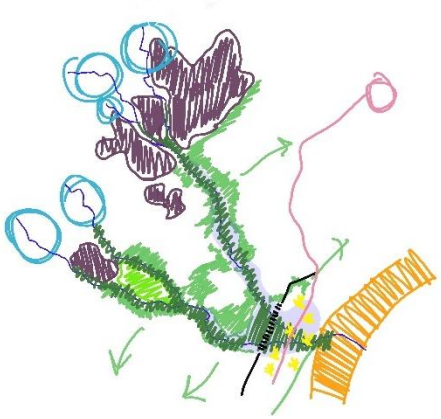
Restauro ecológico em paisagens fluviais: integração funcional e resolução de conflitos através da infraestrutura verde no Baixo Minho (Galiza, Espanha)

María Jimena Varela Rodríguez
Mestrado em Arquitetura Paisagista
Departamento de Geociências, ambiente e ordenamento do território
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2025



Restauro ecológico em paisagens fluviais: integração funcional e resolução de conflitos através da infraestrutura verde no Baixo Minho (Galiza, Espanha)

María Jimena Varela Rodríguez

Dissertação realizada no âmbito do Mestrado em Arquitetura Paisagista

Departamento de Geociências, ambiente e ordenamento do território

2025

Orientadora
Claudia Oliveira Fernandes, Professora e Arquiteta Paisagista
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

A papá

Resumo

Esta dissertação analisa o restauro ecológico de paisagens fluviais a partir do caso de estudo no Baixo Minho, município de Tomiño (Galiza). Parte-se da constatação de que rios e várzeas são sistemas ecológicos e sociais complexos, sujeitos a pressões que comprometem a sua integridade e aumentam a vulnerabilidade a riscos hidrológicos. No plano teórico, assume-se que o restauro não corresponde apenas à recomposição de ecossistemas degradados, mas a um processo multiescalar e interdisciplinar que procura restabelecer funções ecológicas e, em simultâneo, integrar dimensões sociais, culturais e económicas. A infraestrutura verde e as Soluções Baseadas na Natureza constituem, neste contexto, os marcos operativos que orientam a análise e as propostas.

A metodologia seguiu quatro etapas: revisão bibliográfica e normativa, recolha e tratamento de dados cartográficos, análise territorial multiescalar e formulação de propostas. A abordagem em três níveis (L: sub-bacia, M: linhas de água intermédias, S: várzea inundável) revelou-se fundamental para compreender a dinâmica fluvial e traduzir orientações estratégicas em soluções operativas. A análise apoiou-se em SIG, ortofotos e revisão documental de projetos previstos e planeamento existente.

Os resultados mostram que a infraestrutura verde é eficaz para compatibilizar conservação e produção, demonstrando que o restauro não implica regressar a um estado pré-humano, mas criar novos equilíbrios entre natureza e sociedade. A proposta parte precisamente dos projetos previstos (polígono agroindustrial, Via de Alta Capacidade e polígono agroflorestal) reinterpretando-os como oportunidades de restauro. O parque inundável, os viveiros ornamentais sem químicos e a rede de percorridos pedonais e cicláveis estruturam uma paisagem resiliente, multifuncional e culturalmente valorizada.

Conclui-se que o restauro ecológico deve ser entendido como um processo integrado, capaz de articular princípios internacionais com soluções territoriais. Apesar de limitações como a ausência de participação pública e de monitorização detalhada, a metodologia mostra-se robusta e replicável, contribuindo para a construção de territórios ribeirinhos mais sustentáveis e resilientes.

Palavras-chave: restauro ecológico; paisagens fluviais; infraestrutura verde; soluções baseadas na natureza; Baixo Minho.

Abstract

This dissertation analyses the ecological restoration of fluvial landscapes through a case study in the Baixo Miño region, municipality of Tomiño (Galicia, Spain). Rivers and floodplains are recognised as complex ecological and social systems, subject to pressures that compromise their integrity and increase vulnerability to hydrological risks. From a theoretical perspective, restoration is not understood as the simple recomposition of degraded ecosystems, but as a multiscale and interdisciplinary process aimed at re-establishing ecological functions while also integrating social, cultural and economic dimensions. Green Infrastructure and Nature-Based Solutions constitute, in this context, the operative frameworks guiding both analysis and proposals.

The methodology followed four main stages: literature and policy review, collection and processing of cartographic data, multiscale territorial analysis and proposal formulation. The three-level approach (L: sub-basin, M: tributary streams, S: floodplain) proved essential to understand fluvial dynamics and to translate strategic guidelines into operative solutions. The analysis was supported by GIS tools, historical and current orthophotos, and documentary review of planned projects and existing spatial planning.

The results show that Green Infrastructure is an effective instrument to reconcile conservation and production, demonstrating that restoration does not imply returning to a pre-human state of the landscape but rather creating new balances between nature and society. The proposal builds directly on planned projects (the agro-industrial park, the new highway (VAC) and the agroforestry área) reinterpreting them as opportunities for restoration. The floodable park, chemical-free ornamental nurseries and the network of pedestrian and cycling routes together structure a resilient, multifunctional and culturally valued landscape.

The conclusions confirm that ecological restoration must be understood as an integrated process, capable of articulating international principles with local territorial solutions. Despite limitations such as the absence of public participation and detailed ecological monitoring, the methodology proved robust and replicable, contributing to the construction of more sustainable and resilient riparian territories.

Keywords: ecological restoration; fluvial landscapes; green infrastructure; nature-based solutions; Lower Minho.

Índice

Lista de Tabelas v

Lista de Figuras vi

Lista de Abreviaturas ix

Introdução 1

1. Problema de investigação 3

2. Objetivos 4

3. Metodologia 5

3.1 Revisão bibliográfica e normativa 5

3.2 Recolha e tratamento de dados cartográficos 5

3.3 Abordagem multiescalar 6

3.4 Representação gráfica e comunicação 8

3.5 Síntese metodológica 8

4. O contexto europeu e global do restauro ecológico 9

4.1. Origem e evolução do conceito de restauro ecológica 9

4.2 A Década das Nações Unidas para o Restauro dos Ecossistemas 13

4.3 A Lei de Restauro da Natureza da União Europeia 17

4.4 Desafios legais e conceptuais 21

4.5 A infraestrutura verde como instrumento de restauro ecológico e territorial 24

5. A paisagem fluvial 28

5.1 Rios, planícies de inundação e zonas húmidas 28

5.2 Os usos e funções múltiplass das planícies de inundação 31

5.3 Princípios ecológicos de planeamento e projeto de espaços fluviais 33

6. O restauro ecológico de paisagens fluviais e a relação com a arquitetura paisagista 35

6.1 História e evolução 36

6.2 Avaliação do estado ecológico no contexto histórico e social 37

6.3 Impacto potencial das alterações climáticas nos sistemas fluviais 40

6.4 Enquadramento normativo e político do restauro fluvial 41

6.5 Desafios no restauro de ecossistemas fluviais 42

6.6 Ações para o restauro: enfoques e métodos. 43

6.7 Casos de sucesso. 46

7. Infraestrutura verde e gestão da água 54

7.1 Enquadramento conceptual: Infraestrutura Verde, restauro ecológico e Soluções Baseadas na Natureza 55

7.2 Estratégias de infraestrutura verde: da UE à Galiza 57

7.3 Aplicações da Infraestrutura Verde na gestão hídrica de paisagens fluviais 64

7.4 Ferramentas operacionais para integrar IV e SbN em estratégias de restauro multiescalar 67

8. Caso de estudo: A paisagem fluvial do Minho ao seu passo por Tomiño (Galiza, Espanha). Proposta multiescalar 70

8.1 Caracterização territorial e hidrológica 71

8.1.1 Contexto: a bacia do Minho e o Minho Baixo (Escala XXL e XL) 72

8.1.2 Sub-bacia Río Minho X (Escala L) 79

8.1.3 O sistema dos regatos dos Medos–Bravos–Fábrica (Escala M) 92

8.1.4 ARPSI (Escala S) 103

8.2 Diagnóstico: desafios ecológicos e paisagísticos 110

8.2.1 Retos na infraestrutura verde 111

8.2.1 A carácter da paisagem 117

8.2.3 Novos projetos como oportunidade 125

8.3 Proposta: projetar para o equilíbrio 135

8.3.1 Escala de intervenção L 137

8.3.2 Escala de intervenção M 139

8.3.3 Escala de intervenção S 144

Conclusões 150

Referências 154

Anexos 162

Lista de Tabelas

Tabela 1. Comparação entre definições..... 22
Tabela 2. Relações entre restauro ecológico clássico e ótica da IV. 26
Tabela 3. Recursos das planicies de inundação. 31
Tabela 4. Principios de planeamento e projeto de espaços fluviais..... 34
Tabela 5. Enfoques de restauro. 45
Tabela 6. Enfoques de restauro nos casos selecionados. 52
Tabela 7. Comparaçao entre restauro ecológico, IV e SBN 56
Tabela 8. Solucións de infraestrutura verde para a gestão hídrica..... 66
Tabela 9. Critérios comparativos entre infraestrutura verde e cinzenta. 67
Tabela 10. Espécies principais na área de estudo. 87
Tabela 11. Principais problemas detetados e possíveis medidas..... 116
Tabela 12. Problemas e medidas de IV na escala L. 138
Tabela 13. Problemas e medidas de IV na escala M. 143
Tabela 14. Problemas e medidas de IV na escala S..... 148

