litoral desta unidade, verifica-se uma ocupação urbana inadequada, com a presença de edifícios altos e construções de apenas um piso, como o bairro de pescadores e moradias recentes, além de equipamentos (como o estádio de futebol e o porto) e monumentos (fortes e capelas). Essa frente urbana constitui, em grande parte, uma barreira entre o litoral e o interior, ocupando solos férteis e áreas costeiras (Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004).

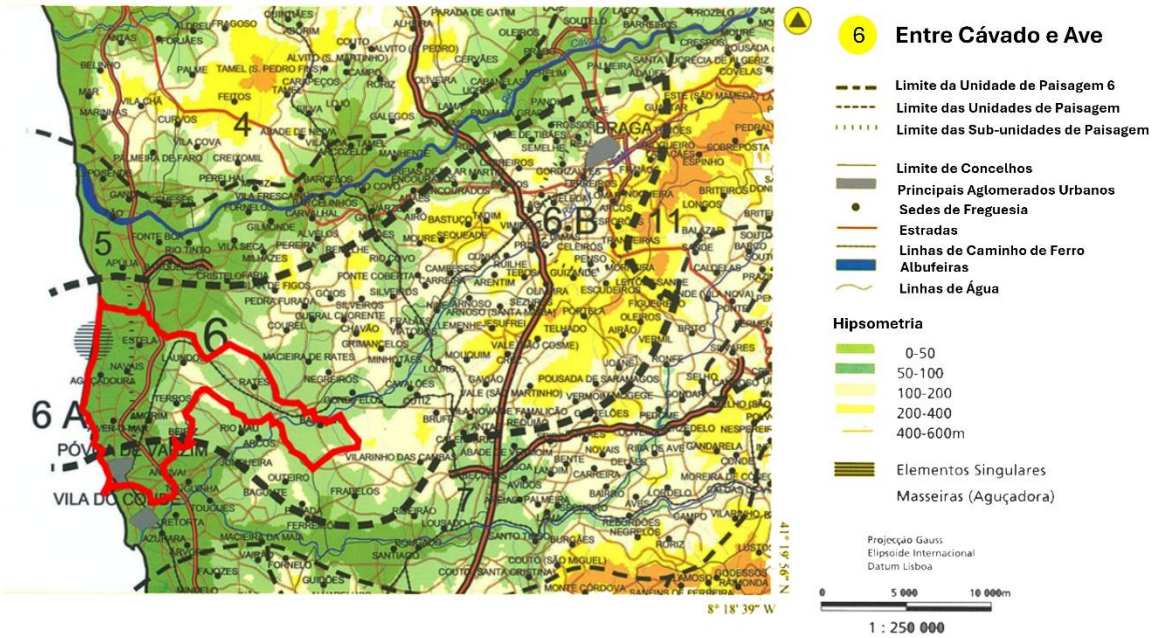


Figura 12. Mapa de Unidade de Paisagem. Entre Cavado e Ave.
Fonte: Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004).

4.2.2 Evolução da matriz paisagística

Os seres humanos têm vindo a alterar a cobertura do solo há séculos, mas as taxas recentes de mudança são mais elevadas do que nunca (Foley et al., 2005; Goldewijk, 2001; Hansen et al., 2010). Essas heranças dos diferentes usos do solo podem persistir durante séculos (Foster et al., 2003). Diferentes regiões podem passar por transições no território em momentos distintos, dependendo de condições económicas, políticas ou institucionais (Meyfroidt e Lambin, 2011), ou atravessar múltiplas fases de transição (Yeo e Huang, 2013), consoante os sistemas territoriais respondem a mudanças institucionais e económicas (Lambin et al., 2001).

Ainda segundo o artigo *The Importance of Land-Use Legacies for Ecology and Conservation* de David Foster e colaboradores (2003), é evidente que as necessidades humanas, ao moldarem o uso do solo ao longo da história, provocaram alterações profundas e duradouras na paisagem e nos ecossistemas. A actividade agrícola, a silvicultura e a urbanização são exemplos de práticas que deixaram e deixam marcas visíveis nos padrões de vegetação, na composição dos solos e na estrutura dos ecossistemas. Tais intervenções, motivadas por exigências sociais e económicas, transformaram áreas outrora naturais em paisagens antropizadas, cuja recuperação ecológica pode demorar séculos ou mesmo nunca atingir o estado original (Foster et al., 2003).

A relação entre a intervenção humana e as dinâmicas ecológicas é, portanto, complexa e bidirecional. Ao mesmo tempo que as comunidades humanas modificam o ambiente para satisfazerem as suas necessidades, como produção alimentar ou extração de recursos, essas alterações impõem novas condições ecológicas que, por sua vez, moldam a biodiversidade, a resiliência dos ecossistemas e os ciclos biogeoquímicos (Foster et al., 2003).

Assim, compreender os legados históricos do uso da terra é essencial para planear estratégias de conservação e resiliência, eficazes e sustentáveis. Como argumentam os autores, os impactos do uso do solo não se limitam ao passado imediato, mas persistem por longos períodos, condicionando a estrutura e função dos ecossistemas modernos. Esta perspectiva histórica, integrada na ciência ecológica contemporânea, permite uma leitura mais precisa dos sistemas naturais e reforça a necessidade de políticas ambientais que considerem não apenas o presente estado dos habitats, mas também as suas trajectórias históricas (Foster et al., 2003).

No caso do estudo do território do concelho da Póvoa de Varzim, conforme descrito pelo Centro de Estudos da Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto (1991), possui uma história de uso do solo marcada pela história integrada às características da região. No ano de 1308 que o rei D. Dinis concedeu carta de foral a 54 famílias, autorizando-lhes a jurisdição da vila costeira então designada por Póvoa Nova de Varazim. No entanto, esta nova organização administrativa deveria manter subordinação ao Mosteiro de Santa Clara, em Vila do Conde, durante aproximadamente 150 anos. A vila passou a dividir-se em dois núcleos principais: a Póvoa de Susão, situada a norte, herdeira da antiga *Villa Euracini*, com vocação predominantemente agrícola; e a Póvoa de Jusão, localizada a sul, cuja proximidade ao porto marítimo favoreceu o desenvolvimento da atividade piscatória.

Segundo Vilar (2012), a forte presença do uso agrícola no concelho ainda hoje reflete esse legado histórico, sendo um elemento marcante na ocupação e gestão do território, essa continuidade evidencia a importância da agricultura não apenas como atividade económica tradicional, mas também como componente fundamental da paisagem e cultura.

A agricultura dessa região foi resultado de um processo contínuo de adaptação e intervenção humana ao longo do tempo. Gerindo os recursos naturais, surgiram os sistemas agrícolas de masseiras e campo-bouça, que moldaram a estrutura do território, conferindo-lhe um mosaico rico e diverso, tanto do ponto de vista ecológico como paisagístico (Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004).

Os campos de masseira (figura 13), técnica agrícola, desenvolvida no século XVIII, ocupavam, nas décadas finais do século XX, vastas extensões nas freguesias costeiras de Aguçadoura e Estela. Estes sistemas agrícolas caracterizam-se por estruturas escavadas em dunas, com cerca de três metros de profundidade, até perto do nível de água subterrânea, que permitiam a acumulação de humidade e proteção contra os ventos marítimos. O cultivo, predominantemente hortícola (cebola, alface, cenoura), era viabilizado pela fertilização com sargaço, uma prática que promovia a sustentabilidade ecológica local, através da colheita de algas no oceano e secas na praia. Essa forma de produção é destacada pela manutenção da permeabilidade do solo e um sistema que acompanha as sazonalidades (figura 12) (Lemos, 2005; Vilar, 2012).

"A disponibilidade de água abundante todo o ano, a facilidade de trabalhar os solos grosseiros, a amenidade do clima (temperaturas suaves, não ocorrência de geadas) e a fertilização equilibrada de areias quese estéreis, permitia uma utilização agrícola intensa e variada (hortícolas e batata no fundo da "gamela", vinha adossada aos taludes laterais), equilibrada em termos ambientais e com colocação fácil da sua produção em centros consumidores próximos" (Cancela d'Abreu, Pinto Correia & Oliveira, 2004, p. 46).



Figura 13. Imagens das Masseiras em Póvoa de Varzim
Fonte: Fotograma do filme *Valos* que retrata campos de masseira em Aguçadoura (Craveiro, 2021; acesso em 31 de agosto de 2025) e "Campos de Masseira" no site Geocaching.com (acesso em 31 de agosto de 2025).

No entanto, comparando as cartografias de 1995 e 2018, (Figura 17 e 18), evidencia a quase total substituição desses campos por tecido edificado e por infraestruturas agrícolas intensivas, como estufas (figura 14). A mecanização agrícola e a transição para modelos produtivos mais intensivos levaram ao abandono parcial da técnica tradicional, além de diminuir a permeabilidade do solo, com a tendência dominante de artificialização costeira (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).



Figura 14. Exemplo de estufas que estão substituindo as masseiras
Fonte: Fotografias do autor em junho de 2025

O sistema campo-bouça, característico da região, constitui uma organização integrada que articula áreas agrícolas e zonas florestais, em que o gado assume papel central na dinâmica territorial. A Póvoa de Varzim, juntamente com outros dez concelhos (Viana do Castelo, Barcelos, Esposende, Vila Nova de Famalicão, Vila do Conde, Santo Tirso, Trofa, Maia, Matosinhos e Oliveira de Azeméis), integra a Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho, reconhecida como a maior bacia leiteira do país. Esta inserção explica a forte especialização agrícola do território, marcada pela produção de milho destinado sobretudo a forragem, alimento fundamental para o efetivo bovino, elemento estruturante da matriz campo-bouça (Direção Regional de Agricultura de Entre Douro e Minho [DRAEDM], Instituto de Desenvolvimento Agrário da Região Norte [IDARN], Escola Superior Agrária – Instituto Politécnico de Viana do Castelo [ESA-IPVC], & Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto [CIBIO-FCUP], 2007).

De acordo com os mesmos autores, este sistema agroflorestal caracteriza-se pela circulação e reutilização de materiais, assegurando uma produção agrícola ecológica e equilibrada. A abundância de água no território permitiu a introdução do milho, que se revelou determinante para a realidade produtiva e socioeconómica local. Esta dinâmica esteve na base da consolidação da bovinicultura, que, além da produção de leite, carne e força de trabalho, assegurava também o estrume necessário ao

aproveitamento agrícola e florestal (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & CIBIO-FCUP, 2007).

Para além da agricultura, historicamente, a floresta também tem desempenhado um papel central na configuração da paisagem rural da Póvoa de Varzim. Essa importância é evidenciada pelo sistema tradicional "campo-bouça", caracterizado pela formação de um mosaico reticulado de habitats florestais. Este sistema não apenas contribuía para a proteção contraventos, mas também era essencial para os ciclos do carbono, da água e dos nutrientes, além de favorecer o bem-estar animal, a redução do risco de incêndios florestais e a preservação da biodiversidade. Reconhecido como equilibrado sob os pontos de vista produtivo e ecológico, o sistema "campo-bouça" encontra-se atualmente em enorme retração, consequência da crescente especialização e intensificação das atividades de produção leiteira e hortícola (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

A industrialização e a modernização dos sistemas produtivos, impulsionadas por transformações económicas e pela crescente procura de produtos em maior escala, conduziram à especialização e intensificação agropecuária, provocando o declínio do modelo campo-bouça, especialmente a redução significativa das áreas de bouça. Esta transição, visível desde meados do século XX, levou à proliferação de sistemas produtivos intensivos, acentuando o declínio dos ciclos culturais de gestão agroflorestal, em particular a bouça, com impactos visíveis na descaracterização da paisagem (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & CIBIO-FCUP, 2007).

Em grande parte dos casos, a paisagem campo-bouça remanescente encontram-se abandonada, com a vegetação nativa praticamente ausente, sendo substituída por povoamentos homogéneos, como o eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*). De maneira semelhante, as bordaduras dos campos, anteriormente ocupadas por vinhas e árvores de fruto, estão a desaparecer rapidamente (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

A paisagem florestal do município caracteriza-se, assim, por pequenas manchas dispersas, biologicamente pouco diversas, mal geridas e intercaladas entre zonas agrícolas e urbanas. A sua distribuição espacial tende a concentrar-se nas áreas centrais e interiores do concelho, embora com baixa resiliência ecológica (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

A Serra de Rates, principal "pulmão verde" do município, continua a desempenhar um papel importante na manutenção da biodiversidade e no fornecimento

de recursos hídricos. No entanto, essa área enfrenta uma crescente degradação, resultado da substituição da vegetação autóctone por plantações de eucalipto. Esta alteração tem implicações diretas sobre o microclima local, a biodiversidade e a integridade da paisagem (Área Metropolitana do Porto, 2019).



Figura 15. Foto 1: Matriz paisagística "Campo Bouça" com agricultura rodeada de floresta. Foto 2: Agricultura de milho e floresta Póvoa de Varzim. Foto 3: Serra de Rates e agricultura. Foto 4: Recinto bovino
Fonte: Fotos do próprio autor, 2025

Unido a este fenómeno de mudança, a zona do litoral do concelho apresenta uma pressão demográfica de crescimento da população portuguesa (figura 16). Esse aumento exerce um peso significativo no território, fomentados pela sua localização no arco metropolitano do Porto, aliado a vontades políticas de afirmação no contexto metropolitano e ao peso do sector imobiliário (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & CIBIO-FCUP, 2007).



Figura 16: Evolução da Póvoa de Varzim: vista aérea da cidade e da costa em 1945 (Fonte: Vista aérea da cidade da Póvoa de Varzim, s.d.) e 2017 (Fonte: Greenfield, 2017).

Essas transformações estruturais significativas podem ser observadas nos mapas de uso do solo (Figura 17 e 18), comparativamente entre 1995 e 2018, que revelam uma acentuada expansão das áreas urbanas (identificadas pela coloração cinzenta), sobretudo ao longo da faixa costeira, ao mesmo tempo que se verifica o recuo das áreas dedicadas à agricultura tradicional, nomeadamente os campos de masseira.