Lista de Figuras

Figura 1. *Artificial Wonderland II Taigu Descendants*. 1
Figura 2. Esquema metodológico do caso de estudo. 7
Figura 3 Pepper Jackson, Aldo Leopold, Jim Hale, and Mary Ellen Helgren num incêndio controlado no Arboretum, em 1945. 10
Figura 4. Principios orientadores Decada do restauro ecológico. 15
Figura 5. Estratégia de Biodiversidade para 2030. 18
Figura 6. Elementos fisiográficos típicos dunha planície de inundação. 29
Figura 7. Notícia sobre conflitos entre valores ecológicos e culturais do río Lor 38
Figura 8. Plano Geral da Fase 1 do Projeto. 47
Figura 9. Esquema e imagens do restauro do río Kissimmee. 48
Figura 10.Imagen do rio Isar restaurado. 49
Figura 11. Processo de progressivo desaparecimento do padrão e plano do restauro do rio Aire. 50
Figura 12. Localização e foto de obra do Corredor Verde do Baixo Danúbio 51
Figura 13. Mapa geral de elementos da IV da Galiza. 60
Figura 14. Elementos da rede de infraestrutura verde municipal de Ponteareas. 61
Figura 15. Mapa L01-Curvas de nivel, hidrografia e escalas de trabalho. 71
Figura 16. Bacia do rio Minho. 73
Figura 17.Perfil topográfico do rio Minho. 73
Figura 18. Demarcação Hidrográfica Miño-Sil. 74
Figura 19. Unidades de paisagem da DHMS. 75
Figura 20. Contexto geográfico e administrativo.. 76
Figura 21. Mapa do estado ecológico das massas de água superficiais naturais. 77
Figura 22. Estuário do Minho, uma das zonas húmidas máis importantes da Península Ibérica. 78
Figura 23. Barca cruzando o Minho desde Salvaterra a Monção em 1928. 79
Figura 24. Sub-bacia rio Minho X. 80
Figura 25. Massa subterránea de aluvial do Baixo Minho I. 81
Figura 26. Mapa L01-Geologia. 82
Figura 27. Mapa L03-Geologia e riscos. 83
Figura 28. Mapa L04-Permeabilidade.. 84
Figura 29. Mapa L05. Declives. 85
Figura 30. Mapa L09-Flora e zonas protegidas. 87

Figura 31. Mapa L12 Elementos da IV de Galicia. 89
Figura 32. Mapa L11. Pressoes na rede hidrogáfica. 90
Figura 33. Mapa L07-Usos do solo. 91
Figura 34. Mapa M01-Relevo e hidrografia.. 93
Figura 35. Charcas temporárias na beira da PO552, futura VAC.. 94
Figura 36. M04-Ortofotografia 1956. 95
Figura 37. Plantações abandonadas de eucalipto, com vegetação autóctone recuperando território. 98
Figura 38. Exemplar de feto real (*Osmunda regalis*) no regato dos Bravos. 99
Figura 39. Salgueiral na área de estudo. 100
Figura 40. M05-Usos do solo. 101
Figura 41. Áreas de plantação de kiwi e vinha em encosta. 102
Figura 42. Áreas de plantações ornamentais. 102
Figura 43. M06-Pressões antrópicas. 103
Figura 44. S01- Relevo e hidrografia. 104
Figura 45. S09-Mapa de profundidades de inundação. 105
Figura 46. Processo de concentração parcelária. 107
Figura 47. S06-Pressões antrópicas. 110
Figura 48. M09-NVDI médio e usos do solo. 112
Figura 49. M10-NDMI médio e usos do solo. 113
Figura 50.M11-NDWI médio e usos do solo. 114
Figura 51. Prioridades de conservação. 115
Figura 52. Usos, condicionantes e zonas de conflito. 116
Figura 53. Espaços abertos na ribeira do Minho. Ao fundo, as montanhas de Portugal. 118
Figura 54. Contrastes estéticos e cromáticos. 119
Figura 55. Mapa de 1762. 121
Figura 56. Prados na zona de concentração parcelária. 122
Figura 57. Galería ripicola ,a ortogonalidade dos novos caminhos e plantação ornamental. 122
Figura 58. Contraste entre o coberto vegetal. 123
Figura 59. Contraste entre o coberto vegetal. 123
Figura 60. Contraste entre o coberto vegetal. 124
Figura 61. Contraste entre o coberto vegetal. 124
Figura 62. Esquema dos principais projetos e núcleos habitados. 125

Figura 63. PO552 na atualidade. 126
Figura 64. Interseção da VAC com habitats de interesse comunitário e séries de vegetação (Corine). 127
Figura 65. Sistema de drenagem transversal previsto no projeto da VAC..... 128
Figura 66. Projeto de revegetação de taludes na VAC: hidrossementeiras, plantações lineares e extensões de terra vegetal. 129
Figura 67. Projeto do polígono agroindustrial transfronteirizo, com o traçado previsto da VAC incorporado. 131
Figura 68. Parcelario Os Panascos..... 133
Figura 69. Caminhos dentro da zona da concentração parcelaria..... 134
Figura 70. Esquema da área de atuação. 136
Figura 71. Esquema conceptual do sistema de regatos da escala M. 141
Figura 72. Bocetos de projeto. 145
Figura 73. Composição da ortofotografia histórica. 152

Lista de Abreviaturas

ARPSI	ÁREA DE RISCO POTENCIAL SIGNIFICATIVO DE INUNDAÇÃO
CDB	CONVENÇÃO SOBRE A DIVERSIDADE BIOLÓGICA
CE	COMISSÃO EUROPEIA
CHMS	CONFEDERAÇÃO HIDROGRÁFICA MIÑO-SIL
COP	CONFERENCE OF THE PARTIES
EEIVCRE	ESTRATEGIA ESTATAL DE INFRAESTRUCTURA VERDE, CONECTIVIDAD Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA
FAO	FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
IED	INDÚSTRIAS COM ESTAÇÃO DE DEPURAÇÃO (NÃO SUJEITAS À DIRETIVA EUROPEIA DE EMISSÕES INDUSTRIAIS)
IPBES	INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES
IV	INFRAESTRUTURA VERDE
LIFE	L'INSTRUMENT FINANCIER POUR L'ENVIRONNEMENT
MITECO	MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
NDVI	NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX
ODS	OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
ONU	ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS
PAC	POLÍTICA AGRÍCOLA COMUM DA UNIÃO EUROPEIA
PNOA	PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA
SBN	SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA
SER	SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION
SIOSE	SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE OCUPACIÓN DEL SUELO EN ESPAÑA
SIGPAC	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE PARCELAS AGRÍCOLAS
SUDS	SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL
UE	UNIÃO EUROPEIA

UNEP	UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME
VAC	VIA DE ALTA CAPACIDADE
ZEC	ZONA ESPECIAL DE CONSERVAÇÃO
ZPE	ZONA DE PROTEÇÃO ESPECIAL

Introdução

A água está presente no nascimento histórico da ideia de paisagem. Na China, a união das palavras "shan" e "shui" (montanha e água) resultou no termo "shanshui", traduzido como paisagem, muito antes que no Ocidente existissem palavras similares com significado próximo (Zoido, 2004). Esta relação entre a água e a perceção estética do meio natural também foi explorada por autores como Edgard O. Wilson (1984), através da sociobiologia, e Fernando González Bernáldez (1995), desde a ecologia da paisagem, que propuseram que a preferência humana por lugares com vegetação e água está profundamente ligada à nossa evolução biológica. A presença da água é, portanto, constitutiva da experiência estética e simbólica do território.

Figura 1. *Artificial Wonderland II Taigu Descendants*. Ilustrações digitais baseadas nas pinturas “shanshui” da Dinastia Song. Fonte: Yang Yongliang, (2014)

Com a sedentarização do ser humano e, principalmente, após a Revolução Industrial, os sistemas fluviais passaram a sofrer um processo sistemático de transformação. As dinâmicas urbanas, os sistemas de produção agrícola intensiva e a construção de infraestruturas de transporte e regulação hídrica modificaram profundamente as paisagens ribeirinhas. No entanto, é precisamente nestes espaços que se concentram múltiplas funções ecológicas e sociais: desde a regulação climática até à provisão de espaços de lazer, passando pelo papel fundamental que desempenham na conectividade ecológica e na preservação da biodiversidade (Palmer et al., 2005).

Apesar dos avanços científicos, técnicos e legislativos no campo do restauro ecológico, as paisagens fluviais continuam a enfrentar desafios significativos. Frequentemente estas intervenções carecem de uma abordagem sistémica que integre o território, os usos humanos e a dimensão ecológica. A degradação destes sistemas é impulsionada por processos como a fragmentação territorial, a sobreexploração dos recursos e uma crescente desconexão cultural entre as comunidades e os seus rios (Naiman & Décamps, 1997).

No plano teórico e prático, persistem lacunas importantes: abordagens fragmentadas que separam escalas e disciplinas; escassa integração entre objetivos ambientais, sociais e territoriais; e, com frequência, uma visão tecnocrática do restauro que negligencia o valor cultural e paisagístico dos rios. O restauro ecológico tende ainda a ser compreendido como uma prática corretiva e pontual, e não como uma oportunidade estratégica de reconexão entre sistemas naturais e antrópicos (Clewell & Aronson, 2013).

Este trabalho propõe explorar a restauro ecológico das paisagens fluviais no contexto europeu, com especial atenção à evolução do conceito e às políticas atuais. Através de um estudo de caso centrado no rio Minho, no troço que atravessa Tomiño (Galiza), propõe-se uma estratégia multiescalar baseada em soluções de infraestrutura verde e nos princípios do restauro com enfoque paisagístico. Esta dissertação estrutura-se em três partes principais: uma revisão do marco teórico e normativo, um caso de estudo com proposta de intervenção multiescalar, e um apartado final de conclusões.

1. Problema de investigação

Na Galiza, a paisagem agrícola tradicional tem sofrido profundas transformações desde meados do século XX, marcadas tanto pela intensificação produtiva como pelo abandono progressivo das zonas rurais. Estas dinâmicas antagónicas têm fragmentado o território, comprometido a funcionalidade ecológica e reduzido a resiliência da paisagem. O sistema fluvial, elemento estruturante da paisagem e suporte de serviços ecossistémicos cruciais, encontra-se sob forte pressão devido à artificialização, à perda de vegetação ribeirinha e à multiplicação de conflitos de uso.

No município de Tomiño, estas problemáticas evidenciam-se de forma particular pela convergência de múltiplos usos: agrícolas, industriais, residenciais, recreativos e ecológicos, num território de fronteira marcado pela diversidade funcional e paisagística. A ausência de uma estratégia integrada de ordenamento contribui para a sobreposição de interesses e para a degradação de espaços de elevado valor ecológico e social.

Neste contexto, a infraestrutura verde surge como uma abordagem estratégica capaz de articular escalas e funções, promovendo a conectividade ecológica e social, a mobilidade sustentável, a valorização do património fluvial e o restauro dos ecossistemas. A presente investigação propõe-se estudar o sistema fluvial de Tomiño como eixo de estruturação territorial, explorando o potencial do restauro ecológico multiescalar para integrar funções diversas e resolver conflitos de uso, promovendo uma relação mais equilibrada entre as comunidades e o seu ambiente natural.

Este trabalho procura, portanto, contribuir para uma abordagem mais integrada e sensível ao contexto local, explorando o restauro não apenas como recuperação ecológica, mas como oportunidade de reconexão entre sociedade e natureza.

2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é explorar os princípios e enfoques do restauro ecológico aplicados às paisagens fluviais, com o intuito de identificar estratégias baseadas em infraestrutura verde que permitam recuperar e valorizar a funcionalidade ecológica, a conectividade e os valores culturais destas paisagens no contexto das transformações contemporâneas do território.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- Analisar a evolução conceptual e normativa do restauro ecológico no contexto europeu, com foco nos marcos recentes como a Década da ONU para a Restauro dos Ecossistemas (2021–2030) e a proposta de Lei Europeia de Restauro da Natureza.
- Identificar os principais desafios ecológicos, sociais e normativos no restauro de ecossistemas ribeirinhos, considerando diferentes escalas de atuação.
- Caracterizar os princípios do enfoque da infraestrutura verde e das soluções baseadas na natureza aplicáveis à recuperação de paisagens fluviais.
- Desenvolver uma proposta de intervenção multiescalar na bacia do rio Minho em Tomiño, articulando objetivos ecológicos e usos humanos, com base na leitura territorial sob a perspetiva holística da arquitetura da paisagem.
- Contribuir para a construção de metodologias replicáveis e sensíveis ao contexto local, que possam informar futuras intervenções de restauro fluvial.

3. Metodologia

A metodologia adotada nesta dissertação estrutura-se em quatro etapas principais: revisão bibliográfica e normativa, recolha e tratamento de dados cartográficos, análise territorial multiescalar e formulação de propostas. O percurso metodológico do estudo de caso foi concebido de forma a assegurar coerência com os objetivos definidos: (i) caracterizar as dinâmicas territoriais e ecológicas, (ii) diagnosticar as principais pressões antrópicas e vulnerabilidades associadas, e (iii) desenvolver propostas de restauro ecológico e de infraestrutura verde adaptadas às diferentes escalas de intervenção.

3.1 Revisão bibliográfica e normativa

A primeira fase consistiu numa revisão sistemática de literatura científica e técnica, abrangendo artigos académicos, relatórios e documentos estratégicos de organismos internacionais e europeus, bem como legislações de referência. Entre os marcos mais relevantes destacam-se a Diretiva-Quadro da Água (2000/60/CE), a Estratégia Europeia de Biodiversidade 2030, a proposta de Regulamento Europeu de Restauro da Natureza (2022), os *Standards* da Society for Ecological Restoration (2019), a Década das Nações Unidas para o Restauro dos Ecossistemas (UNEP & FAO, 2021) e os relatórios da IUCN.

No contexto estatal e autonómico, foram analisados o *Plano Hidrológico Miño-Sil* 2022–2027, o *Plano de Gestão do Risco de Inundação* 2022–2027 (PGRI), o *Plano Especial de Sequia* (PES) e a *Estratexia Galega de Infraestrutura Verde e da Conectividade e Restauración Ecolóxicas* (Xunta de Galicia, 2021). A nível municipal, considerou-se a Modificação Puntual nº 10 do PXOM de Tomiño, que prevê a criação de um polígono agroindustrial, bem como o projeto de traçado da nova Vía de Alta Capacidade da Xunta de Galicia.

Esta revisão permitiu consolidar o enquadramento teórico e jurídico, clarificar conceitos fundamentais (como restauro ecológico, infraestrutura verde e paisagem fluvial) e estabelecer critérios metodológicos aplicados ao caso de estudo.

3.2 Recolha e tratamento de dados cartográficos

A segunda etapa centrou-se na compilação e sistematização de informação territorial proveniente de bases de dados oficiais. Foram utilizadas:

1. cartografia hidrológica, delimitação de massas de água, estado ecológico e mapas de perigosidade de inundação (CHMS, 2022);

2. ortofotos históricas e atuais (Voo Americano 1956, Ortofoto SIGPAC 2000, PNOA 2023), que permitiram a leitura diacrónica da evolução da paisagem;
3. Atlas de Hábitats Naturais e Seminaturais de Espanha (2006) e Sistema de Informação de Ocupação do Solo (SIOSE 2014);
4. modelos digitais de terreno para cálculo de declives e altimetria;
5. imagens multiespectrais do satélite Sentinel-2 (programa Copernicus, ESA) para cálculo de índices de vegetação;
6. documentos de planeamento territorial e urbanístico de âmbito municipal e autonómico.

Todos os dados foram tratados em ambiente SIG (QGIS, sistema de coordenadas EPSG:25829), permitindo a sobreposição de camadas temáticas e a elaboração de cartografia própria. A análise foi complementada por produção gráfica em softwares de desenho (Illustrator, Photoshop), garantindo clareza na representação e consistência visual entre mapas, diagramas e propostas. Esta base de dados comum serviu de suporte para o desenvolvimento da análise multiescalar descrita no ponto seguinte.

3.3 Abordagem multiescalar

A metodologia adotada estruturou-se numa lógica multiescalar, sustentada pela ideia de que os processos fluviais e territoriais só podem ser compreendidos a partir da articulação entre diferentes níveis de análise. Cada escala desempenhou funções próprias e gerou produtos específicos:

Escala L (sub-bacia “Río Miño X”, 1:50.000): dedicada à caracterização estrutural (geologia, declives, usos do solo, flora, pressões sobre a rede hidrográfica) e à sistematização de elementos estratégicos, como a Estratégia Galega de Infraestrutura Verde. Não foram elaborados mapas gráficos de proposta; as orientações foram apresentadas em forma de listas e tabelas de diretrizes gerais.

Escala M (regatos dos Medos, dos Bravos e da Fábrica, 1:20.000): combinou três dimensões: (i) caracterização do território (ortofotografias históricas, usos do solo, pressões antrópicas, condicionantes ecológicos), (ii) diagnóstico (índices NDVI, NDMI, NDWI, análise da vegetação caducifólia com respeito a ortofotos históricas, identificação de áreas críticas e prioridades de conservação) e (iii) proposta, representada num plano estratégico. Nesta escala, as medidas foram espacializadas de forma conceptual, servindo como plano estratégico.

Escala S (ARPSI, 1:5.000): nível de maior detalhe, focado na várzea inundável e área de risco significativo de inundação. Incluiu igualmente planos de caracterização (usos do solo, pressões, condicionantes, viário e profundidade de cheias), mas culminou na elaboração de um plano estratégico-operativo, onde as orientações das escalas superiores se traduziram em propostas concretas e espacializadas (parque inundável, zonas húmidas artificiais, viveiros ornamentais sem químicos e rede pedonal e ciclável).

Desta forma, a progressão metodológica foi clara: a escala L forneceu um enquadramento estrutural e propostas gerais enunciadas em tabelas; a escala M integrou caracterização, diagnóstico e culminou num plano estratégico conceptual; e a escala S levou a estratégia ao nível operativo, detalhando soluções adaptadas ao território de risco. Esta articulação assegurou uma análise coerente e multiescalar, garantindo que as medidas propostas derivam de um processo de leitura progressivamente mais detalhado.