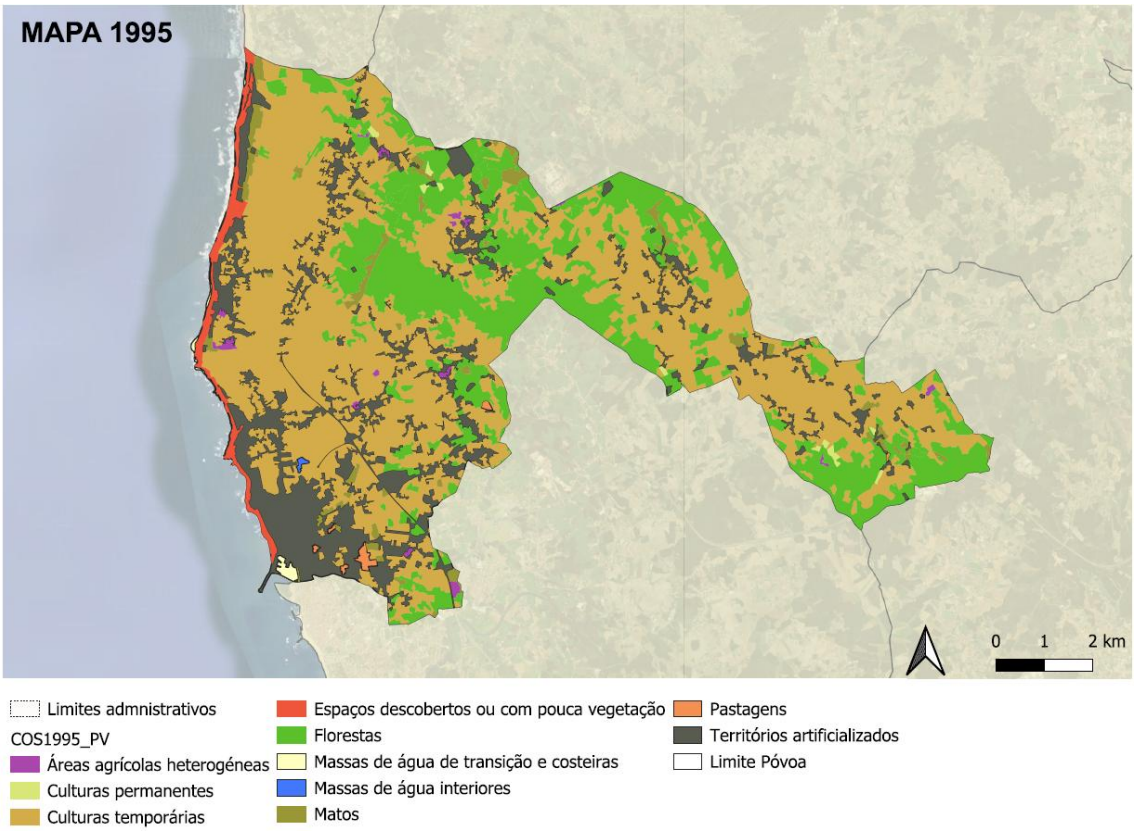


Figura 17. Mapa de uso e ocupação do solo de 1995.
Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de (Direção-Geral do Território, *Carta do Regime de Uso do Solo – Póvoa de Varzim*)

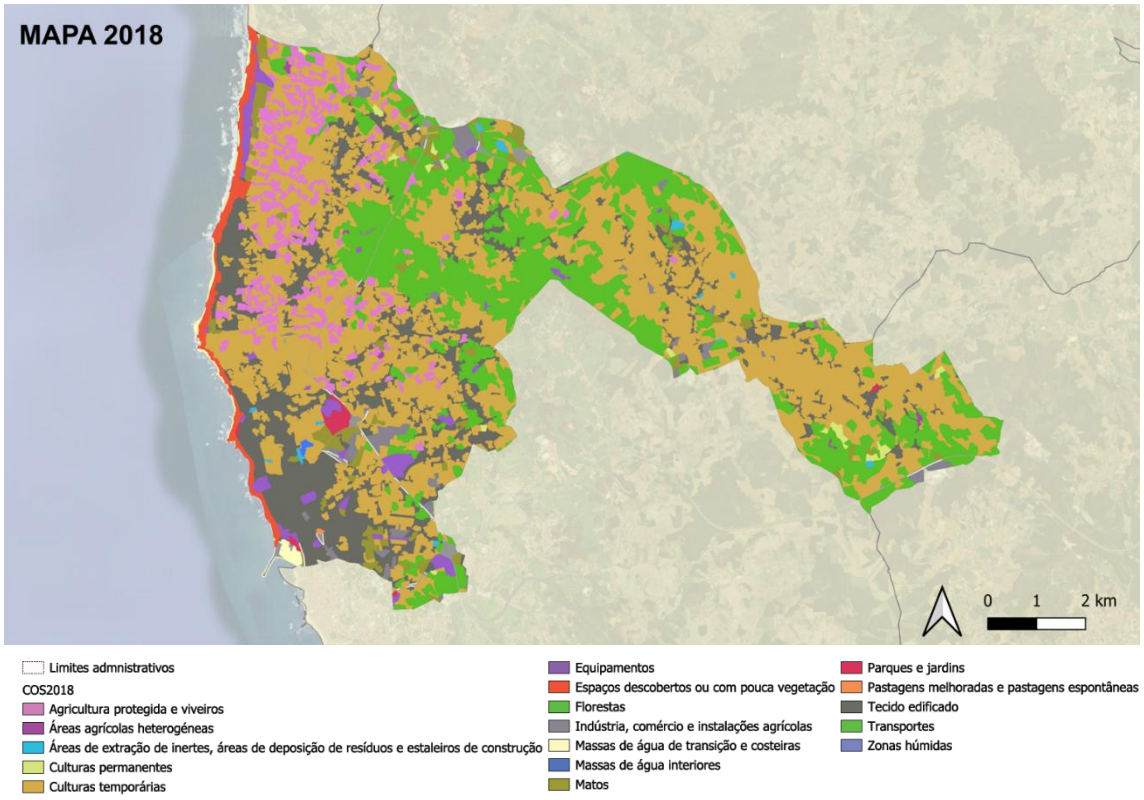


Figura 18. Mapa de uso e ocupação do solo de 2018
Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de (Direção-Geral do Território, *Carta do Regime de Uso do Solo. Póvoa de Varzim*)

As transformações territoriais verificadas no município da Póvoa de Varzim nas últimas décadas, nomeadamente a substituição dos tradicionais campos de masseira por estufas e áreas urbanizadas, a crescente fragmentação das áreas florestais e a conversão de formações vegetais nativas em povoamentos homogéneos de espécies exóticas, configuram um processo de profunda reconfiguração da paisagem rural e litoral, cujas implicações vão além da perda de património cultural e ecológico (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & CIBIO-FCUP, 2007).

Estas alterações estruturais afetam diretamente a capacidade de resiliência do território às alterações climáticas, comprometendo funções ecológicas essenciais, como a regulação térmica, a conservação da fertilidade dos solos, a recarga dos aquíferos e a atenuação de fenómenos extremos (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & CIBIO-FCUP, 2007).

Segundo a Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC, 2019), as zonas costeiras do município, marcadas por forte pressão urbanística, encontram-se particularmente expostas aos efeitos das alterações climáticas, nomeadamente à subida do nível médio do mar, à intensificação da agitação

marítima e à intrusão salina nos aquíferos subterrâneos. Estes processos podem conduzir à erosão acelerada do litoral, à perda de áreas produtivas e à destruição de infraestruturas, com impactos significativos nos setores do turismo, da pesca e da agricultura, atividades de elevada relevância para a economia local.

Do ponto de vista ecológico, a substituição da vegetação autóctone por monoculturas de espécies exóticas reduz a biodiversidade, altera os ciclos biogeoquímicos e enfraquece os serviços ecossistémicos prestados pelas florestas e sistemas agrícolas tradicionais, como as masseiras e o campo-bouça. A perda de permeabilidade do solo decorrente da artificialização do território contribui para o aumento da escorrência superficial, agravando os riscos de cheias urbanas, erosão e perda de capacidade de retenção hídrica. Neste cenário, torna-se imperativo integrar os legados históricos do uso do solo numa perspectiva de planeamento adaptativo e sustentável, capaz de articular a conservação dos ecossistemas, a adaptação das alterações climáticas e a proteção das atividades socioeconómicas locais (EMAAC, 2019).

4.3 O Projeto Bosque pelo Clima

As transformações do uso do solo descritas anteriormente, como a expansão urbanística na faixa litoral, a fragmentação das áreas naturais e o abandono de práticas agrícolas mais sustentáveis, causam não só a redução da capacidade adaptativa do território, mas também na sua crescente vulnerabilidade ecológica e social, agravada por défices de planeamento e gestão integrada (EMAAC, 2019).

Diante dessa conjuntura, uma das estratégias municipais de adaptação às alterações climáticas, o projeto "Bosques pelo Clima", promovido pelo Centro do Clima da Póvoa de Varzim, lançado em 2023, constitui uma medida, voltada à promoção da transição climática a partir da matriz paisagística local.

A iniciativa tem como projeto central a "Rede de Bosques pelo Clima", proposta concebida pelo próprio Centro do Clima, com o objetivo de enfrentar os desafios impostos pelas alterações climáticas, tanto sob a ótica da adaptação quanto da adaptação.

O projeto Bosque pelo Clima visa a criação de uma rede de bosques resilientes que atuem como sumidouros de carbono, a requalificação de bosques já existentes, a

reconversão de áreas dominadas por espécies exóticas em bosques compostos por espécies nativas, e a criação de novos espaços florestais (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

Pretende ser implementada por meio de parcerias público-privadas, favorecendo também a inserção do município no emergente mercado de carbono. Além de seus benefícios ambientais diretos, o projeto busca fomentar uma cultura que valorize a árvore e os ecossistemas florestais, reconhecendo-os como provedores fundamentais de serviços ecossistêmicos, como a regulação climática, a conservação da biodiversidade e o armazenamento de carbono (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

Segundo o Centro do Clima, propõe-se criar um modelo de intervenção florestal estruturado, baseado em ações concretas e monitorização contínua. Entre as iniciativas já em desenvolvimento, destacam-se:

- A reconversão de áreas de monocultura desordenada em bosques biodiversos com espécies nativas (ex.: carvalho, sobreiro, pilriteiro);
- A criação de um viveiro florestal autóctone, em parceria com a Casa Escola Agrícola Campo Verde, para abastecimento sustentável das intervenções de reflorestação;
- O controlo de espécies invasoras e recolha de sementes para sementeiras futuras;
- A mobilização comunitária através de campanhas de sensibilização, envolvendo escolas, jovens, voluntários e empresas locais;
- O desenvolvimento de um modelo de cogestão florestal para a Serra de Rates, considerada o “pulmão verde” do concelho, com vista à sua regeneração gradual;
- A criação da figura do “Guarda Rural”, que terá como missão a vigilância, preservação e limpeza das áreas florestais e linhas de água.

O projeto já iniciou algumas plantações, como a reconversão de um hectare de eucaliptal num bosque autóctone, a plantação de 971 árvores nativas em março de 2023, e a preparação de um novo terreno de 5 hectares na Serra de Rates para a plantação de mais de 3.000 árvores.

Como se referiu, governança do projeto assenta num modelo de parcerias público-privadas e comunitárias, envolvendo entidades locais, regionais e nacionais: o

Centro do Clima, o Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF), escolas, associações de caçadores, várias associações locais e reginais, e iniciativas como Reflorestar PT, o projeto FUTURO – 100 mil árvores da AMP, entre outras. Além disso, está prevista a participação de mecenas e empresas, com benefícios fiscais e ações de plantação próprias.

O financiamento é assegurado por fundos municipais, apoios públicos e doações privadas, prevendo-se um investimento de 1,1 milhões de euros até 2030.

4.4 Integração do projeto “Bosques pelo Clima” na preservação da matriz paisagística da Póvoa de Varzim

O projeto “Bosques pelo Clima”, promovido pelo Município da Póvoa de Varzim através do Centro do Clima, constitui uma resposta relevante às dinâmicas territoriais que, ao longo das últimas décadas, alteraram significativamente o uso do solo e contribuíram para a degradação da estrutura ecológica e paisagística do concelho. O presente trabalho propõe maximizar os efeitos do projeto com uma abordagem que integre as intervenções propostas com a preservação da matriz paisagística do território. Propondo, para além da plantação de árvores, foco inicial do projeto, outras ações que vão ao encontro da diversidade ecológica, morfológica e cultura do território poveiro.

Com base na análise territorial, reconhece-se a presença de uma matriz paisagística em degradação, mas ainda significativa, composta por sistemas tradicionais como o campo-bouça, algumas masseiras e as formações vegetais associadas às dunas. Esses sistemas, atualmente em risco de desaparecimento, constituem não apenas práticas agrícolas adaptadas às condições biofísicas locais, mas também referências estruturantes para o ordenamento sustentável do território.

Nesse sentido, a proposta é de tirar partido do projeto do Bosque pelo Clima para preservar tais sistemas preexistentes, restaurando a continuidade ecológica, promovendo a biodiversidade e reduzindo os custos de manutenção, por meio da valorização de espécies autóctones já adaptadas às condições edafoclimáticas do concelho. A intervenção contemplará não apenas a introdução de árvores, mas também de diferentes tipos biológicos como arbustos e herbáceas de modo a corresponder a complexidade biodiversa de um bosque e que este dialogue com as especificidades de cada zona do concelho.

Esta visão encontra respaldo em Cancela d'Abreu, Pinto Correia e Oliveira (2004), que sublinha a necessidade de promover estratégias de ordenamento que respeitem os equilíbrios ecológicos e que capitalizam os saberes locais, recomendando a integração desses sistemas na Reserva Agrícola Nacional, a valorização dos solos produtivos e a proteção das estruturas ambientais tradicionais, como linhas de água, compartimentações agrícolas e vegetação permanente em zonas vulneráveis. Destacam a importância de orientar o desenvolvimento territorial para zonas com maior aptidão urbanística, preservando a integridade das áreas costeiras e reconhecendo o valor multifuncional dos sistemas agrícolas tradicionais, como as masseiras.

Deste modo, o projeto "Bosques pelo Clima" pode ser potenciado como uma ferramenta de reestruturação da paisagem, articulando objetivos de mitigação e adaptação climática com estratégias de ordenamento. A definição de tipologias de bosque adaptadas a diferentes contextos, será dividida, então, a partir das principais características subjetivas do concelho e sua importância para manutenção da paisagem local, propondo objetivos específicos para as zonas conforme descrito abaixo e no mapa (figura 19) que exemplifica possíveis localizações com as respetivas características:

1. Zonas litorais - Dunas
2. Área urbana
3. Masseiras
4. "Campo-Bouça"
5. Linhas de água

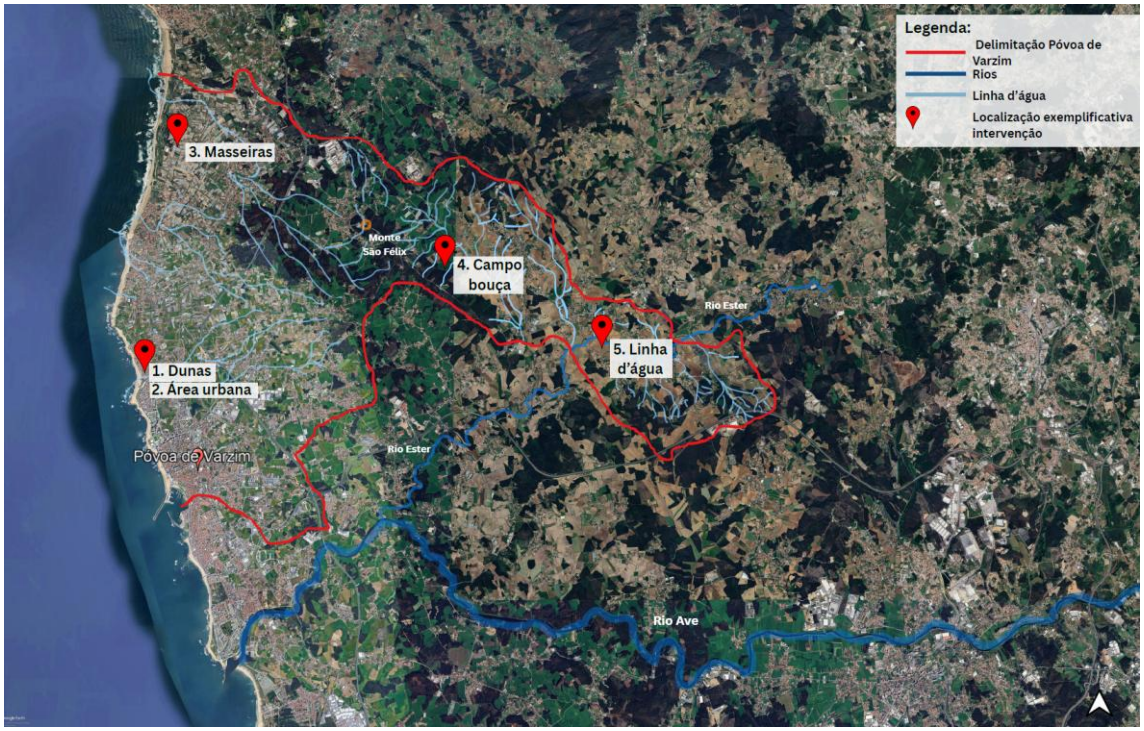


Figura 19. Mapa com a localização exemplificativa das propostas de intervenção
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025 (Google Earth)

Importa salientar que a transformação da paisagem envolve uma abordagem multidisciplinar, que integra diversas áreas do conhecimento e práticas complementares. No entanto, a presente dissertação centrará especificamente na seleção das espécies de plantas e objetivos que se orientaram pelos problemas descritos ao longo do trabalho. Esta escolha tem como finalidade contribuir de forma concreta para o desenvolvimento do projecto Bosque pelo Clima, oferecendo sugestões que visem orientar decisões relacionadas com a sua implementação, dentro de uma perspectiva estratégica e específica do município.



Figura 20. Resumo dos objetivos para cada zona de intervenção em Póvoa de Varzim
Fonte: Elaborado pelo autor, 2025

4.4.1 Zonas litorais – Dunas

Caracterização do problema

As zonas costeiras do concelho foram marcadas por uma forte pressão urbanística e demográfica que acarretou o desaparecimento da vegetação costeira. Estas áreas encontram-se especialmente vulneráveis aos efeitos das alterações climáticas, com a subida do nível médio do mar, a intensificação da agitação marítima e a intrusão salina nos aquíferos subterrâneos. Estes fenómenos contribuem para a erosão costeira, perda da biodiversidade, perda de áreas produtivas e destruição de infraestruturas, afetando setores-chave como o turismo, a pesca e a agricultura (EMAAC, 2019). Dentro desse contexto, o Projeto Bosque pelo Clima pode contribuir para a renaturalização da faixa costeira, através da recuperação das dunas e da vegetação degradada.

Medida 1 - Recuperação dunar e da vegetação degradada

Plantação de arbustos e subarbustos, e sementeira de plantas herbáceas e arbustivas autóctones adaptadas à salinidade e ao vento, como salgueiro-das-areias (Salix arenaria), giesta-púrpura (Genista berberidea), cárice-das-areias (Carex arenaria), gramão-das-areias (Elymus farctus). São aqui identificadas também espécies endémicas e de elevado valor ecológico, como *giesta-negral* (*Coincya johnstonii)*, noselha-maior (*Romulea clusiana)* e *jasione-marítima* (*Jasione maritima var. sabularia),* conforme descrito no Anexo 1, que relaciona as espécies presentes no concelho que proporcionaram a recuperação da vegetação dunar autóctones. Monitorização da evolução da fauna e flora na área, incluindo a biodiversidade das espécies de forma a garantir que o ecossistema esteja em recuperação e a desenvolver-se adequadamente e se necessário novas intervenção. Assim garantir a evolução da intervenção e seu estabelecimento (Bifulco & Castro Rego, 2012).

Medida 2 - Controle da Erosão / Instabilidade do Solo

Com o objetivo de controle da erosão, estabilidade do solo e aumento da biodiversidade, a seleção e técnica proposta baseia-se no estudo desenvolvido por Bifulco e Castro Rego (2012) que se dedicou à seleção de espécies lenhosas adequadas para obras de Engenharia Natural (EN), com foco na estabilização do solo e na contenção de processos erosivos por meio do uso de matéria-prima viva. Nessa abordagem, elementos vegetais, como estacas de plantas lenhosas e sementes de espécies herbáceas, assumem papel central como materiais vivos empregados nas intervenções. Dentro dessas obras, as sementes de herbáceas, especialmente das famílias das leguminosas e gramíneas, constituem os principais recursos para o revestimento do solo e a proteção contra a erosão superficial. Embora o uso de sementes de espécies arbustivas também seja possível, a sua aplicação é menos frequente, ocorrendo principalmente quando estas apresentam elevada capacidade de germinação. Já as sementes de germinação difícil, que exigem tratamentos específicos, são raramente utilizadas, sendo reservadas para situações em que não existam alternativas viáveis (Bifulco & Castro Rego, 2012).

Schiechtl (1973, 1992, descrito no trabalho de Bifulco e Castro Rego, 2012), descreve uma técnica utilizada na implantação de estacas vegetais que a partir de seus enraizamentos promove a estabilidade das superfícies. As varas mais utilizadas possuem cerca de 1 metro de comprimento com até 8 cm de diâmetro, e a disposição mais eficiente para o enterramento das estacas é incliná-las com 10° em relação ao

plano horizontal, resultando em um posicionamento relativamente superficial. Essa técnica permite que o enraizamento ocorra ao longo de todo o caule, aproveitando as gemas caulinares e não apenas aquelas próximas ao corte basal, conforme demonstrado na (figura 21). Com isso, obtém-se um volume de raízes significativamente superior ao observado em plantações verticais. Para a aplicação desse tipo de técnica, é fundamental que as plantas utilizadas tolerem o enterramento do caule e apresentem capacidade de emitir raízes adventícias ao longo dele. Contudo, essa não é uma característica comum à maioria das espécies, pois, frequentemente, o caule enterrado sofre apodrecimento, levando à deterioração e morte da planta (Bifulco & Castro Rego, 2012). Para a área de estudo seleccionaram-se as espécies, presentes na zona de Póvoa de Varzim, e na listagem apresentada no estudo do Bifulco & Castro Rego (2012) (Anexo 1 – Tabela 1)

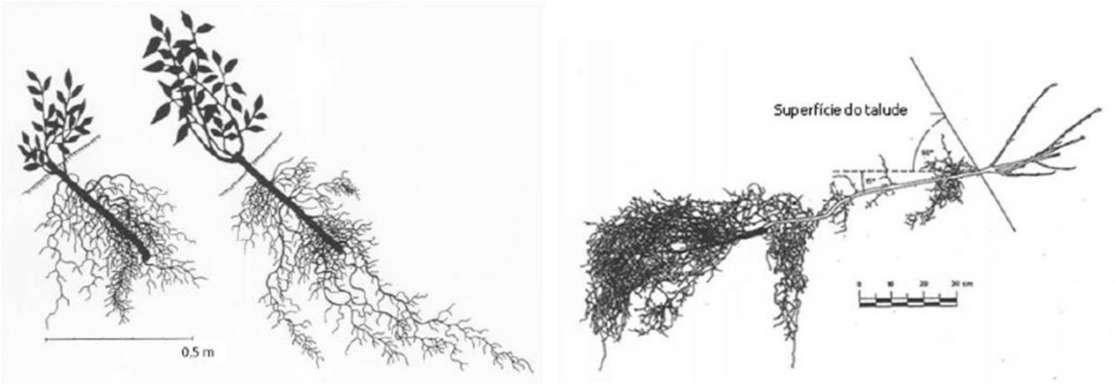


Figura 21. Esquerda: Estacas de *Salix myrsinifolia* dois anos após implante. Direita: Raízes adventícias ao longo do caule duma planta enterrada
Fonte: Bifulco e Castro Rego (2012).

4.4.2 Área Urbana

Caracterização do problema.

A atratividade cénica conferida pela proximidade ao oceano fez do litoral um espaço historicamente preferido para a fixação humana. Na atualidade, essa paisagem continua a exercer forte apelo, sustentado não apenas pelas oportunidades económicas, recreativas e culturais que oferece, mas também pelas tradições de veraneio e pelo lazer associado ao ambiente marítimo. Contudo, o crescimento populacional nas últimas décadas e a consequente expansão do tecido urbano ao longo da orla costeira atingiram níveis sem precedentes. Esse processo acentuou a

desertificação das áreas interiores e promoveu uma sobre ocupação, contribuindo para a sua crescente vulnerabilidade. Entre os impactos mais visíveis estão o aumento das pressões turísticas sobre os valores naturais, a ocorrência de fenómenos extremos, como inundações e galgamentos oceânicos, e a intensificação dos processos erosivos que afetam a linha de costa (Amaral, 2015).

Propõe-se a elaboração de um plano de arborização da cidade, que poderá mapear zonas oportunas para criação de praças e mais áreas permeáveis. Notou-se muitos estacionamentos ao longo da costa que poderia ser alternado por plantação de árvores e arbustos adapatados ao vento e salsugem. Essas ações podem contribuir para mitigar o efeito da impermeabilização do solo, melhorar o conforto térmico, reforçar o valor paisagístico e promover uma relação mais equilibrada entre o espaço construído e os ecossistemas costeiros.

Medida 1 - Plano Integrado de Arborização Urbana para Sustentabilidade e Resiliência Ambiental da Póvoa de Varzim**.**

Elaborar um plano de arborização para o município é fundamental, visando ampliar as áreas permeáveis e usufruir dos múltiplos benefícios que as árvores proporcionam. Em ambientes urbanos, as árvores exercem uma influência significativa na modulação das temperaturas do ar, por meio da evapotranspiração e do sombreamento que promovem, contribuindo para o conforto térmico tanto em espaços externos quanto internos. Essa ação também resulta em uma redução no consumo energético dos edifícios, principalmente na diminuição da demanda por resfriamento durante os meses mais quentes. Além disso, a poluição atmosférica, um dos grandes desafios enfrentados pelos centros urbanos, pode ser atenuada pela arborização.

Árvores urbanas têm a capacidade de remover quantidades consideráveis de poluentes do ar, seja por meio da absorção direta das partículas poluentes ou pela interceptação destas em suas superfícies folhosas, o que contribui para a melhoria da qualidade ambiental e da saúde pública. Exemplos como Amieiro (Alnus glutinosa (L.) Gaertn), Freixo-de-folha-estreita (Fraxinus angustifolia subsp. Angustifolia), Urze-arbórea (Erica arbórea), Pinheiro-bravo (Pinus pinaster), Pinheiro-manso (Pinus pinea), Carvalho-alvarinho (Quercus robur). Estudos ainda indicam que a presença de árvores impacta significativamente na redução das concentrações de ozônio (O_3) na atmosfera, reforçando seu papel como agentes naturais na adaptação da poluição do ar (Akbari, 2002; Cardelino & Chameides, 1990; Hwang, Wiseman & Thomas, 2015; Nowak, Crane & Stevens, 2006; Rantzoudi & Georgi, 2017; Taha, 1996).

Em relação a proposta de arbusto exemplo que podem ser considerados: Tojo (Genista triacanthos), Loureiro (Laurus nobilis), Urze-escopária (Erica scoparia subsp. Scoparia). Já estratos subarbustivos e herbáceas são alguns exemplos: Mil-folhas (Achillea millefolium), Hortelã-da-água (Mentha aquática) e Escila-da-primavera (Scilla verna) (Tereso, Honrado, Pinto, & Rego, 2011).

A representação a seguir demonstrará um exemplo de uma possível intervenção próximas a costa:



Figura 22. Imagem representativa da proposta de intervenção na costa marítima
Fonte: Representação elaborada pelo próprio autor em julho de 2025

4.4.3 Masseiras

Caracterização do problema.

O sistema agrícola das masseiras caracteriza-se por ser um modo de cultivo que preserva a permeabilidade do solo, adaptado às sazonalidades, constituindo-se como uma prática tradicional de elevado valor ambiental, cultural e paisagístico (Lemos, 2005;

Vilar, 2012). Nas últimas décadas, contudo, verificou-se a quase total substituição destes campos por tecido edificado e por infraestruturas agrícolas intensivas, como as estufas. A mecanização da agricultura e a transição para modelos produtivos mais intensivos contribuíram para o abandono parcial desta técnica ancestral e diminuindo a permeabilidade dos solos (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

Medida 1 – Restabelecimento da Cultura das Masseiras como modo de produção sustentável

Propõe-se a integração das masseiras em programas de promoção da produção agrícola sustentável, fundamentando-se esta medida no reconhecimento dos múltiplos serviços ecossistémicos associados a este sistema agrícola tradicional. Entre estes, destaca-se a preservação da permeabilidade do solo, a otimização do uso de recursos locais e a elevada resiliência face a variações climáticas e pressões ambientais.

A implementação de mecanismos de certificação, sejam de natureza regulamentar ou voluntária, constitui um instrumento estratégico para a valorização económica e cultural dos produtos gerados, conferindo-lhes distinção no mercado, assegurando padrões de qualidade e sustentabilidade e aumentando a competitividade dos produtores. Neste contexto, a certificação não apenas potência a viabilidade económica da atividade, como contribui para a salvaguarda e valorização do património agrícola imaterial, reforçando a identidade cultural e paisagística da Póvoa de Varzim no quadro das políticas contemporâneas de adaptação e adaptação às alterações climáticas.

Medida 2 – Articular o projeto *Bosques pelo Clima com a preservação e* valorização da paisagem tradicional das masseiras.

Objetivo de preservar este sistema agrícola tradicional e transformá-lo num eixo estruturante da resiliência climática e da biodiversidade local.

Bordos das masseiras (taludes e cumeadas): instalação de sebes estratificadas com árvores e arbustos que funcionem como corta-vento e reforcem os limites visuais e ecológicos.