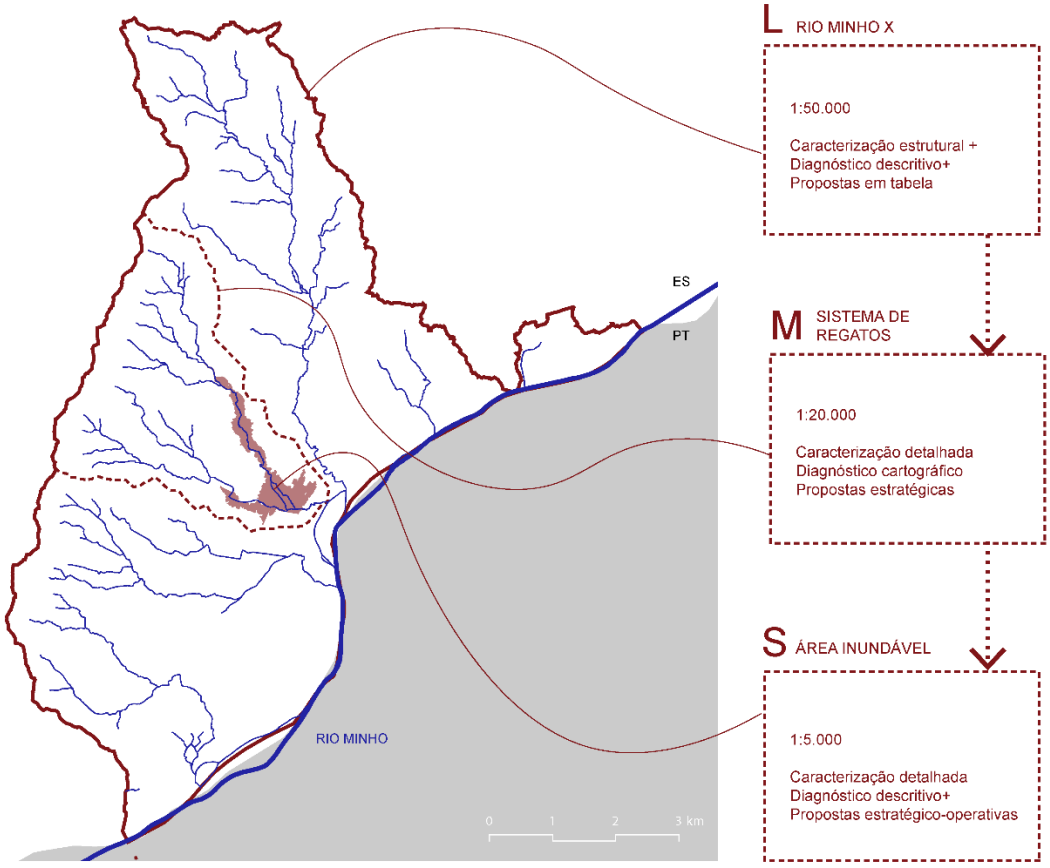


Figura 2. Esquema metodológico do caso de estudo. Fonte: elaboração própria

Importa referir que o diagnóstico cartográfico detalhado foi realizado exclusivamente na escala M. Esta decisão metodológica deve-se ao facto de a escala intermédia oferecer a extensão territorial adequada para a aplicação de indicadores derivados de teledeteção: suficientemente ampla para abranger o sistema completo dos regatos, mas também detalhada o bastante para permitir análises comparativas entre usos do solo e dinâmicas ecológicas. Na escala L, a leitura manteve-se a um nível estrutural e estratégico, orientada sobretudo para caracterização e formulação de diretrizes gerais, pelo que a aplicação de índices espectrais teria pouca relevância. Na escala S, por seu turno, o objetivo foi desenvolver propostas estratégicas-operativas numa área já delimitada como crítica, baseando-se mais em caracterização fina e avaliação qualitativa do risco do que em indicadores cartográficos de diagnóstico.

3.4 Representação gráfica e comunicação

A representação cartográfica e gráfica constituiu uma dimensão essencial da metodologia. Os mapas produzidos assumiram um valor analítico e propositivo, para além da sua função comunicativa, funcionando como ferramenta de diagnóstico e de apoio ao desenho projetual.

3.5 Síntese metodológica

Em síntese, a metodologia adotada articulou revisão bibliográfica e documental, tratamento cartográfico em ambiente SIG, abordagem multiescalar e representação gráfica. Esta combinação garantiu coerência com os objetivos da dissertação: compreender a estrutura ecológica e paisagística da área de estudo, identificar pressões e vulnerabilidades e propor medidas de restauro ecológico e de infraestrutura verde adequadas às diferentes escalas territoriais. Para além de responder ao caso de estudo, esta metodologia revela-se replicável em outros contextos ribeirinhos, constituindo um contributo académico e aplicado para o planeamento de paisagens fluviais.

4. O contexto europeu e global do restauro ecológico

A conservação dos ecossistemas já não é suficiente para travar a perda de biodiversidade e a degradação ambiental. Face às alterações climáticas, à fragmentação dos habitats e à crescente pressão sobre os recursos naturais, o restauro ecológico emerge como uma abordagem estratégica e necessária. Esta prática insere-se numa mudança de paradigma ambiental que procura ir além da preservação passiva, promovendo a regeneração ativa da natureza, frequentemente em paisagens profundamente antropizadas.

Ao longo das últimas décadas, o restauro ecológico consolidou-se como campo de investigação e de prática, ganhando reconhecimento político e normativo a nível internacional. Mas o debate sobre os objetivos, métodos e fundamentos éticos do restauro ecológico revela tensões entre visões ecocêntricas e antropocêntricas, referências históricas e futuros incertos, recuperação de habitats e regeneração de processos, refletindo uma crescente complexidade.

No presente capítulo explora-se a origem e o desenvolvimento do conceito, os principais marcos políticos globais e europeus que o enquadram, e os desafios conceptuais e legais que marcam a sua implementação.

4.1. Origem e evolução do conceito de restauro ecológica

A origem do termo “restauro ecológico” é difícil de precisar com exatidão, mas as primeiras experiências reconhecidas remontam aos Estados Unidos, nas décadas de 1930 e 1940. Este contexto geográfico favoreceu o desenvolvimento do campo, dado tratar-se de um país com vastas áreas naturais que podiam servir de modelo para orientar a recuperação de ecossistemas degradados. Um exemplo pioneiro é o Arboretum da Universidade de Wisconsin-Madison nos anos 30, associado à figura de Aldo Leopold. Estas primeiras iniciativas deram origem a uma visão ecocêntrica do restauro, entendida como parte de uma ética da terra, uma responsabilidade moral de restaurar o equilíbrio entre os seres humanos e os sistemas naturais (Leopold, 1949) numa perspetiva predominantemente científica e naturalista (Martin, 2017)

Figura 3 Pepper Jackson, Aldo Leopold, Jim Hale, and Mary Ellen Helgren num incêndio controlado no Arboretum, em 1945. Fonte: Aldo Leopold Foundation/UW–Madison Archives.

A criação da Society for Ecological Restoration (SER) em 1988 marcou a institucionalização do campo, promovendo intercâmbio científico e a formulação de padrões globais. A definição clássica proposta pela SER, e ainda hoje amplamente usada, afirma que:

> *"Ecological restoration is the process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed."*
>
> *(SER, 2004)*

Além disso, os *International Principles and Standards for the Practice of Ecological Restoration* (SER, 2019) estabelecem que o restauro deve buscar uma recuperação substancial de funções, estruturas e composição biótica em relação a um modelo de referência adequado, que pode ser um estado histórico ou uma condição ecológica plausível.

Segundo esta definição, a restauro distingue-se da reabilitação: embora ambas utilizem como referência um ecossistema histórico ou pré-existente, a reabilitação enfatiza a recuperação de processos ecológicos essenciais, enquanto o restauro procura

restabelecer também a integridade biótica, incluindo a composição específica das espécies e a estrutura comunitária.

A SER tem desempenhado um papel central no desenvolvimento dos paradigmas do restauro, defendendo que os ecossistemas recuperados devem possuir recursos bióticos e abióticos suficientes para continuar a desenvolver-se sem assistência adicional, e que as ameaças à sua integridade ecológica devem ser eliminadas. Esta visão remete para uma conceção clássica dos ecossistemas como entidades organizadas, com fronteiras e propriedades definidas.

Contudo, essa visão tem sido amplamente contestada. Nas últimas décadas, têm-se multiplicado as vozes que defendem a integração explícita da dimensão social na definição de objetivos de restauro. Autores como Davis e Slobodkin (2004) argumentam que os ecossistemas não são organismos: não vivem, não se reproduzem, nem morrem. Por conseguinte, considerar um ecossistema "saudável" ou "degradado" é uma avaliação baseada em valores e não exclusivamente científica, o que inscreve o restauro ecológico no campo das decisões sociopolíticas e éticas.

Davis e Slobodkin propõem uma definição alternativa:

> *"Ecological restoration is the process of restoring one or more valued processes or attributes of a landscape."*
>
> *(Davis & Slobodkin, 2004)*

Esta perspetiva, por vezes acusada de antropocêntrica, procura equilibrar os benefícios humanos com a integridade ecológica. Implica reconhecer que os objetivos de restauro são sempre orientados por valores e não são exclusivamente científicos (Davis & Slobodkin, 2004; Martin, 2017). O foco desloca-se da integridade ecológica para os valores atribuídos pelos humanos ao ecossistema, abrindo espaço para maior flexibilidade, adaptação cultural e reconhecimento de múltiplas finalidades.

Tal abordagem é particularmente relevante em contextos como o europeu, onde os ecossistemas são frequentemente paisagens culturais complexas, moldadas por séculos de uso humano (Callicott et al., 1999; Clewell & Aronson, 2013).

Além disso, diversos estudos demonstram que os objetivos de restauro são sempre mediados por decisões éticas e políticas. A escolha de um estado de referência, a priorização de certos serviços ecossistémicos ou a definição de "sucesso" no restauro implicam valores sociais, económicos e culturais, e não apenas critérios ecológicos

(Higgs, 2003; Jørgensen, 2015). Isto implica aceitar múltiplos referenciais (ecológicos, históricos e culturais) e adotar objetivos realistas e multifuncionais (Clewell & Aronson, 2013).

Após a publicação do *Primer on Ecological Restoration* (SER, 2004), as discussões conceptuais estabilizaram-se parcialmente, com várias entidades (como a IUCN ou a Conservation International) adotando a definição da SER, enquanto outras, como a The Nature Conservancy ou as Nações Unidas, usam variantes centradas na funcionalidade ecológica.

Uma das questões mais debatidas atualmente é: a que estado devemos aspirar? O restauro deve mirar condições históricas ou adaptar-se a novas realidades? Em paisagens altamente modificadas, como é o caso da maioria dos territórios europeus, e num contexto de alterações climáticas, a definição de um "ecossistema de referência" torna-se problemática. Embora as condições históricas possam servir como guia, os ecossistemas restaurados frequentemente seguem trajetórias evolutivas distintas, difíceis de prever.

A orientação geral pode ser traçada com base numa combinação de conhecimento ecológico e cultural, incluindo: estrutura e funcionamento pré-existentes, estudo de ecossistemas comparáveis, dados ambientais regionais e referências históricas e sociais (SER, 2004).

O restauro ecológico, nesta aceção, não visa replicar imagens fixas do passado, mas sim promover processos dinâmicos que permitam a regeneração e evolução contínua dos ecossistemas (Aronson et al., 2011). Este enfoque é particularmente pertinente na Europa, onde os ecossistemas são, na sua maioria, paisagens culturais moldadas por séculos de intervenção humana. Por isso, ganha força uma abordagem que integre o restauro de processos ecológicos com usos humanos sustentáveis, orientado para paisagens multifuncionais, resilientes e culturalmente significativas.

Nas últimas décadas, esta evolução levou à aproximação entre a restauro ecológica e outras abordagens emergentes, como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Segundo a IUCN (2020), as SbN são:

> *"Ações para proteger, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados que abordam desafios sociais de forma eficaz e adaptativa, proporcionando simultaneamente benefícios para a biodiversidade e o bem-estar humano."*

As SbN abrangem uma ampla gama de intervenções: desde o restauro de zonas húmidas para prevenção de inundações, até à criação de corredores verdes urbanos para mitigar ondas de calor. São propostas que partem de um problema social ou territorial concreto e identificam formas de resolvê-lo por meio de processos ecológicos. Muitas vezes, coincidem com ações típicas de restauro, mas diferenciam-se pelo seu foco explícito nos benefícios sociais, como saúde pública, coesão social ou adaptação climática (Nesshöver et al., 2017; Frantzeskaki, 2019).

Recentemente, autores como Waylen et al. (2024) propuseram interpretar o fomento das SbN como parte de uma reconfiguração do campo do restauro ecológico, na qual as fronteiras entre conservação, restauro e planeamento territorial tornam-se mais difusas. As SbN introduzem uma linguagem que facilita o diálogo entre ciência, política e sociedade, e que contribui para integrar a restauro em agendas mais amplas de governança, financiamento e participação pública.

Para este trabalho, adota-se uma visão do restauro ecológico como prática socioecológica e territorial, que transcende as dicotomias entre natural e antrópico, mais de acordo com o espírito da arquitetura paisagista. Parte-se do reconhecimento de que os objetivos de restauro são sempre contextualizados e valorativos, e que a paisagem, entendida como realidade biofísica e construção cultural, constitui o espaço privilegiado para a articulação entre regeneração ecológica, usos humanos e significados sociais.

4.2 A Década das Nações Unidas para o Restauro dos Ecossistemas

A comunidade internacional tem vindo a reconhecer, em diversas ocasiões, que o restauro é uma ferramenta poderosa para fazer face à crise ecológica global. Já em 2010, os países signatários da Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB) adotaram os Objetivos de Biodiversidade de Aichi, nos quais se comprometiam a restaurar 15% dos ecossistemas degradados até 2020. No ano seguinte, 61 países subscreveram o Desafio de Bonn, com o objetivo de restaurar 350 milhões de hectares até 2030. Em 2015, o restauro passou a fazer parte do Objetivo 15 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), consolidando a sua relevância como instrumento transversal na agenda ambiental e climática global.

Em 2019, a Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou oficialmente o período de 2021 a 2030 como a Década para o Restauro dos Ecossistemas, sob proposta de mais de 70 países. Trata-se de um apelo global a proteger e recuperar ecossistemas em larga escala, com o objetivo de travar a sua degradação, restaurar a sua funcionalidade e

cumprir os compromissos internacionais assumidos no âmbito da biodiversidade, do clima e do desenvolvimento sustentável (UNEP & FAO, 2021).

A Estratégia da Década é liderada conjuntamente pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, pelas suas siglas em inglês) e pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO, pelas suas siglas em inglês), e foi desenvolvida de forma participativa entre 2019 e 2020. Restauro, segundo esta Estratégia, é o processo de *prevenir, deter e reverter a degradação dos ecossistemas*, por meio de um conjunto de atividades que *contribuem tanto para conservar os ecossistemas intactos quanto para regenerar os degradados*. Essas ações devem ser adaptadas às condições sociais, econômicas e ecológicas locais e implementadas com base em uma *planificação integrada do uso do solo* e uma *abordagem baseada nos direitos humanos*, envolvendo todas as partes interessadas

Assenta em três trajetórias principais:

- Criar um movimento global participativo que transforme a perceção sobre o valor do restauro;
- Fomentar a vontade política e o compromisso institucional com a regeneração ecológica;
- Impulsionar a investigação, o conhecimento técnico e a capacitação para escalar as intervenções de restauro.

A ONU apresenta a restauro como um investimento estratégico com elevados retornos: por cada dólar investido, estimam-se entre 3 e 75 dólares de benefícios económicos sob a forma de bens e serviços ecossistémicos. Esta valorização económica é central na narrativa da Década, que procura demonstrar que o restauro, para além do seu valor intrínseco, contribui diretamente para o bem-estar humano e a resiliência territorial.

Figura 4. Principios orientadores Decada do restauro ecológico. Fonte: ONU

Contudo, esta ambição global não está isenta de críticas e desafios. Vários autores têm advertido para o risco de a Década se transformar num esforço retórico, com compromissos difusos e pouca exigência prática (Aronson et al., 2020). A falta de mecanismos vinculativos, a ausência de financiamento estruturado e a dificuldade de definir indicadores comuns de sucesso são obstáculos persistentes. Além disso, a diversidade de contextos ecológicos e socioculturais torna difícil a operacionalização de metas globais sem adaptações locais. O que significa “restauro” num sistema agroflorestal brasileiro não é equivalente a restaurar uma ribeira mediterrânica urbanizada. A iniciativa adota uma formulação ampla e funcional: considera como válidas todas as ações que promovam ganhos ecológicos, mesmo que não visem recuperar estados de referência históricos. Esta versatilidade é uma força, mas também uma fonte de ambiguidade.

A ONU baseia-se na definição de ecossistema degradado da SER, que abrange sistemas terrestres, de água doce e marinhos que foram parciais ou totalmente transformados, incluindo paisagens agrícolas e ambientes urbanos (Gann et al., 2019). Esta amplitude levanta inevitavelmente uma questão crítica no contexto europeu: que paisagem não é, segundo esta definição, um ecossistema degradado? Seriam então paisagens como o Douro ou o Sil (profundamente moldadas pela viticultura) exemplos de degradação ecológica?

Por isso, a estratégia da Década defende uma abordagem gradual, contextualizada e multifuncional do restauro, orientada para melhorar os serviços ecossistémicos, recuperar funções ecológicas chave e reforçar os vínculos entre natureza e sociedade. Nem todas as ações de restauro pretendem ou podem restabelecer os processos ecológicos originais; algumas visam restaurar parcialmente a funcionalidade, outras melhorar a qualidade de vida humana ou a resiliência dos sistemas produtivos. A ONU reconhece explicitamente que o restauro ecológico é apenas uma das formas possíveis de restauro, e que todas as atividades dentro do "continuum de restauro" podem contribuir para os objetivos da Década (FAO, 2021).

A base conceptual da estratégia assenta no Enfoque Ecossistémico, tal como definido pela CBD e adotado na sua sétima conferência (COP7, 2004). Este enfoque defende que:

- A gestão dos ecossistemas deve considerar as componentes ecológicas, sociais e económicas de forma integrada, não se limitando à conservação de espécies e habitats;
- Os limites naturais dos ecossistemas devem ser respeitados e utilizados como base para uma gestão sustentável do solo, da água e dos recursos vivos;
- A gestão ecológica é um processo social, e como tal, requer a participação ativa das comunidades interessadas, através de estruturas e processos eficazes de tomada de decisão e corresponsabilidade.

A inclusão deste enfoque reforça a visão do restauro como uma prática adaptativa, democrática e local, na qual as soluções devem ser cocriadas por múltiplos atores e ajustadas às realidades concretas. A convergência entre o Enfoque Ecossistémico, os ODS e os princípios da Década constitui uma oportunidade para articular ecologia, governança e justiça social no desenho de estratégias de restauro multiescalar.

Em suma, a Década das Nações Unidas para o Restauro dos Ecossistemas estabelece um novo referencial internacional, que ultrapassa a lógica da conservação isolada e propõe uma abordagem integrada da regeneração dos territórios, tanto nos seus aspetos ecológicos como nos sociais, económicos e culturais. Esta perspetiva é particularmente relevante para contextos complexos como o europeu, onde os ecossistemas degradados são também paisagens vividas, produtivas e identitárias, exigindo soluções flexíveis, sensíveis e colaborativas.