- **Entre talhões e caminhos agrícolas**: criação de pequenos bosquetes (ilhas de 0,05 a 0,2 ha) que ofereçam sombra, habitat para fauna e quebrem a força do vento.

- **Valas e zonas húmidas adjacentes**: recuperação das margens com faixas ripícolas para filtrar escorrências, reter sedimentos, controlar cheias e proteger a qualidade da água.
- **Transição entre duna e campo**: estabilização da pré-duna com vegetação adaptada ao sal, ao vento e à mobilidade das areias, garantindo a ligação entre o sistema dunar e agrícola.

Espécies seleccionadas

Utilizam-se exclusivamente as seguintes espécies autóctones, garantindo adequação ecológica e coerência paisagística (Anexo 1 – Tabela 1):

- **Árvores**: Amieiro (*Alnus glutinosa*), Freixo-de-folha-estreita (*Fraxinus angustifolia* subsp. *angustifolia*), Pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*), Pinheiro-manso (*Pinus pinea*), Carvalho-alvarinho (*Quercus robur*), Urze-arbórea (*Erica arborea*).
- **Arbustos**: Tojo-comum (*Ulex europaeus* subsp. *europaeus*), Loureiro (*Laurus nobilis*), Abrunheiro-bravo (*Prunus spinosa*).
- **Herbáceas / zonas húmidas e dunares**: Cana-comum (*Phragmites australis*), Tábua-larga (*Typha latifolia*), Gramão-das-areias (*Elymus farctus*), Estorno (*Ammophila arenaria* subsp. *arundinacea*), Estevinha (*Cistus salviifolius*).

Módulos de plantação

1. **Sebe corta-vento marítima**
   Nas áreas mais expostas ao vento, plantar *Pinus pinaster* e *Pinus pinea* em linha exterior, complementados por *Ulex europaeus, Laurus nobilis* e *Urze-arbórea*, formando uma barreira verde estratificada que reduz o impacto do vento e do spray salino.
2. **Taludes abrigados e cumeadas**
   Nestes locais mais protegidos, privilegiar o *Carvalho-alvarinho* e o *Freixo-de-folha-estreita,* acompanhados por *Prunus spinosa* e *Laurus nobilis*. Esta composição fornece sombra, fixa o solo e cria refúgio para a fauna.
3. **Valas e linhas de água**
   Introduzir Amieiro nas margens, em associação com *Phragmites australis* e *Typha latifolia*, que melhoram a infiltração, filtram poluentes e oferecem habitat

a espécies aquáticas. Em pontos mais húmidos, o *Freixo-de-folha-estreita* reforça a estrutura ripícola.

4. **Dunas e pré-dunas**
   Para fixação de areias, utilizar *Ammophila arenaria* e *Elymus farctus*. A *Estevinha* introduz diversidade arbustiva tolerante à salinidade. Em áreas mais resguardadas, podem ser instalados Pinheiro-bravo e Pinheiro-manso, como pontos altos da sequência vegetal costeira (Tereso, Honrado, Pinto, & Rego, 2011).

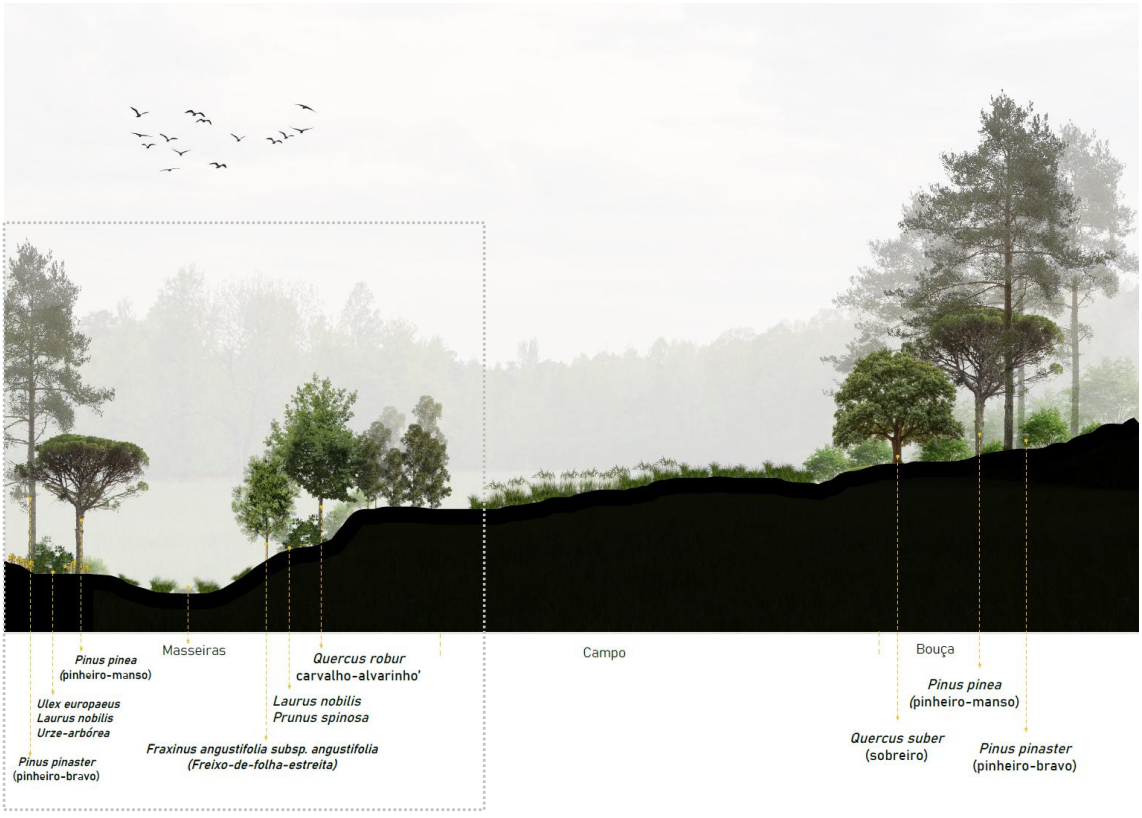


Figura 23. Imagem representativa da proposta de intervenção nas masseiras e da sua relação com a continuidade da paisagem
Fonte: Representação elaborada pelo próprio autor em julho de 2025

4.4.4 Mosaico paisagístico “Campo-Bouça”

Caracterização do problema.

Conforme descrito ao longo do trabalho, verifica-se um acentuado declínio dos ciclos tradicionais de gestão agroflorestal, nomeadamente da bouça, o que tem

conduzido à descaracterização progressiva da paisagem rural (*Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho* - DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & UP - CIBIO, 2007).

As bouças remanescentes encontram-se, na sua maioria, abandonadas, com a vegetação nativa praticamente ausente e substituída por povoamentos homogéneos de espécies como o eucalipto (*Eucalyptus globulus*) e o pinheiro-bravo (*Pinus pinaster*) (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023). De forma semelhante, observa-se o desaparecimento acelerado das bordaduras agrícolas tradicionalmente ocupadas por vinhas e árvores de fruto (Centro do Clima da Póvoa de Varzim, 2023).

A "vinha do enforcado" era uma forma tradicional de ocupação dessas bordaduras agrícolas ou perímetros de parcelas: tratava-se de um sistema agroflorestal, de origem medieval, em que as videiras eram conduzidas em altura, frequentemente até cerca de 4 metros ou mais, apoiando-se em "tutores vivos", ou seja, em árvores de grande porte, como plátanos, freixos ou lódãos. Esta técnica permitia uma utilização eficiente do espaço: o interior das parcelas ficava livre para culturas agrícolas ou pastagens, enquanto as videiras cresciam verticalmente nas árvores nas delimitações dos terrenos (EurAF, 2023; EU CAP Network, 2023).

Este sistema tradicional foi responsável não apenas pela produção de vinho, mas também pela manutenção de uma paisagem rural característica e diversificada, com vantagens ecológicas, como a criação de microeconomias agroflorestais, biodiversidade associada e múltiplos usos da terra (videira, forragem, madeira) em pequenas explorações agrícolas (Olouzadense, 2020).

Contudo, tal como as bouças e as bordaduras agrícolas tradicionais, a vinha do enforcado encontra-se hoje em forte declínio, ameaçada pela intensificação da agricultura, pelo abandono rural e pelas mudanças nas práticas vitivinícolas e de uso do solo (EU CAP Network, 2023).

Paralelamente, de acordo com o *Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho*, a intensificação da atividade agrícola, em particular através da aplicação de chorume resultante da excreção de bovinos, tem conduzido à acumulação excessiva de azoto no solo e nos recursos hídricos, configurando-se como um dos principais constrangimentos ambientais da região (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC & UP-CIBIO, 2007).

Medida 1 - Integrar o projeto Bosque pelo Clima e a integração com o mercado de carbono, para preservação da matriz paisagística “campo bouça”

Dos mecanismos que tem ganhado destaque no contexto global é o mercado de sequestro de carbono, que se posiciona como uma estratégia econômica para reduzir a concentração de CO_2 na atmosfera. Este mercado opera principalmente por meio de instrumentos como créditos de carbono e sistemas de comércio de emissões. Um crédito de carbono representa o direito de emitir uma tonelada de CO_2 (ou equivalente), sendo negociado entre empresas. Assim, organizações que não conseguem reduzir suas emissões internamente podem comprar créditos de outras empresas que superaram suas metas de redução (Anjali, Khuman & Sokhi, 2020).

De acordo com estimativas do Banco Mundial, o valor global dos esquemas de precificação de carbono é de aproximadamente 82 bilhões de dólares em 2020. Esses mercados funcionam através de sistemas de "cap-and-trade" (limite e comércio), onde as empresas compram créditos para compensar suas emissões. Além disso, são oferecidos incentivos para que as empresas invistam em projetos de reflorestamento, que removem CO_2 da atmosfera por meio da fotossíntese, gerando créditos mensuráveis em toneladas de carbono. Mesmo quando esses projetos são classificados como redução de emissões, e não como créditos, os resultados podem ser monitorados e convertidos em unidades comercializáveis no mercado de carbono (Anjali, Khuman & Sokhi, 2020).

Assim, associar os bosques promovidos pelo projeto Bosque pelo Clima ao sistema campo-bouça e integrá-los no mercado de carbono pode ser uma oportunidade para dinamizar a economia local através da valorização dos serviços ecossistémicos.

Ao associar a preservação e a recuperação das áreas florestais à geração de créditos de carbono, estabelece-se um modelo em que a conservação ambiental e o desenvolvimento económico se complementam. Este mecanismo pode possibilitar a recuperação do mosaico paisagístico característico da Póvoa de Varzim, promovendo a biodiversidade, a resiliência ecológica e a atratividade do território, ao mesmo tempo que insere a região num mercado global em expansão.

Medida 2 - Reconversão de bouças de eucaliptal em bouças com formações florestais estruturadas em espécies nativas

A reconversão de bouças atualmente dominadas por eucaliptal em formações florestais estruturadas com espécies nativas representa uma intervenção para a

recuperação da matriz paisagística campo-bouça e para o fortalecimento da resiliência ecológica do território da Póvoa de Varzim. O principal objetivo desta medida é reduzir a predominância de eucaliptos (Eucalyptus spp.), cuja presença contínua contribui para a homogenização da paisagem e a perda de biodiversidade, substituindo-os progressivamente por espécies autóctones que promovam a diversidade estrutural e funcional do ecossistema. Adicionalmente, pretende-se reforçar a identidade cultural e ecológica do território, criando mosaicos campo-bouça que integrem floresta, pastagens e pequenos elementos agrícolas, em consonância com os princípios do projeto Bosque pelo Clima.

A seleção de espécies nativas será orientada pelas características do solo, exposição, hidrologia e função ecológica da área. Em áreas mais densas ou protegidas, propõe-se a plantação de árvores de grande porte e subespécies associadas as respectivas formações, como o Carvalho-alvarinho (*Quercus robur*), o Sobreiro (*Quercus suber*), Pinheiro-bravo (Pinus pinaster), Pinheiro-manso (Pinus pinea) e o Castanheiro (*Castanea sativa*), capazes de fornecer cobertura contínua, habitat para fauna associada e recursos alimentares (Tereso, Honrado, Pinto, & Rego, 2011).

Em áreas de transição ou bordadura, especialmente próximas de campos agrícolas, recomenda-se a introdução de espécies arbustivas e de porte intermédio, como o Azevinho (*Ilex aquifolium*), o Loureiro (*Laurus nobilis*), o Medronheiro (*Arbutus unedo*), a Aveleira (*Corylus avellana*) e o Pilriteiro (*Crataegus monogyna*), que promovem a conectividade ecológica e servem de corredor para a fauna. Em zonas de solo mais pobre ou com condições climáticas mais expostas, podem ser privilegiadas espécies pioneiras e resistentes, capazes de estabilizar o solo e criar condições para a sucessão natural, contribuindo para a regeneração espontânea de espécies secundárias da floresta atlântica (Anexo 1 – Tabela 1) (Tereso, Honrado, Pinto, & Rego, 2011).

A intervenção contempla ainda a manutenção de clareiras e pequenas áreas abertas, que permitem a coexistência da atividade agrícola tradicional com a regeneração florestal, assegurando a continuidade do mosaico campo-bouça típico da região. A gestão faseada do corte de eucaliptos, associada à plantação e semeadura de espécies autóctones, visa minimizar impactos ambientais e potenciar a regeneração natural. Complementarmente, a monitorização contínua da sobrevivência das espécies plantadas, bem como o controlo de rebentação de eucalipto, permitirá avaliar a eficácia da reconversão e ajustar práticas de manejo de acordo com os resultados obtidos.

Medida 3 - Redução do azoto reativo através de fitotecnologias

Como se referiu no texto acima de caracterização do projeto, há acumulação excessiva de azoto no solo e nos recursos hídricos. Propõe-se a diminuição do azoto reativo presente no solo e na água a partir de técnicas que combinam absorção vegetal e processos microbianos de nitrificação–desnitrificação. Este processo obriga a uma criteriosa seleção de espécies com potencial para fitorremediação. A integração destas espécies permite não só a melhoria da qualidade da água e do solo, como também o reforço da biodiversidade e dos serviços de ecossistema.