A Década da ONU não fornece um modelo único, mas um enquadramento flexível e mobilizador. Para países europeus, como Portugal ou Espanha, a Década constitui uma

oportunidade de integrar o restauro ecológico nos instrumentos de ordenamento do território, nas políticas agrícolas e na gestão da água. Pode também reforçar a valorização das paisagens culturais, reconhecendo o seu potencial para a regeneração ecológica e social. No entanto, para que esta oportunidade se concretize, será necessário ultrapassar a fragmentação institucional, e investir em capacitação técnica e em planos e projetos concretos que abram o caminho.

4.3 A Lei de Restauro da Natureza da União Europeia

O conceito de restauro encontra-se no cerne das políticas ambientais atuais da União Europeia (UE), funcionando como pilar essencial da transição ecológica no continente. O Pacto Ecológico Europeu (European Green Deal) estabeleceu como prioridade estratégica a recuperação de ecossistemas degradados, reconhecendo o seu papel central no combate simultâneo à crise climática e à perda de biodiversidade. A Estratégia de Biodiversidade para 2030, adotada pela Comissão Europeia em 2020, inclui como objetivo proteger legalmente pelo menos 30% do território terrestre e marinho da UE até 2030, recorrendo, entre outras medidas, ao restauro ativo de áreas degradadas que, uma vez regeneradas, possam ser integradas em redes de conservação. A sua adoção responde à constatação de que as políticas de conservação, por si sós, não conseguiram travar a perda acelerada de biodiversidade (Brondízio et al., 2019), e traduz um esforço político inédito para reverter esta tendência através da ação restauradora sistemática.

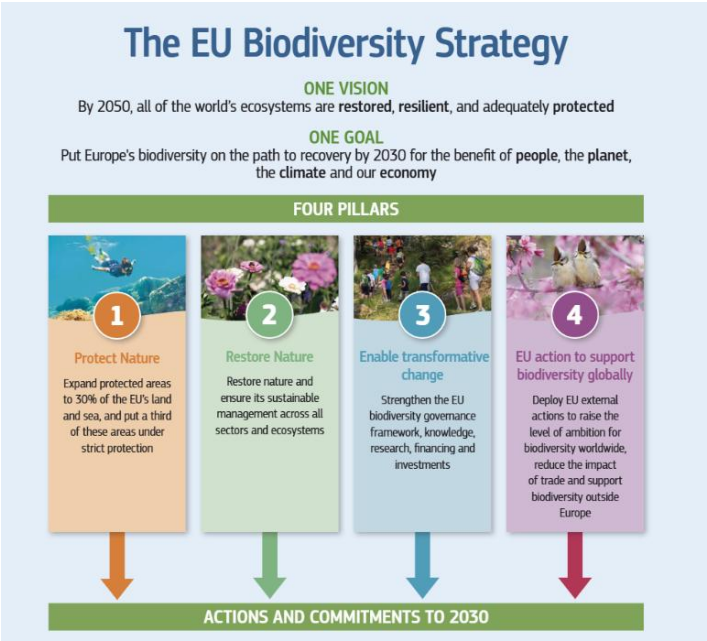


Figura 5. Estratégia de Biodiversidade para 2030. Fonte: Comissão Europeia.

A Lei introduz o conceito de “restauro da natureza”, que ultrapassa a definição clássica de restauro ecológico. A definição de “restauro” segundo a União Europeia, elaborada a partir do Regulamento (UE) 2024/1991 e complementada com os conceitos de "estado de conservação favorável" e "bom estado ambiental" das diretivas 92/43/CEE e 2008/56/CE pode ser a seguinte:

- Restauro é o processo de contribuir, de forma ativa ou passiva, para a recuperação de um ecossistema com o objetivo de melhorar a sua estrutura e funções, a fim de conservar ou aumentar a biodiversidade e a resiliência ecológica. Isso inclui ações destinadas a melhorar a condição de um tipo de habitat até alcançar um bom estado, restabelecer uma área de referência favorável e melhorar a qualidade e quantidade do habitat de uma espécie até atingir um estado de conservação favorável.
- Um habitat encontra-se em bom estado quando as suas características estruturais e funcionais, incluindo a presença de espécies típicas, refletem um elevado grau de integridade, estabilidade e resiliência ecológica, permitindo a sua manutenção a longo prazo.
- O estado de conservação de um habitat é considerado favorável quando a sua área de distribuição é estável ou crescente, mantém as funções ecológicas necessárias e as espécies típicas também se encontram em bom estado.

- O estado de conservação de uma espécie é favorável quando a sua população é viável a longo prazo, a sua área de distribuição é estável ou em expansão, e dispõe de habitat suficiente para garantir a sua persistência.
- No caso dos ambientes marinhos, fala-se de bom estado ambiental quando os ecossistemas mantêm a sua diversidade, são saudáveis e produtivos, e o uso humano do meio marinho se realiza de forma sustentável, garantindo o seu potencial para as gerações futuras.

O regulamento inclui medidas como a renaturalização de espaços urbanos, a regeneração de solos agrícolas ou a melhoria da conectividade ecológica, sem exigir o retorno a um estado passado específico (Penca & Tănăsescu, 2025). Entre os requisitos mais relevantes desde a ótica da arquitetura paisagista figura também a recuperação progressiva de elementos paisagísticos de grande diversidade nas zonas agrícolas, como sebes, árvores isoladas ou margens naturais, em consonância com os compromissos da Década das Nações Unidas para o Restauro dos Ecossistemas.

O processo legislativo da proposta tem sido marcado por forte contestação. Vários sectores agrícolas e industriais manifestaram preocupações quanto aos impactos económicos e à perda de produtividade. Em resposta, a Comissão Europeia clarificou que a restauro não implica a retirada de terras da produção, mas sim a melhoria da sua funcionalidade ecológica. Ainda assim, alguns Estados-membros pediram flexibilização dos prazos e metas, atrasando a aprovação final do regulamento.

Estas tensões revelam os desafios políticos e económicos da transição ecológica. A restauro, enquanto política pública, obriga a repensar prioridades, redistribuir recursos e articular interesses divergentes.

Do ponto de vista legal, o regulamento destaca-se por integrar múltiplas dimensões que tradicionalmente apareciam separadas: a proteção da biodiversidade, a resiliência climática, o bem-estar humano e a coesão territorial. Estabelece obrigações concretas em matéria de participação pública (art. 14.20) e de avaliação dos impactos socioeconómicos (art. 15.3.s), o que representa um avanço face a políticas anteriores, frequentemente setoriais e desarticuladas da realidade dos territórios.

Este alargamento conceptual está em sintonia com a evolução abordada nos capítulos anteriores: como vimos, a transição do restauro ecológico tradicional para abordagens mais integradoras, como as soluções baseadas na natureza e o enfoque ecosistémico, tem permitido reconciliar objetivos ecológicos, sociais e territoriais. A Lei europeia

assume esse desafio ao propor um quadro normativo transversal, onde o restauro se entende como instrumento de regeneração multifuncional e transformação territorial.

Contudo, a Lei não está isenta de limitações e controvérsias. Em primeiro lugar, o texto final resultou de compromissos políticos que introduziram múltiplas exceções e cláusulas de flexibilização, nomeadamente em casos de infraestruturas de defesa ou projetos de energia renovável. Estas exceções poderão comprometer a efetividade das obrigações e reduzir o alcance transformador da norma (Penca & Tănăsescu, 2025).

Em segundo lugar, a Lei não aborda de forma explícita as causas estruturais da degradação ecológica, como o modelo económico extrativista, a lógica de crescimento permanente ou os subsídios públicos a atividades nocivas. Embora mencione fatores como a intensificação agrícola, a urbanização ou as espécies invasoras, evita enfrentar os condicionantes sistémicos que perpetuam essas pressões (IPBES, 2019; Leclère et al., 2020).

Para além disso, o próprio conceito de “restauro da natureza” levanta ambiguidade conceptual: ao agregar múltiplas finalidades — ecológicas, climáticas, sociais e paisagísticas — corre o risco de diluir os critérios ecológicos rigorosos que caracterizavam a restauro clássica.

Além disso, subsistem incertezas sobre o financiamento da aplicação da lei. Embora a Comissão aponte para o uso de fundos existentes (como a PAC, o LIFE, o Horizonte Europa ou os Fundos de Coesão), a escala das intervenções exigirá novos mecanismos de investimento e maior integração orçamental. Sem apoio financeiro estruturado, muitos Estados-membros poderão limitar-se a medidas simbólicas ou de baixo custo, comprometendo os objetivos de longo prazo.

Esta ambivalência pode abrir espaço a interpretações divergentes entre Estados-Membros e favorecer a legitimação de intervenções de baixo impacto ou escassa ambição transformadora. Assim, o sucesso da Lei dependerá, em grande medida, da qualidade dos Planos Nacionais, da mobilização de recursos e da vontade política efetiva.

Não obstante estes obstáculos, a proposta representa uma oportunidade sem precedentes para alinhar as políticas europeias com os compromissos internacionais em matéria de biodiversidade e clima. A Lei pode atuar como catalisador de mudanças estruturais na forma como os territórios são geridos, promovendo uma abordagem baseada em ecossistemas e reforçando a resiliência face às crises ambientais.

Em termos territoriais, a aplicação da Lei permitirá identificar áreas prioritárias para intervenção, promover a conectividade ecológica e favorecer soluções baseadas na natureza em espaços urbanos e rurais. A necessidade de elaborar planos nacionais de restauro ecológica abre também espaço para uma maior participação pública, para o envolvimento de entidades locais e para a integração da paisagem como categoria de planeamento.

Neste trabalho, a Lei de Restauro da Natureza constitui um dos marcos normativos fundamentais que orientam a proposta de intervenção na paisagem fluvial do rio Minho. A sua ambição, mas também as suas limitações, mostram que o restauro ecológico não é apenas uma questão técnica ou ambiental: é uma escolha política, cultural e territorial, que exige abordagens multiescalares, participadas e enraizadas no contexto.

4.4 Desafios legais e conceptuais

Apesar dos compromissos internacionais, a degradação ecológica global mantém-se a um ritmo alarmante, com impactos crescentes sobre a biodiversidade, os serviços ecosistémicos e o bem-estar humano. A Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços dos Ecossistemas (IPBES) alertou, já em 2018, que a degradação do solo afeta diretamente o bem-estar de pelo menos 3,2 mil milhões de pessoas, com consequências sociais, ambientais, económicas e geopolíticas profundas (IPBES, 2018). A par da perda de habitats e espécies, verifica-se a deterioração da qualidade da água, a ampliação de zonas improdutivas e a fragilidade das paisagens culturais, especialmente em territórios com forte pressão antrópica.

Neste contexto, o insucesso coletivo no cumprimento do Objetivo 15 de Aichi[1], que previa o restauro de pelo menos 15% dos ecossistemas degradados até 2020, revela as limitações operacionais e conceituais das políticas de restauro até à data. Como reconheceu o Secretariado Executivo da CBD, o desenho do Objetivo 15 de Aichi apresentava fragilidades significativas: a ênfase exclusiva numa meta quantitativa (percentagem de área restaurada) mostrou-se insuficiente para abarcar a complexidade multidimensional do restauro, que implica considerar pelo menos três parâmetros essenciais: a extensão espacial, o grau de recuperação ecológica face a uma referência e o tempo necessário à regeneração (CBD, 2019).

[1] Ver *4.2 A Década das Nações Unidas para o Restauro dos Ecossistemas*

Embora o Regulamento (UE) 2024/1991 represente um avanço normativo face ao Objetivo 15 de Aichi, persistem limitações estruturais. A prevalência de metas percentuais e marcos temporais rígidos, a indefinição dos critérios ecológicos de qualidade e a ausência de uma abordagem que garanta as especificidades territoriais e socioecológicas sugerem que a complexidade do restauro ecológico continua a ser parcialmente reduzida a uma lógica técnico-administrativa. A maior parte da legislação ambiental e territorial europeia continua a organizar-se segundo categorias estáticascomo “zona urbana”, “zona agrícola”, “área protegida”, que não correspondem à natureza dinâmica e relacional dos ecossistemas. Esta rigidez institucional contrasta com a complexidade das intervenções de restauro, que exigem abordagens sistémicas, adaptativas e sensíveis ao contexto.

Estes desafios são exacerbados pela ausência de um entendimento claro, comum e juridicamente robusto sobre o que significa “restaurar”. Embora existam definições técnicas consolidadas no seio da comunidade científica (como as da SER ou da IUCN), a transposição desses conceitos para o campo jurídico, administrativo e financeiro é fragmentada, inconsistente e, por vezes, ambígua. Tal lacuna coloca em risco a coerência das políticas públicas, a eficácia das obrigações legais e a integridade ecológica dos processos de restauro

Autores como Mendes et al. (2023) sublinham esta dissociação entre o significado técnico-científico do restauro e o seu uso nos instrumentos jurídicos ou programas de financiamento. Termos como *reabilitação, remediação, mitigação, revegetação, compensação ou renaturalização* são frequentemente utilizados de forma intercambiável, sem que haja uma distinção clara entre os seus objetivos, métodos e critérios de avaliação. Esta confusão conceitual pode conduzir à aprovação de projetos pouco ambiciosos, ou mesmo contrários aos princípios do restauro ecológico, sob a cobertura de terminologias imprecisas.

Tabela 1. Comparação entre definições de *restoration, remediation,rehabilitation and recovery*. Fonte: Mendes *et al*. (2023)

	Oxford English Dictionary (2022)	SER	IPBES
Restoration	*The action of restoring a thing to a former state or position*	*The process of assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged or destroyed*	*Any intentional activity that initiates or accelerates the recovery of an*

			ecosystem from a degraded state
Remediation	*The process of restoring a site or a natural product by rendering harmless or removing pollutants and contaminants*	*A management activity, such as the removal or detoxification of contaminates or excess nutrients from soil and water, that aims to remove sources of degradation*	-
Rehabilitation	*The restoration of a thing to a previous condition or status*	*Management actions that aim to reinstate a level of ecosystem functioning on degraded sites, where the goal is renewed and ongoing provision of ecosystem services rather than the biodiversity and integrity of a designated native reference ecosystem*	*Restoration activities that may fall short of fully restoring the biotic community to its pre-degradation state*
Recovery	*The restoration of a person (or more rarely, a thing) to a healthy or normal condition, or to consciousness*	*The process by which an ecosystem regains its composition, structure and function relative to the levels identified for the reference ecosystem*	-

Do ponto de vista epistemológico, o restauro ecológico depara-se com um dilema central: deve orientar-se por estados históricos, tentando reproduzir as condições prévias à degradação? Ou deve aceitar a irreversibilidade de certas transformações e propor novos equilíbrios ecológicos adaptados às condições atuais? Esta questão está longe de ser resolvida e tem implicações legais diretas, pois a escolha do estado de referência condiciona os objetivos, os métodos e os critérios de avaliação. Como refere Higgs (2003), qualquer ato de restauro é, em última instância, uma construção normativa e política, que implica decidir o que merece ser restaurado, porquê, e para benefício de quem.

Esta dimensão valorativa tem sido pouco incorporada nos processos legais e administrativos. A tendência para uma abordagem tecnocrática e despolitizada do

restauro, centrada em indicadores quantitativos ou parâmetros ecológicos abstratos, pode ocultar conflitos de interesse, desigualdades territoriais ou visões divergentes da natureza. Como propõe Jørgensen (2015), é necessário reconhecer a restauro como um campo de disputas sociais e territoriais, onde estão em jogo não apenas funções ecológicas, mas também memórias, identidades e futuros possíveis.

Finalmente, importa referir que o restauro ecológico continua a ser marginal nas leis de ordenamento do território e urbanismo da maioria dos países europeus. Em muitos casos, a regeneração de espaços degradados é vista como uma questão estética ou funcional (por exemplo, reabilitação paisagística), mas não como um processo com valor ecológico intrínseco. A ausência de mecanismos legais para integrar a restauro nos instrumentos de planeamento dificulta a sua execução em áreas periurbanas, zonas agrícolas intensivas ou infraestruturas obsoletas — precisamente onde a sua ação seria mais transformadora.

Neste contexto, torna-se necessário promover uma revisão crítica e integradora dos marcos legais vigentes. O restauro ecológico não pode ser entendido apenas como um conjunto de técnicas ou como um apêndice das políticas de conservação. Requer um enquadramento jurídico específico, com categorias adequadas, princípios orientadores claros e dispositivos operacionais adaptáveis. Requer, também, uma articulação com o direito à paisagem, à participação e à justiça territorial.

Além disso, a dificuldade em estabelecer critérios comuns de monitorização e avaliação representa um obstáculo significativo para o acompanhamento transparente e comparável dos progressos em matéria de restauro. Sem indicadores sólidos e partilhados, torna-se difícil aferir a efetividade das intervenções, identificar boas práticas ou corrigir estratégias insuficientes. O risco é que os objetivos definidos — como os do Aichi Target 15 ou os da Lei europeia — se tornem metas simbólicas, mais do que motores de mudança real.

4.5 A infraestrutura verde como instrumento de restauro ecológico e territorial

A integração da infraestrutura verde (IV) nas políticas de restauro ecológica representa uma evolução fundamental no campo do ordenamento do território e da arquitetura paisagista. Este conceito, cada vez mais presente nos documentos estratégicos da UE, atua como ferramenta operativa para articular o restauro ecológico com a

multifuncionalidade dos territórios, conciliando objetivos ambientais, sociais e produtivos.

A União Europeia define a infraestrutura verde como:

> *"Uma rede estrategicamente planeada de áreas naturais e seminaturais, concebida e gerida para prestar uma ampla gama de serviços ecossistémicos — como purificação da água, qualidade do ar, espaço para recreio e mitigação das alterações climáticas — em ambientes terrestres (incluindo florestas e zonas agrícolas) e marinhos" (Comissão Europeia, 2013).*

Este conceito propõe uma abordagem sistémica da paisagem, na qual os ecossistemas, corredores ecológicos, espaços urbanos verdes e usos agrícolas sustentáveis são concebidos como partes interdependentes de uma rede funcional. A infraestrutura verde permite, assim, operacionalizar os princípios do restauro ecológico, das soluções baseadas na natureza e do enfoque ecossistémico, descritos nos pontos anteriores, de forma concreta e territorializada.

Uma das grandes vantagens da IV face a abordagens mais convencionais de restauro reside na sua orientação para a integração funcional e territorial. Enquanto o restauro ecológico clássico tende a focar-se na recuperação de ecossistemas degradados com base em modelos de referência históricos ou naturais, a IV parte da realidade atual, muitas vezes marcada pela fragmentação, a pressão urbana ou o uso intensivo do solo, para identificar oportunidades de reconexão ecológica e revitalização multifuncional. Assim, a IV não substitui a restauro, mas oferece-lhe um enquadramento mais amplo, capaz de articular ecologia, planeamento e qualidade de vida.