Na área do "Campo-Bouça**"**, onde a floresta se encontra em estreita relação com sistemas agrícolas, destacam-se espécies como o Amieiro (*Alnus glutinosa*), fixador de azoto atmosférico que contribui para a fertilidade do solo e para a melhoria dos ecossistemas agroflorestais, o Freixo-de-folha-estreita (*Fraxinus angustifolia* subsp. *angustifolia*), que regula o regime hídrico e assimila compostos azotados, o Sabugueiro (*Sambucus nigra*), capaz de acumular nutrientes em solos férteis, e o Loureiro (*Laurus nobilis*), importante para a ciclagem de nutrientes em mosaicos agrícolas e florestais. Assinala-se ainda o Trevo-branco (*Trifolium repens*), uma leguminosa que fixa naturalmente o azoto atmosférico, reduzindo a necessidade de fertilização química e promovendo práticas agrícolas mais sustentáveis (Tereso, Honrado, Pinto, & Rego, 2011). (Anexo 1 – Tabela 1)

Medida 4 - Integrar estrategicamente alguns bosques a trilhos e usos recreativos

O objetivo consiste em integrar as matas autóctones da região no planeamento de espaços de usufruto público, criando percursos pedonais que se articulem com as ecopistas existentes, como o Caminho de Compostela, a Ecopista de Famalicão e a Ciclovia Póvoa de Varzim. Além de poder criar uma ligação entre áreas florestais com as Masseiras, exemplos representados no mapa (figura 24). Esta rede permitirá ligar a zona agrícola do interior do concelho à faixa costeira, proporcionando à população a oportunidade de beneficiar da recuperação paisagística e de fruir de áreas de elevada qualidade ambiental.

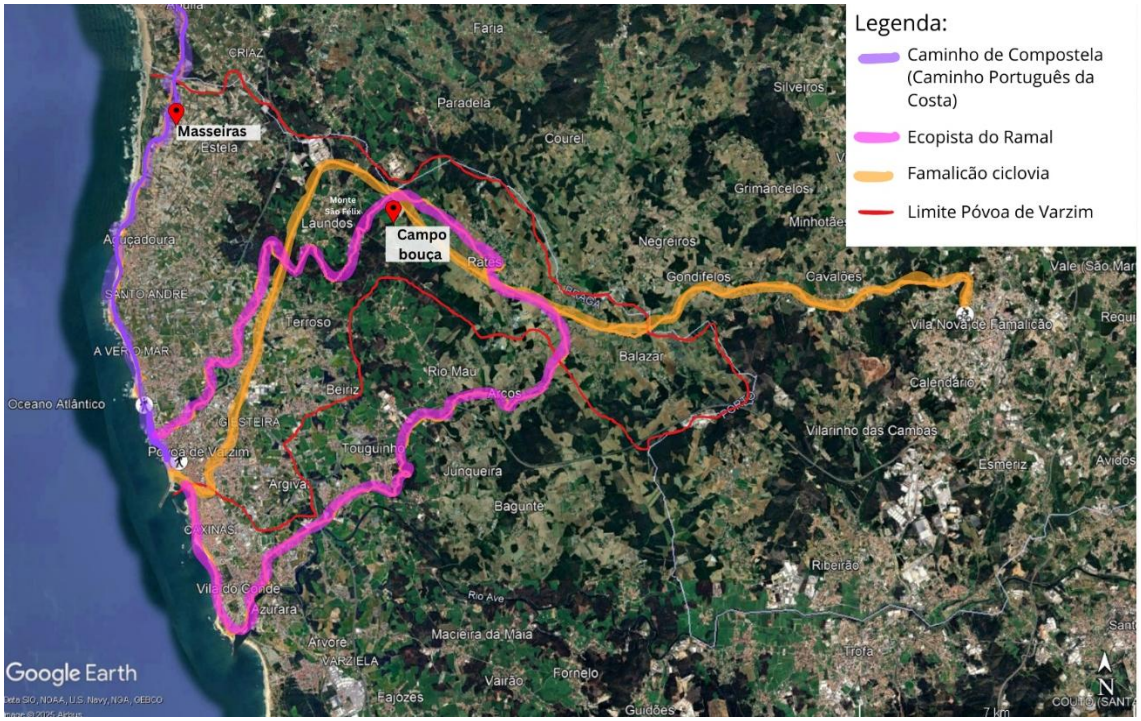


Figura 24. Exemplo de trilho em Póvoa de Varzim para integrar as áreas de intervenção.
Fonte: Adaptado de Wikiloc (2012) e Google Earth (2025).

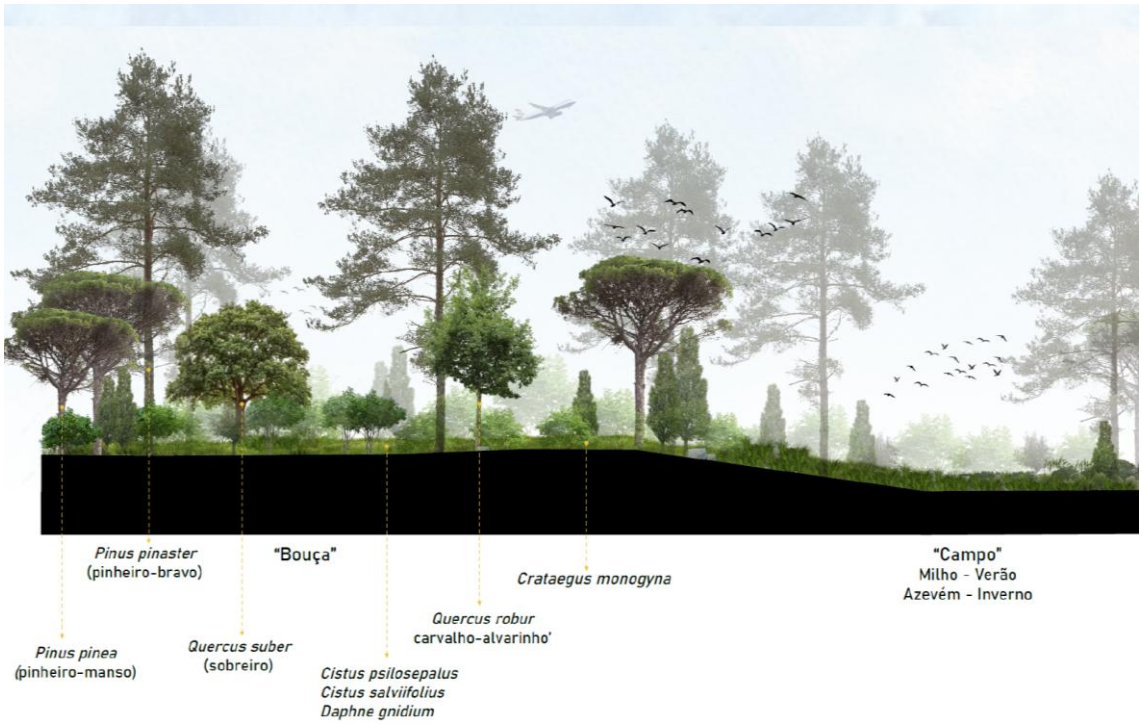


Figura 25. Representação do sistema "Campo-Bouça" regenerado
Fonte: Representação elaborada pela própria autor em julho de 2025

4.4.5 Linhas de água

Caracterização do problema.

A vegetação ribeirinha, também designada por ripícola ou ripária, é composta por diversas comunidades vegetais que ocupam os distintos micro-habitats definidos ao longo de uma linha de água (Ribeiro, J. A. (2000). Flora e vegetação ribeirinha. *Douro - Estudos e Documentos*, *5*(9), 39–45).

De acordo com o *Relatório Final do Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária de Entre Douro e Minho*, a intensificação da produção agropecuária, tanto de origem vegetal quanto animal, tem levado ao uso excessivo de fertilizantes, produtos fitofarmacêuticos e outros insumos. Esse modelo produtivo tem provocado alterações significativas nos geo e biociclos, comprometendo os equilíbrios naturais dos ecossistemas e, de forma particularmente preocupante, impactando negativamente as linhas de água. A pressão exercida sobre estes cursos hídricos decorre, sobretudo, da contaminação por compostos de azoto e fósforo provenientes do arrastamento de fertilizantes e resíduos de pesticidas, comprometendo a qualidade da água para consumo humano e a integridade dos ecossistemas aquáticos.

Associado a esse processo, verifica-se ainda a emissão de gases de efeito estufa, como metano e óxidos de azoto, com potencial de impacto superior ao dióxido de carbono, e a redução da biodiversidade, resultante da eliminação de muros, sebes e estruturas de drenagem, bem como da aplicação intensiva de adubos e agroquímicos. Estas alterações, em conjunto, fragilizam a capacidade de resiliência ambiental e aumentam a vulnerabilidade das linhas de água e dos habitats que delas dependem (DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & UP-CIBIO, 2007).

Medida 1 - Conservação, Restauro e Valorização das Linhas de Água e Galerias Ripícolas

A proteção e recuperação das linhas de água e respetivas galerias ripícolas constituem uma prioridade para a gestão sustentável do território, promovendo simultaneamente a adaptação às alterações climáticas e a valorização ambiental e social das paisagens agrícolas e rurais. A implementação de sebes e vedações naturais, preferencialmente com recurso a espécies autóctones, Póvoa de Varzim, tais como *Salix atrocinerea (salgueiro-preto), Ulmus minor (ulmeiro), Fraxinus angustifolia (freixo-de-folha-estreita), Alnus glutinosa (amieiro), Quercus robur (carvalho-alvarinho), Pinus*

pinea (pinheiro-manso), Arbutus unedo (medronheiro), Crataegus monogyna (pilriteiro) e Sambucus nigra (sabugueiro-negro), em locais estrategicamente definidos, permite criar faixas de filtragem ecológicas que contribuem para a regulação da qualidade da água, a retenção gradual de nutrientes, a prevenção da erosão dos solos e a diversificação do mosaico paisagístico, favorecendo a biodiversidade.

Estas estruturas vegetais desempenham um papel relevante na limitação de odores, através de processos naturais de filtragem biológica e microbiana. As raízes e a matéria orgânica associada às sebes promovem a atividade de microrganismos que degradam compostos voláteis, transformando-os em nutrientes ou gases inofensivos, efeito particularmente importante em zonas húmidas e margens ripícolas, onde a decomposição ocorre de forma controlada e com menor dispersão pelo vento. Além disso, a vegetação cria microclimas locais mais frescos e húmidos, que favorecem a condensação das partículas odoríferas e reduzem a volatilização de gases, limitando a propagação do cheiro e melhorando a qualidade ambiental das áreas adjacentes. Estas sebes contribuem ainda para a valorização estética das explorações agropecuárias e para a proteção das zonas residenciais próximas (Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho – DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC & CIBIO-FCUP, 2007).

Para além dos benefícios diretos ao nível da conservação ecológica, as zonas ripárias asseguram serviços de ecossistema essenciais, incluindo o sequestro e armazenamento de carbono em níveis significativamente superior aos registados em ecossistemas exclusivamente terrestres. O aumento da escala e da intensidade dos projetos de restauro florestal ripário constitui, assim, um investimento estratégico no combate às alterações climáticas, permitindo ganhos imediatos em termos de regulação climática e retornos ambientais sustentáveis a longo prazo (Cartisano et al., 2013; Rieger et al., 2015; Dybala et al., 2018).

A eficácia destas intervenções depende igualmente do envolvimento ativo da comunidade. A educação e sensibilização ambiental devem destacar a importância das galerias ripícolas e das espécies nelas presentes para o equilíbrio do ecossistema fluvial, incentivando a participação da população em ações de reabilitação e manutenção. A recuperação da vegetação autóctone nas margens dos rios Este (figura 26), Esteiro e Alto, em Balasar, evidencia o potencial destas medidas para melhorar a qualidade da água, reforçar a biodiversidade e assegurar um maior afastamento das práticas agrícolas das linhas de água, garantindo a preservação dos recursos hídricos e do património natural local.

Medida 2 - Gestão Integrada de Fitorremediação e Biodiversidade nas Zonas Ripícolas

Devido à contaminação da área pela elevada concentração de atividades agropecuárias, as intervenções devem incidir na limpeza, recuperação e estabilização das linhas de água, bem como no reforço e reestruturação das galerias ripícolas. Estas medidas visam, entre outros objetivos, a melhoria da qualidade da água através da introdução de espécies vegetais com capacidades fitorremediadoras, reduzindo o risco de contaminação e eutrofização dos cursos hídricos e assegurando, assim, a preservação das suas funções naturais (Plano de Ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho – DRAEDM, IDARN, ESA-IPVC, & CIBIO-FCUP, 2007).

Espécies como o *Alnus glutinosa* (amieiro), *Salix atrocinerea* (salgueiro-preto) e *Salix arenaria* (salgueiro-das-areias) são fundamentais na estabilização das margens e na absorção de azoto em excesso. Em zonas húmidas, *Phragmites australis* (cana-comum) e *Typha latifolia* (tabua-larga) apresentam elevada eficiência na remoção de nitratos e amónia, enquanto *Iris pseudacorus* (lírio-amarelo-dos-pântanos) contribui para a acumulação de nutrientes em substratos alagados. Entre as herbáceas, *Apium nodiflorum* (aipo-dos-rios), *Lycopus europaeus* (hortelã-dos-lobos), *Mentha aquatica* (hortelã-da-água) e *Mentha suaveolens* (hortelã-brava) atuam na absorção de compostos azotados, funcionando também como bioindicadores da qualidade da água. *Lythrum salicaria* (salgueirinha) e *Veronica anagallis-aquatica* (verónica-dos-rios) reforçam o potencial depurador das margens e charcos, enquanto *Rorippa nasturtium-aquaticum* e *Rorippa amphibia* (agriões) acumulam nutrientes em ambientes ripícolas, contribuindo para a redução da carga de azoto reativo (Morais, 2009). (Anexo 1 - Tabela 1).

A plantação deve ser realizada com compasso curto, de modo a aumentar a taxa de sobrevivência, sendo acompanhada de análises de solo para avaliar os níveis de contaminação face ao estado inicial da área intervencionada. Esta avaliação permite identificar as espécies mais bem adaptadas às condições edáficas e climáticas locais, tanto em termos de desenvolvimento vegetativo como de eficiência na absorção de contaminantes.

A estratégia pressupõe ainda uma rápida cobertura vegetal, sendo necessário, em casos de crescimento excessivo, proceder ao desbaste seletivo. É igualmente fundamental implementar um sistema de monitorização contínua da evolução da

vegetação e da fauna associada, com enfoque na biodiversidade, de modo a aferir a recuperação e resiliência do ecossistema.

Para reforçar a diversidade estrutural e funcional das margens, propõem-se espécies complementares. Entre os hidrófitos destaca-se *Ranunculus peltatus* (ranúnculo-aquático). Junto à margem ocorrem herbáceas como *Myosotis debilis* (não-me-esqueças-pequeno) e helófitas como *Typha latifolia* (tabua-larga) e *Scirpoides holoschoenus* (junco-da-avenca). Na zona imediatamente adjacente, desenvolvem-se matagais arborescentes pioneiros, com *Laurus nobilis* (loureiro), e um estrato arbustivo e herbáceo marcado por *Sambucus nigra* (sabugueiro-negro) e *Lonicera periclymenum* subsp. *periclymenum* (madressilva). Em cotas superiores surge o bosque higrófilo e sub-higrófilo ripícola, representado por *Alnus glutinosa* (amieiro) e *Frangula alnus* (sanguinho-de-água). Na última linha desta formação, em áreas raramente inundadas, encontra-se o bosque arborescente de transição, com *Fraxinus angustifolia* (freixo-de-folha-estreita) e *Celtis australis* (lódão-bastardo) (Tereso, Honrado, Pinto, & Rego, 2011). (Anexo 1 - Tabela 1).

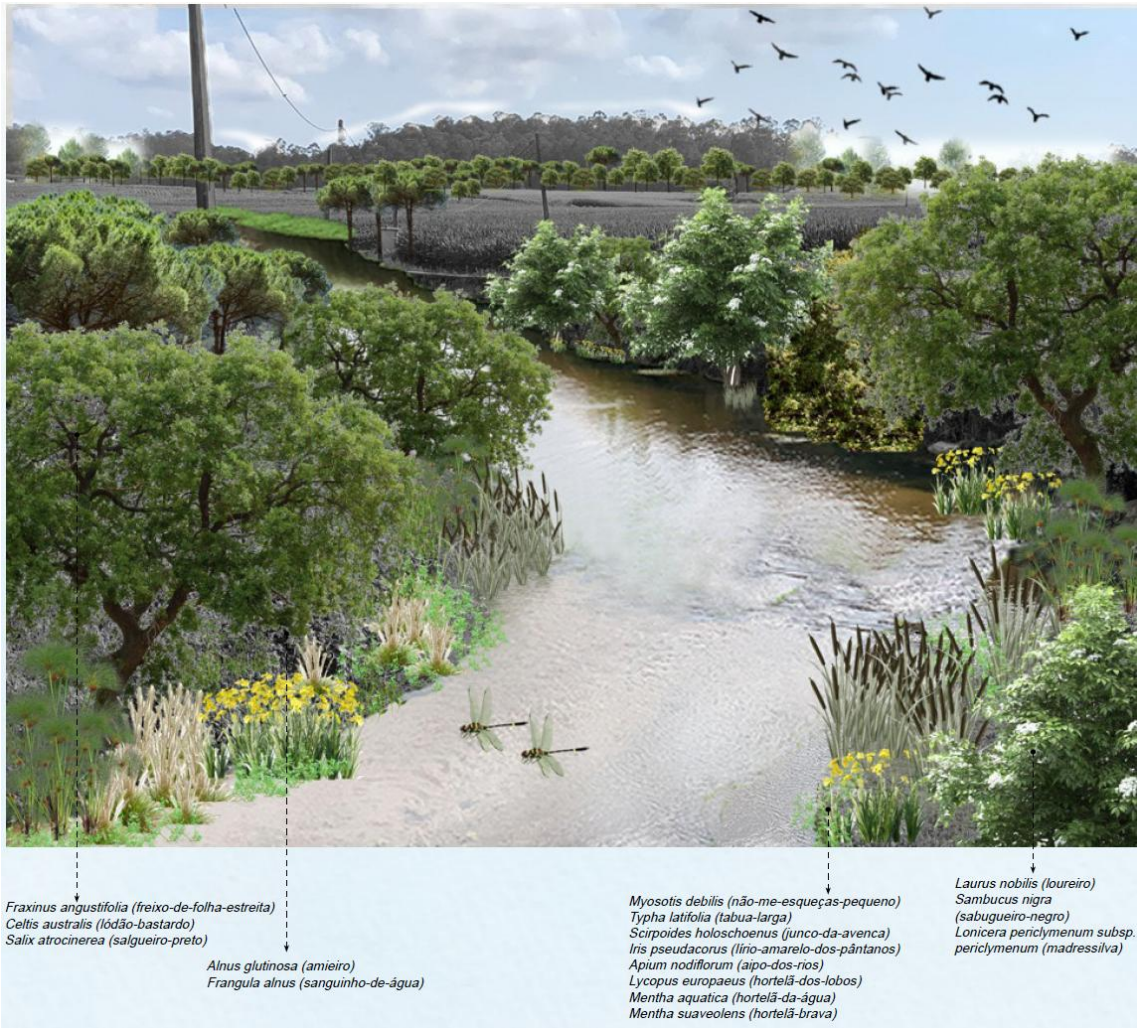


Figura 26. Em cima. Foto do Rio Este representação da intervenção no rio Ester
Fonte: Fotografia e Representação elaborada pelo próprio autor em junho de 2025

Conclusão

As alterações climáticas constituem um dos maiores desafios contemporâneos, com impactos diretos sobre os ecossistemas, os modos de vida das populações e a configuração do território. Mais do que um problema ambiental, trata-se de uma questão estrutural que exige novas formas de planeamento e gestão, capazes de integrar conservação da natureza, usos produtivos do solo e estratégias de adaptação.Neste contexto, a adaptação do território às mudanças climáticas surge como um processo necessário, que valorize os recursos locais, fortaleça a resiliência das comunidades e promove paisagens multifuncionais, conciliando sustentabilidade ecológica, económica e social.

O município da Póvoa de Varzim apresenta um progressivo desaparecimento da sua matriz paisagística tradicional, resultado da expansão da agricultura intensiva, predominantemente em monoculturas, que reduzem significativamente as áreas florestais autóctones, homogenizam o território e tornam-o menos resiliente às alterações climáticas.

No contexto das alterações climáticas, torna-se essencial adotar respostas articuladas entre conservação ambiental, gestão territorial e práticas produtivas sustentáveis. Nesse sentido, a preservação e valorização da matriz paisagística tradicional do concelho emergem como uma abordagem estratégica para promover adaptações climáticas locais, contribuindo simultaneamente para os objetivos nacionais e europeus de neutralidade carbónica.

O projeto Bosques pelo Clima visa criar e revitalizar áreas florestais como estratégia de mitigação e adaptação às alterações climáticas, atuando na recuperação de bosques existentes, na conversão de áreas dominadas por espécies exóticas em florestas nativas e na criação de novos espaços arborizados. Nesta dissertação, propõe-se aproveitar e potenciar os efeitos desse projeto para reforçar a preservação da matriz paisagística territorial e promover formas de uso do solo mais resilientes, reconhecendo o papel das árvores, bosques e florestas na sustentabilidade ambiental.

Para potenciar as características ecológicas do território, esta dissertação propôs intervenções em áreas estratégicas, considerando tanto os aspetos ecológicos quanto as particularidades do local. As ações focaram-se nas áreas de dunas, na integração de vegetação à malha urbana, no restabelecimento da cultura das masseiras,

na reintrodução do mosaico paisagístico “Campo-Bouça” e na proteção das linhas de água. O objetivo foi demonstrar uma gestão territorial estratégica capaz de conciliar a preservação da matriz paisagística com a adaptação climática, fortalecendo a resiliência do município frente às pressões antropogénicas.

Após o desenvolvimento desse trabalho, foram identificadas oportunidades para pesquisas futuras, nomeadamente no que se refere à integração desses bosques na estrutura verde municipal, assim como a necessária articulação com municípios vizinhos de modo a ampliar os efeitos positivos das intervenções.

Em relação as limitações identificadas, destaca-se a ausência de levantamento da perceção e expectativas das partes interessadas (*stakeholders*), que poderiam ser obtidas por meio de entrevistas ou questionários. Essa abordagem permitiria alinhar interesses, prevenir conflitos, otimizar a comunicação e fortalecer a legitimidade das ações propostas. Ademais, o estudo não explorou em profundidade o planeamento económico necessário para a transição para práticas de produção mais sustentáveis, incluindo estratégias para retorno de investimentos, configurando uma lacuna a ser preenchida em pesquisas futuras.

Em síntese, este trabalho evidencia que o caminho para enfrentar os desafios das alterações climáticas passa por um planeamento integrado da paisagem, enraizado em princípios ecológicos e nesse caso sustentado em práticas tradicionais reinterpretadas à luz das necessidades atuais. Ao articular conservação da biodiversidade, valorização da matriz paisagística e promoção de usos do solo mais resilientes, torna-se possível construir um território mais equilibrado, contribuindo para a construção de um ambiente mais equilibrado e sustentável.

Referências Bibliográficas

Agência Portuguesa do Ambiente. (2019). *Roteiro para a Neutralidade Carbónica 2050 (RNC2050): Longo prazo com responsabilidade*. Lisboa: APA. https://apambiente.pt

Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO_2 emissions from power plants. *Environmental Pollution*, *116*(3), S119–S126. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7

Amaral, D. (2015). *A avaliação do caráter da paisagem como instrumento para a definição de objetivos de qualidade paisagística, aplicado ao Programa de Ordenamento da Orla Costeira: O caso das Planícies do Ave* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto].

Anjali, K., Khuman, Y. S. C., & Sokhi, J. (2020). A review of the interrelations of terrestrial carbon sequestration and urban forests. *AIMS Environmental Science*, *7*(6), 464–485. https://doi.org/10.3934/environsci.2020030

Anjali, K., Khuman, Y. S. C., & Sokhi, J. (2020). Carbon sequestration in agroforestry systems: A review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *9*(1), 141–148. https://doi.org/10.20546/ijcmas.2020.901.018

Anjali, N., Khuman, S. N., & Sokhi, B. (2020). Photosynthetic efficiency and carbon sequestration in trees: A review. *Journal of Cleaner Production*, *276*, 123118. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123118

Área Metropolitana do Porto. (2019a). *Estratégia municipal de adaptação às alterações climáticas*. Município da Póvoa de Varzim. https://www.cm-pvarzim.pt/territorio/ambiente/alteracoes-climaticas/estrategia-municipal-de-adaptacao-as-alteracoes-climaticas/

Área Metropolitana do Porto. (2019b). *Relatório ambiental – Plano Intermunicipal do Litoral Norte*.

Britannica. (2025). Greenhouse effect. In *Encyclopedia Britannica*. https://www.britannica.com/science/greenhouse-effect

Caldeira Cabral, F., & Ribeiro Telles, G. (2022). *A árvore em Portugal* (3.ª ed.). Fundação Calouste Gulbenkian.

Caldeira Cabral, M., & Ribeiro Telles, G. (2022). *Árvores de Lisboa: um guia para o reconhecimento das espécies arbóreas da cidade*. Fundação Calouste Gulbenkian.

Calel, R. (2013). Carbon markets: a historical overview. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *4*(2), 107–119. https://doi.org/10.1002/wcc.208

Câmara Municipal da Póvoa de Varzim. (2004). *Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim: Estrutura Ecológica Municipal*. Póvoa de Varzim: CMPV.

Câmara Municipal da Póvoa de Varzim. (2022, 27 de setembro). *Plano de Mobilidade Urbana Sustentável*. https://www.cm-pvarzim.pt/territorio/mobilidade/plano-de-mobilidade-urbana-sustentavel/

Câmara Municipal da Póvoa de Varzim. (2023). Município da Póvoa de Varzim reforça apoio à transição climática: COMPETE 2020 – (Re)arborização de espaços verdes urbanos. https://www.cm-pvarzim.pt

Campos, I., Alves, F., Dinis, J., Truninger, M., & Schmidt, L. (2017). Adaptation to climate change in Portugal: The ClimAdaPT.Local project. *Climatic Change*, *144*(3), 341–355. https://doi.org/10.1007/s10584-017-2040-0

Cancela d'Abreu, A., Pinto Correia, T., & Oliveira, R. (Coords.) (2004). *Contributos para a identificação e caracterização da paisagem em Portugal Continental. Volume II*. Lisboa: DGOTDU.

Cancela d'Abreu, A., Oliveira, R., & Pinto-Gomes, C. (2002). *Bases para a identificação e caracterização da paisagem em Portugal Continental. Volume II: Contributos para a identificação e caracterização da paisagem*. Lisboa: Direcção-Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano (DGOTDU).

Carbon Market Watch. (2017). *Além do EU ETS: reforçar o mercado do carbono da Europa através de ações nacionais*. Carbon Market Watch.

Carvalho, A., Schmidt, L., Santos, F. D., & Delicado, A. (2014). Climate change research and policy in Portugal. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *5*(2), 199–217. https://doi.org/10.1002/wcc.259

Centro do Clima da Póvoa de Varzim. (2023). *Bosques pelo Clima: Sinopse* (Versão 1.2). Câmara Municipal da Póvoa de Varzim. https://www.cm-pvarzim.pt/

Comissão Europeia. (2024). *Desenvolvimento rural: A política agrícola comum apoia o dinamismo e a viabilidade económica das zonas rurais*. Recuperado de https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/rural-development_pt

Conselho da União Europeia. (2023). *Alterações climáticas: medidas que a UE está a tomar*. https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/climate-change

Conselho da Europa. (2000). *Convenção Europeia da Paisagem*. Florença.

Coomes, D. A., Allen, R. B., Scott, N. A., Goulding, C., & Beets, P. (2002). Designing systems to monitor carbon stocks in forests and shrublands. *Forest Ecology and Management*, *164*, 89–108.

Direcção Regional de Agricultura do Entre Douro e Minho, Instituto para o Desenvolvimento Agrário da Região Norte, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Viana do Castelo, & Universidade do Porto – CIBIO. (2007). *Plano de ordenamento da Bacia Leiteira Primária do Entre Douro e Minho: Volume I – Relatório final*.

Direção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural. (2021). *Anuário agrícola regional: Norte*. Ministério da Agricultura. https://www.dgadr.gov.pt

Donovan, G., & Brett, D. (2009). The value of a tree in an urban forest: Evidence from Portland. *Urban Forestry & Urban Greening*, *8*(3), 145–152. https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.04.004

Dybala, K. E., Matzek, V., Gardali, T., & Seavy, N. E. (2018). Carbon sequestration in riparian forests: A global synthesis and meta-analysis. *Global Change Biology*, *25*(1), 57–67. https://doi.org/10.1111/gcb.14475

ESPON. (2011). *ESPON Climate Maps Update: Climate Change and Territorial Effects – Maps Collection*. European Spatial Planning Observation Network. https://archive.espon.eu/sites/default/files/attachments/ESPON_CLIMATE_maps_update.pdf

EurAF. (2023). Vinha do enforcado: *Agroforestry action in* Portugal. Recuperado em 7 de dezembro de 2025, de https://euraf.isa.utl.pt/pt-pt/afinet/rains/agroforestry-action/vinha_do_enforcado

EU CAP Network. (2023). Hanged vineyard: Ancient and endangered agroforestry wine production. Recuperado em 7 de dezembro de 2025, de https://eu-cap-

network.ec.europa.eu/projects/practice-abstracts/hanged-vineyard-ancient-and-endangered-agroforestry-wine-production_en

Flora-on. (s.d.). *Flora-on: Flora de Portugal Interactive*. https://flora-on.pt/

Fonseca, F., Figueiredo, T., & Ramos, M. A. B. (2012a). Carbon storage in the Mediterranean upland shrub communities of Montesinho Natural Park, northeast Portugal. *Agroforestry Systems*, *86*(3), 463–475. https://doi.org/10.1007/s10457-012-9514-3

Fonseca, F., Figueiredo, T., & Ramos, M. A. (2012b). *Solos e aptidões agrícolas da região Norte*. UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

Foster, D., Swanson, F., Aber, J., Burke, I., Brokaw, N., Tilman, D., & Knapp, A. (2003). The importance of land-use legacies to ecology and conservation. *BioScience*, *53*(1), 77–88. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[0077:TIOLUL]2.0.CO;2

Florestas. (2021). *O que significa carbono zero e neutralidade carbónica?* Florestas.pt. https://florestas.pt/saiba-mais/o-que-significa-carbono-zero-e-neutralidade-carbonica/

Goldemberg, J. (2009a). Biomassa e energia. *Química Nova*, *32*, 582–587.

Goldemberg, J. (2009b). *Energia: o futuro e os desafios*. Companhia das Letras.

Goldewijk, K. K. (2001). Estimativa da mudança global no uso da terra nos últimos 300 anos: Banco de Dados HYDE. *Biogeoquímica Global. Ciclos*, *15*, 417.

Gonçalves, J. F. C., & Lorenzi, H. (2011). *Plantas lenhosas da Amazônia*. Instituto Plantarum.

Gonçalves, M. A. F. S. (2022). *Análise da evolução de dois eixos estruturantes da Póvoa de Varzim* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da U.P. https://hdl.handle.net/10216/149413

Governo de Portugal. (2006). *Resolução do Conselho de Ministros n.º 114/2006, de 15 de setembro: Aprova a Estratégia Nacional para as Florestas*. *Diário da República, 1.ª série*, *n.º 179*, 15 de setembro de 2006. https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/114-2006-591991

Governo de Portugal. (2021). *Lei n.º 98/2021, de 31 de dezembro: Lei de bases do clima*. *Diário da República, 1.ª série*, *n.º 253*, 31 de dezembro de 2021. https://dre.pt/dre/detalhe/lei/98-2021-176533323

Grey, G. W., & Deneke, F. J. (1978). *Urban Forestry*. Wiley.

Houghton, R. A., House, J. I., Pongratz, J., van der Werf, G. R., DeFries, R. S., Hansen, M. C., Le Quéré, C., & Ramankutty, N. (2012). Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences*, *9*(12), 5125–5142. https://doi.org/10.5194/bg-9-5125-2012

ICETA – Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agroalimentares. (2004a). *Caracterização biofísica e edáfica do município da Póvoa de Varzim*. Universidade do Porto.

ICETA – Instituto de Ciências e Tecnologias Agrárias e Agroalimentares. (2004b). *Estrutura Ecológica Municipal da Póvoa de Varzim: Paisagem e contributo para a classificação do Solo Rural* (Relatório técnico elaborado para a Revisão do Plano Diretor Municipal). Câmara Municipal da Póvoa de Varzim.

Instituto da Água I.P. (2008). *Tipologia de rios em Portugal continental no âmbito da implementação da Diretiva Quadro da Água. I – Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). (2021). *Perfil Florestal de Portugal Continental*. ICNF.

Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF). (2023). *Estratégia Nacional para as Florestas: Desafios em contexto de mudança climática*.

Instituto Nacional de Estatística. (2017). *Anuário estatístico da região Norte*. https://www.ine.pt

Instituto Nacional de Estatística. (2022). *Estatísticas do emprego e indicadores socioeconómicos locais 2021/2022*. https://www.ine.pt

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2000). *Land Use, Land-Use Change, and Forestry*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*. https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013). *Alterações climáticas 2013: A base científica*. Lisboa: Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. https://www.ipcc.ch

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009429275

Kuo, F. E., & Sullivan, W. C. (2001). Environment and crime in the inner city. *Environment and Behavior*, *33*(3), 343–367.

Lambin, E. F., & Meyfroidt, P. (2010). Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. *Land Use Policy*, *27*, 108–118.

Lemos, C. (2005). Análise das susceptibilidades e planeamento de espaços no concelho da Póvoa de Varzim. In *V Congresso da Associação Portuguesa de Geógrafos*. https://www.apgeo.pt/files/docs/CD_V_Congresso_APG/web/_pdf/p3_14out_claudia.pdf

Lemos, J. (2005). *O espaço rural e urbano na Póvoa de Varzim: dinâmicas e interações* [Dissertação de Mestrado, Universidade do Minho].

Lombardo, M. A. (1990). *Arborização urbana e microclima*. UFRGS.

Martins, C. (s.d.). *Desenvolvimento de metodologias de cálculo de sequestro de carbono em jardins urbanos* [Tese de mestrado, Universidade de Lisboa].

Martins, C. (s.d.). *Desenvolvimento de metodologias de cálculo de sequestro de carbono e desenvolvimento de modelo de certificação florestal* [Relatório técnico].

McPherson, E. G., Novak, J. L., & Powntree, R. A. (1994). *Quantifying urban forest structure, function, and value: The Chicago Urban Forest Climate Project*. USDA Forest Service.

Medeiros, E. (2023). Climate change policies in Portugal: Progress and challenges. *Climate Policy*, *23*(2), 178–195. https://doi.org/10.1080/14693062.2022.2162969

Ministério do Ambiente e da Ação Climática. (2020). *Reserva Ecológica Nacional (REN): Orientações e enquadramento*. Governo de Portugal. https://www.portugal.gov.pt (ou URL específico, se aplicável)

Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2002). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, *4*, 115–123.

Nowak, D. J., Greenfield, E. J., Hoehn, R. E., & Lapoint, E. (2013). Carbon storage and sequestration by trees in urban and community areas of the United States. *Environmental Pollution*, *178*, 229–236.

Nunes, L., Lopes, D., Castro Rego, F., & Gower, S. T. (2013). Biomassa acima do solo e produção primária líquida de florestas no distrito de Vila Real, Portugal. *Forest Ecology and Management*, *305*, 38–47. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.05.034

Oke, T. R. (1989). The urban energy balance. *Progress in Physical Geography*, *13*(4), 460–478.

Olouzadense. (2020, 11 de agosto). Caracterização da vinha do enforcado em Lousada. Recuperado em 7 de dezembro de 2025, de https://olouzadense.pt/2020/08/11/caracterizacao-da-vinha-do-enforcado-em-lousada

Palma, J. H. N., Paulo, J. A., & Tomé, M. (2014). Carbon sequestration of modern Quercus suber L. silvoarable agroforestry systems in Portugal: A YieldSAFE-based estimation. *Agroforestry Systems*, *88*, 791–801.

Pandit, R., & Laband, D. N. (2010). Energy savings from tree shade. *Ecological Economics*, *69*(6), 1324–1329.

Parlamento Europeu e Conselho da União Europeia. (2021). Regulamento (UE) 2021/1119, de 30 de junho de 2021 ("Lei Europeia do Clima"). *Jornal Oficial da União Europeia*, *L 243*, 1–17. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1119

Pellikka, P. K. E., Heikinheimo, V., Hietanen, J., Schafer, E., Siljander, M., & Heiskanen, J. (2018). Impact of land cover change on aboveground carbon stocks in Afromontane landscape in Kenya. *Applied Geography*, *94*, 178–189. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.03.017

Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipe, R., . . . Zhang, X. (Eds.). (2003). *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. IPCC/IGES.

Pereira, J. S. (2016). *O futuro da floresta em Portugal*. Fundação Francisco Manuel dos Santos.

Pereira, J. S., Mateus, J., Aires, L., Pita, G., & David, T. (2007). Net ecosystem carbon exchange in three contrasting Mediterranean ecosystems – The effect of drought. *Biogeosciences Discussions*, *4*(3), 791–849.

Plano Diretor Municipal da Póvoa de Varzim. (2019). *Relatório de base ambiental e territorial*. Câmara Municipal da Póvoa de Varzim.

Política Agrícola Comum (PAC). (s.d.). *A Política Agrícola Comum — Instrumentos e reformas (Artigos 38.º a 44.º do TFUE)*. União Europeia.

Público / Município da Póvoa de Varzim. (2024). *O Centro do Clima e a transição agrícola regenerativa: Iniciativas de adaptação nas áreas agrícolas e florestais*. Público.

Raposo, M., Canaveira, P., & Domingos, T. (2025). Estimating soil carbon sequestration potential in Portuguese agricultural soils through land-management and land-use changes. *Sustainability*, *17*(3), 1223.

Rico, N. M. M. (2019). *Estimativas de stock de carbono em zonas ripárias* [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa].

Rocha, M. L. (2014). *Modelo para determinar a neutralização dos gases do efeito estufa com custo mínimo usando árvores nativas do Cerrado Tocantinense*. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*. Universidade Federal do Tocantins.

Ryan, M. G. (2011). Tree mortality: Causes, consequences, and implications for global carbon cycle. *New Phytologist*, *189*(4), 995–999.

Sandim, A., Lopes, D., Louzada, J. L., & Silva, M. E. (2025). Influence of thinning on carbon balance in natural regeneration of Pinus pinaster in Portugal. *Land*, *14*(3), 493.

Sarpong, K. A., Xu, W., Gyamfi, B. A., & Ofori, E. K. (2023). A step towards carbon neutrality in E7: The role of environmental taxes, structural change, and green

energy. *Journal of Environmental Management*, *337*. https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117769

Sierra, C. A., del Valle, J. I., Orrego, S. A., Moreno, F. H., Harmon, M. E., Zapata, M., . . . Berrouet, L. M. (2007). Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia. *Forest Ecology and Management*, *243*, 299–309. https://www.google.com/search?q=https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.03.003

Sil, Â., Fonseca, F., Gonçalves, J., Honrado, J., Marta-Pedroso, C., Alonso, J., & Azevedo, J. C. (2017). Analysing carbon sequestration and storage dynamics in a changing mountain landscape in Portugal. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, *13*(2), 82–104.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., & et al. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *363*(1492), 789–813. https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2184

Sousa, F. J. S. R. de. (2020). *Paisagens florestais: Desenho de uma paisagem florestal e a importância na sua gestão. Caso de estudo: Perímetro Florestal da Serra de São Mamede* [Dissertação de mestrado, Universidade de Évora].

Sutfin, N. A., Wohl, E., & Dwire, K. A. (2016). Banking carbon: A review of organic carbon storage and physical factors influencing retention in floodplains and riparian ecosystems. *Earth Surface Processes and Landforms*, *41*(1), 38–60. https://doi.org/10.1002/esp.3857

Tallis, M., Taylor, G., Sinnett, D., & Freer-Smith, P. (2011). Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London. *Environmental Pollution*, *159*(8–9), 2145–2153.

Tarran, J. (2009). Improving streetscape through street tree design. *Urban Design Journal*, *111*, 20–22.

Tipologia biogeográfica para Portugal continental, desenvolvida por Rivas-Martínez et al (1990).

Trowbridge, P. J., & Bassuk, N. L. (2004). *Trees in the urban landscape: Site assessment, design, and installation*. Wiley.

UNFCCC. (2010). *Portugal 2010 GHG Inventory Report* (FCCC/ARR/2010/PRT). http://unfccc.int/national_reports

United Nations. (1972). *Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment*. United Nations. https://www.un.org/en/conferences/environment/stockholm1972

United Nations. (2015). *Paris Agreement*. UNFCCC. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf

United Nations Economic Commission for Europe. (1979). *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*. UNECE. https://unece.org/environment-policy/air

United Nations Environment Programme. (1987). *The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. UNEP. https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol

Vilar, C. R. (2012). *Intervenções de requalificação do espaço público das áreas centrais das freguesias rurais do concelho da Póvoa de Varzim* [Relatório de estágio de mestrado, Universidade do Porto]. ProQuest Dissertations Publishing.

Vilar, H. (2012). *Estrutura ecológica e usos do solo no litoral norte português* [Dissertação de Mestrado, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro].

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. Oxford University Press.

Yeo, I.-Y., & Huang, C. (2013). Revisitando a teoria da transição florestal com base histórica Registros e dados geoespaciais: um estudo de caso do Mississippi (EUA). *Política de Uso do Solo*, *32*, 1–13.

Yuan, W., Luo, Y., Li, X., et al. (2009). Quantifying the responses of forest carbon balance to future climate change in China using an ensemble of ecosystem models. *Agricultural and Forest Meteorology*, *149*(11), 1751–1763.

Anexo 1 - Espécies de plantas selecionadas

Locais:

1. Zonas litorais - Dunas
2. Área urbana
3. Masseiras
4. "Campo-Bouça"
5. Linhas de água

	Fámilia	Nome científico	Nome comum	Referência	Área a ser aplicada
Estrato Arbóreo	Salicaceae	*Salix atrocinerea*	Salgueiro-preto	A	3, 5
	Rosaceae	*Crataegus monogyna Jacq.*	Pilriteiro	A	3, 4 e 5
	Rhamnaceae	*Frangula alnus Mill.*	Sanguinho-das-sebes	A	4 e 5
	Betulaceae	*Alnus glutinosa (L.) Gaertn.*	Amieiro	A	2, 3 e 5
	Lamiales	*Fraxinus angustifolia subsp. Angustifolia*	Freixo-de-folha-estreita	A	2, 3, 4 e 5
	Adoxaceae	*Sambucus nigra*	Sabugueiro	B	3, 4, 5
	Ericaceae	*Erica arborea*	Urze-arbórea	A	2, 3 e 4
	Pinaceae	*Pinus pinaster*	Pinheiro-bravo	F	2, 3 e 4
	Pinaceae	*Pinus pinea*	Pinheiro-manso	F	2, 3 e 4
	Fagaceae	*Quercus pyrenaica*	Carvalho-negral	F	4
	Fagaceae	*Quercus robur*	Carvalho-alvarinho	F	2, 3 e 4
	Fagaceae	*Quercus suber*	Sobreiro	F	2, 4
	Rosaceae	*Pyrus cordata*	Pereira-brava	F	4
Estrato Arbustivo	Rhamnaceae	*Rhamnus alaternus*	Aladierno	A	1
	Fabaceae	*Adenocarpus lainzii (Castrov.) Castrov.*	Giesta	A	1
	Ericaceae	*Calluna vulgaris (L.) Hull*	Torga	A	1, 4
	Fabaceae	*Cytisus striatus*	Giesta-das-serras	A	1
	Fabaceae	*Cytisus striatus*	Giesta-das-serras	A	4
	Thymelaeaceae	*Daphne gnidium L.*	Trovisco	A	1 e 4
	Fabaceae	*Genista ancistrocarpa*	Giesta	A	1
	Fabaceae	*Genista berberidea*	Giesta-púrpura	A	1
	Fabaceae	*Genista triacanthos*	Tojo	A	2 e 1
	Fabaceae	*Ulex europaeus subsp. Europaeus*	Tojo-comum	F	2 e 3
	Lauraceae	*Laurus nobilis*	Loureiro	A	2, 3 e 5
	Rosaceae	*Prunus spinosa*	Abrunheiro-bravo	A	3 e 4
	Rhamnaceae	*Rhamnus alaternus*	Aladierno	A	1 e 2
	Fabaceae	*Adenocarpus lainzii*	Giesta	C	1, 4
	Salicaceae	*Salix arenaria*	salgueiro-das-areias	A	1
	Cistaceae	*Cistus psilosepalus*	Esteva-de-folha-lisa	F	4
	Ericaceae	*Erica scoparia subsp. scoparia*	Urze-escopária	F	2 e 4
	Caprifoliaceae	*Lonicera periclymenum subsp. periclymenum*	Madressilva	F	5
	Malvaceae	*Lavatera arborea*	Malva-arbórea	F	1

Estrato Subarbustivo e Herbáceo	Apium	*Apium nodiflorum*	Aipo-dos-rios	C, D	5
	Poaceae	*Agrostis curtisii*	Agrostis	F	4
	Asteraceae	*Achillea millefolium*	Mil-folhas	F	2
	Asteraceae	*Bellis perennis*	Margarida	F	2
	Cyperaceae	*Carex arenaria*	Cárice-das-areias	F	1 e 3
	Cyperaceae	*Cyperus longus*	Junça	C, D	5
	Plantaginaceae	*Digitalis purpurea subsp. Purpurea*	Dedaleira	F	2
	Apiaceae	*Foeniculum vulgare*	Funcho	F	2
	Iridaceae	*Iris pseudacorus*	Lírio-amarelo-dos-pântan	C, D	5
	Lamiaceae	*Lycopus europaeus*	Hortelã-dos-lobos	C, D	5
	Lamiaceae	*Mentha suaveolens*	Hortelã-brava	C, D	5
	Lamiaceae	*Prunella vulgaris*	Brunela	C, D	5
	Lythraceae	*Lythrum salicaria*	Salgueirinha	C, D	5
	Plantaginaceae	*Veronica anagallis-aquatica subsp. anagallis-aquatica*	Verónica-dos-rios	C, D	5
	Cyperaceae	*Cyperus esculentus*	Junça-comestível	C, D	5
	Papaveraceae	*Chelidonium majus*	Erva-andorinha	C, D	5
	Asteraceae	*Dittrichia viscosa subsp. Viscosa*	Incenso	C, D	5
	Poaceae	*Lolium perenne*	Azevém-perene	D	5
	Fabaceae	*Trifolium repens*	Trevo-branco	D	5
	Poaceae	*Phragmites australis*	Cana-comum	C, D	3 e 5
	Typhaceae	*Typha latifolia*	Tábua-larga	C, D	3 e 5
	Poaceae	*Holcus lanatus*	Rabo-de-raposa	C, D	5
	Poaceae	*Festuca arundinacea*	Festuca	C, D	5
	Lamiaceae	*Mentha aquatica*	Hortelã-da-água	F	2
	Brassicaceae	*Rorippa nasturtium-aquaticum*	Agrião-dos-rios	D	5
	Brassicaceae	*Rorippa amphibia*	Agrião-aquático	D	5
	Asparagaceae	*Scilla verna*	Escila-da-primavera	F	2
	Caryophyllaceae	*Stellaria alsine*	Estrelinha	D	5
	Caryophyllaceae	*Spergularia rubra*	Esparguta	D	5
	Caryophyllales	*Atriplex prostrata*	Saramago-bravo	D	1, 5
	Euphorbiaceae	*Euphorbia amygdaloides subsp. Amygdaloides*	Erva-leiteira	E	5
	Poaceae	*Elymus farctus*	Gramão-das-areias	F	1 e 3
	Poaceae	*Ammophila arenaria subsp. arundinacea*	Estorno	E	1 e 3
	Convolvulaceae	*Calystegia sepium subsp. sepium*	Corriola-das-sebes	A	1
	Convolvulaceae	*Calystegia soldanella*	Corriola-marítima	A	1
	Fabaceae	*Medicago marina*	Ervilhaca-marítima	A	1
	Apocynaceae	*Vinca difformis subsp. difformis*	Pervinca	C	4
	Cistaceae	*Cistus salviifolius*	Estevinha	C	3 e 4
	Lamiaceae	*Lavandula stoechas*	Rosmaninho	C	4
	Boraginaceae	*Myosotis discolor*	Não-me-esqueças	F	5

	Cyperaceae	*Scirpoides holoschoenus*	Junco-macho	F	5
	Ranunculaceae	*Ranunculus flammula*	Ranúnculo	F	5
	Fabaceae	*Ornithopus compressus*	Serradela	F	4
	Polygonaceae	*Rumex bucephalophorus*	Língua-de-vaca	F	4
	Plantaginaceae	*Digitalis purpurea subsp. purpurea*	Dedaleira	F	4
	Violaceae	*Viola kitaibeliana*	Violeta	G	1, 4
	Fabaceae	*Lathyrus nudicaulis*	Ervilhaca	G	1
	Asteraceae	*Artemisia campestris subsp. maritima*	Losna-dos-campos	G	1
	Apiaceae	*Eryngium maritimum*	Cardo-marítimo	F	1
	Amaryllidaceae	*Pancratium maritimum*	Lírio-das-areias	F	1
	Brassicaceae	*Coincya johnstonii*	Giesta-negral	F	1
	Iridaceae	*Romulea clusiana*	noselha-maior	F	1
	Campanulaceae	*Jasione maritima var. sabularia*	jasione-marítima	F	1

Referência:

A. Bifulco, C., & Castro Rego, F. (2012). Seleção de espécies lenhosas adequadas às técnicas de engenharia natural. Silva Lusitana, 20(1/2), 15–38. © UEISSAFSV, INIAV, Oeiras, Portugal.

B. Dias, J. A., Ferreira, Ó., & Matias, A. (2005). Estabilização e recuperação de sistemas dunares em Portugal. *Revista de Gestão Costeira Integrada, 4* (2), 123–137.

C. Tereso João; Honrado João; Pinto Ana; Rego Francisco. Florestas do Norte de Portugal_ História, Ecologia e Desafios de Gestão, 2011

D. Morais, C. A. V. (2009). Estratégias de fitorremediação de duas minas abandonadas – Tinoca e Mostardeira (Dissertação de Mestrado). Universidade de Évora.

E. Nunes L, Lopes D, Castro Rego F, Gower ST. Biomassa acima do solo e produção primária líquida de florestas de pinheiros, carvalhos e florestas mistas de pinheiros e carvalhos no distrito de Vila Real, Portugal. Ecologia e gestão florestal . 2013;305:38-47. doi:10.1016/j.foreco.2013.05.034

F. Flora On. Disponível em: <https://flora-on.pt/#>

G. Capelo J, Aguiar C, eds. A vegetação de Portugal. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa; Imprensa Nacional – Casa da Moeda; 2021. ISBN 978-972-27-2879-9.

Tabela 2. Espécies selecionadas nos 3 estratos vegetais: arbóreo, arbustivo e herbáceo
Fonte: Elaborado pelo autor

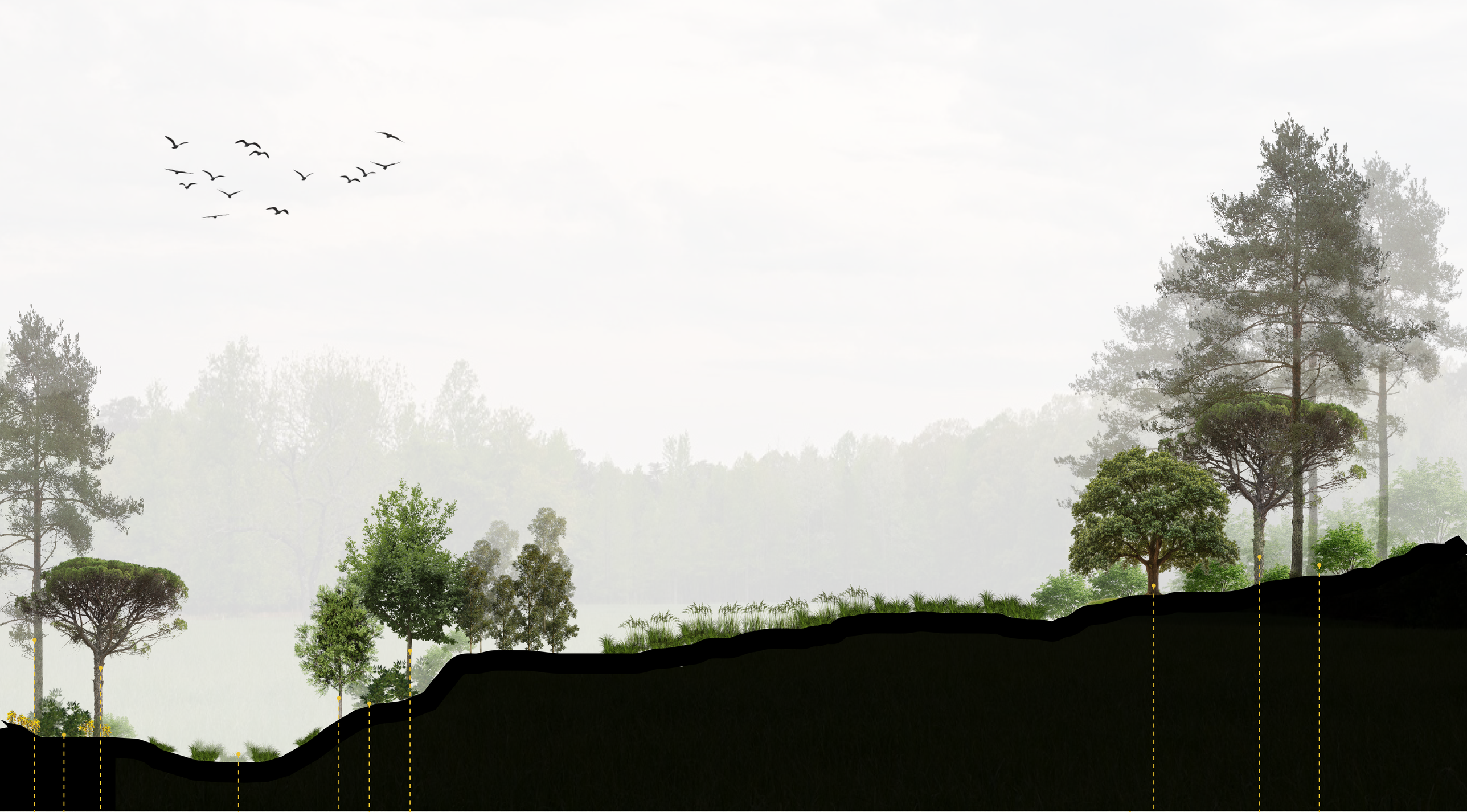
Anexo 2 - Tabela resumo das medidas propostas

Tabela resumo das interveções por área					
Medidas	**Áreas de interveção:**				
	Zonas litorais - Dunas	**Área urbana**	**Masseiras**	**Campo-Bouça**	**Linhas de água**
1	Recuperação dunar e da vegetação degradada	Plano Integrado de Arborização Urbana para Sustentabilidade e Resiliência Ambiental da Póvoa de Varzim	Restabelecimento da Cultura das Masseiras como modo de produção sustentável	Integrar o projeto Bosque pelo Clima e a integração com o mercado de carbono, para preservação da matriz	Conservação, Restauro e Valorização das Linhas de Água e Galerias Ripícolas
2	Controle da Erosão / Instabilidade do Solo		Articular o projeto Bosques pelo Clima com a preservação e valorização da paisagem tradicional das masseiras.	Reconversão de bouças de eucaliptal em bouças com formações florestais estruturadas em espécies nativas	Gestão Integrada de Fitorremediação e Biodiversidade nas Zonas Ripícolas
3				Redução do azoto reativo através de fitotecnologias	
4				Integrar estrategicamente alguns bosques a trilhos e usos recreativos	

Tabela 4. Tabela resumo das medidas de intervenção nas áreas de intervenção da proposta
Fonte: Elaborado pelo autor

Anexo 3 – Propostas de intervenção em maior formato


Espaços verdes associados a urbanizações:
Fraxinus angustifolia
Erica cinerea
Pinus pinaster
Pinus pinea
Quercus robur
Edifício habitacional
Pinus pinaster
Passeio
Genista triacanthos
Laurus nobilis
Erica cinerea
Bellis perennis
Achillea millefolium
Passeio
Pinus pinaster
Erica cinerea
Ammophila arenaria subsp. arundinacea
Artemisia campestris subsp. maritima
Eryngium maritimum
Pancratium maritimum
Coincya johnstonii
Romulea clusiana
Jasione maritima var. sabularia


Masseiras
Campo
Bouça
Pinus pinea
(pinheiro-manso)
Ulex europaeus
Laurus nobilis
Urze-arbórea
Pinus pinaster
(pinheiro-bravo)
Quercus robur
carvalho-alvarinho'
Laurus nobilis
Prunus spinosa
Fraxinus angustifolia subsp. angustifolia
(Freixo-de-folha-estreita)
Quercus suber
(sobreiro)
Pinus pinea
(pinheiro-manso)
Pinus pinaster
(pinheiro-bravo)

Pinus pinaster
(pinheiro-bravo)

“Bouça”

“Campo”
Milho - Verão
Azevém - Inverno

Crataegus monogyna

Quercus robur
carvalho-alvarinho’

Pinus pinea
(pinheiro-manso)

Quercus suber
(sobreiro)

Cistus psilosepalus
Cistus salviifolius
Daphne gnidium



Fraxinus angustifolia (freixo-de-folha-estreita)
Celtis australis (lódão-bastardo)
Salix atrocinerea (salgueiro-preto)

Alnus glutinosa (amieiro)
Frangula alnus (sanguinho-de-água)

Myosotis debilis (não-me-esqueças-pequeno)
Typha latifolia (tabua-larga)
Scirpoides holoschoenus (junco-da-avenca)
Iris pseudacorus (lírio-amarelo-dos-pântanos)
Apium nodiflorum (aipo-dos-rios)
Lycopus europaeus (hortelã-dos-lobos)
Mentha aquatica (hortelã-da-água)
Mentha suaveolens (hortelã-brava)

Laurus nobilis (loureiro)
Sambucus nigra
(sabugueiro-negro)
Lonicera periclymenum subsp.
periclymenum (madressilva)