O documento orientador da UNEP (2014) sobre infraestrutura verde sublinha que a IV deve ser entendida como um instrumento estratégico de planeamento territorial, concebido para maximizar os co-benefícios sociais e ecológicos das intervenções. Entre os seus princípios orientadores destacam-se:

- A conectividade ecológica como base estrutural;
- A multifuncionalidade dos espaços restaurados ou geridos;
- A adaptação climática e a resiliência a riscos naturais;
- A equidade e a inclusão social nos processos de concepção e gestão;

- A valorização dos saberes locais e das soluções baseadas na natureza.

Estes princípios distinguem a IV de outras abordagens mais sectoriais, permitindo atuar simultaneamente sobre questões como a fragmentação dos habitats, o ciclo hidrológico, a mobilidade sustentável, o lazer, a coesão social ou a estética paisagística. Por exemplo, um corredor ribeirinho restaurado pode oferecer habitat para espécies ripícolas, absorver cheias urbanas, funcionar como via de circulação suave e proporcionar um espaço público de qualidade para a população.

Importa, no entanto, clarificar a relação entre infraestrutura verde e restauro ecológico. Embora muitas vezes se sobreponham em objetivos e práticas, os dois conceitos têm focos distintos. O restauro ecológico, tal como definido pela SER (2004, 2019), procura recuperar a estrutura, composição e funções de ecossistemas degradados, visando uma maior integridade e sustentabilidade ecológica. Já a IV centra-se na planificação de redes funcionais, onde os componentes naturais são mobilizados para fornecer serviços aos sistemas sociais. A seguinte tabela resume as principais diferenças e complementaridades:

Tabela 2. Relações entre restauro ecológico clássico e ótica da IV. Fonte: elaboração própria

Dimensão	Restauro ecológico clássico	Infraestrutura Verde
Objetivo central	Recuperar ecossistemas degradados	Integrar natureza e sociedade no território
Escala	Projeto ou local	Rede territorial multiescalar
Referência ecológica	Estado histórico ou condição ecológica plausível	Capacidade funcional e prestação de serviços
Abordagem	Ecológica, baseada em ciência da conservação	Interdisciplinar, incluindo ordenamento e participação
Benefícios	Ecológicos (biodiversidade, solo, água...)	Múltiplos (ambientais, sociais, económicos)

A IV oferece assim uma linguagem comum e operacional para atores que nem sempre partilham os mesmos referenciais: ecólogos, urbanistas, decisores políticos, comunidades locais. Esta transversalidade é particularmente relevante em contextos de elevada antropização, onde o restauro ecológico clássico pode revelar-se difícil de aplicar ou gerar resistência social.

Na prática, vários instrumentos políticos já integram o conceito de IV, desde os planos de ação para a biodiversidade até aos regulamentos de ordenamento do território ou de adaptação climática. Cidades e regiões europeias têm vindo a desenvolver estratégias locais de IV para gerir o ciclo da água, mitigar o efeito de ilha de calor, aumentar a cobertura vegetal ou conectar zonas verdes dispersas. Estas experiências demonstram que a infraestrutura verde pode ser também uma estratégia de justiça espacial e transição ecológica, ao democratizar o acesso à natureza e distribuir equitativamente os seus benefícios.

Contudo, diversos autores alertam para os riscos de banalização ou instrumentalização do conceito. Quando aplicada sem uma visão sistémica, a infraestrutura verde pode ser reduzida a um conjunto de "infraestruturas verdes decorativas", com valor paisagístico, mas pouco impacto ecológico efetivo (Benedict & McMahon, 2006; Pauleit et al., 2017). Para evitar este desvio, é essencial ancorar a IV em critérios ecológicos robustos, princípios de equidade territorial e participação cidadã.

Neste trabalho, a infraestrutura verde é entendida como um instrumento operativo da restauro ecológica em paisagens fluviais, capaz de orientar intervenções que não se limitem à recuperação ecológica pontual, mas contribuam para a reconfiguração estrutural do território. Ao integrar critérios ecológicos, paisagísticos e sociais, a IV permite formular propostas de restauro que respondam simultaneamente aos desafios do Antropoceno e às necessidades concretas das comunidades locais.

5. A paisagem fluvial

As paisagens fluviais são territórios singulares onde natureza e cultura se entrelaçam de forma dinâmica. Compreendem os rios, as suas margens e zonas adjacentes, como as planícies de inundação e os ecossistemas húmidos associados, formando unidades ecológicas e territoriais de elevada complexidade. Estes espaços assumem múltiplas funções no território: regulam os ciclos hidrológicos, sustentam habitats biodiversos, oferecem recursos hídricos e alimentares, permitem atividades recreativas e constituem marcos identitários e culturais para as comunidades humanas. Não é por acaso que muitas das grandes civilizações e cidades históricas se desenvolveram em torno dos rios.

Contudo, estas paisagens encontram-se hoje sob intensa pressão. A artificialização dos cursos de água, a impermeabilização das bacias hidrográficas, a expansão urbana e a intensificação agrícola têm fragmentado os ecossistemas fluviais, reduzido a sua resiliência e comprometido os serviços que oferecem. Perante este cenário, o restauro ecológico das paisagens fluviais surge como uma estratégia prioritária para recuperar a funcionalidade ecológica e social dos rios. Esta abordagem exige uma perspetiva integradora, que reconheça a interdependência entre processos naturais, valores culturais e usos humanos, e que promova uma gestão adaptativa e multiescalar do território.

Neste capítulo, analisa-se a paisagem fluvial como unidade territorial, com especial atenção ao papel das planícies de inundação e dos sistemas húmidos. Com base em contributos científicos e técnicos, nomeadamente no trabalho de (Cengiz, 2013) serão explorados os seus componentes físicos, ecológicos e culturais, as pressões a que estão sujeitas e as possibilidades para a sua valorização e recuperação no contexto de uma infraestrutura verde multifuncional.

5.1 Rios, planícies de inundação e zonas húmidas

As paisagens fluviais são sistemas territoriais complexos, compostos por diferentes componentes físicos e ecológicos que, embora interligados, apresentam dinâmicas próprias. Distinguir entre o rio, as planícies de inundação, os terraços fluviais, as zonas húmidas e as zonas altas é essencial para compreender o seu funcionamento e desenvolver estratégias adequadas de gestão e restauro.

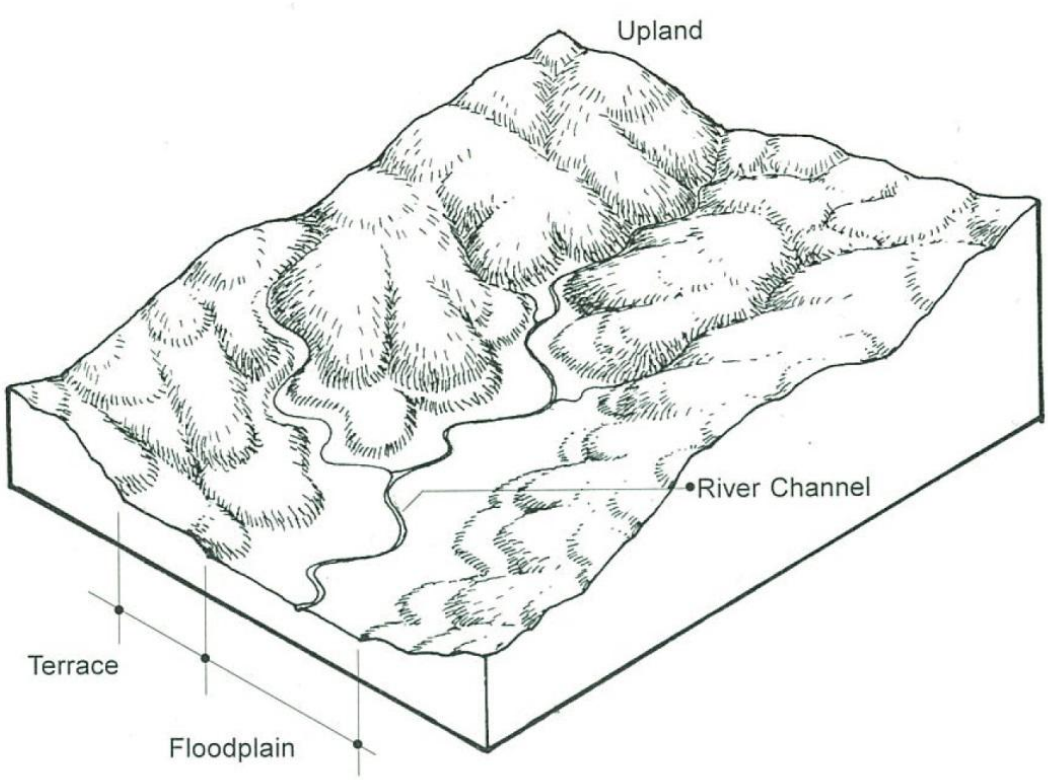


Figura 6. Elementos fisiográficos típicos dunha planície de inundação. Fonte: Cengiz, (2013)

O rio constitui o eixo estruturador da paisagem fluvial. A sua dinâmica fluvial, caracterizada pelo fluxo da água, transporte de sedimentos, erosão e deposição, modela o relevo, influencia a vegetação e sustenta uma grande diversidade biológica. Os rios conectam paisagens, criando corredores ecológicos essenciais para a mobilidade das espécies e o intercâmbio genético. Têm, também, uma dimensão social e simbólica, ao estruturarem os assentamentos humanos, definirem fronteiras e oferecerem espaços de lazer e contemplação. Depósitos de sedimentos e depressões nas ribeiras podem originar zonas húmidas (áreas alagadas de forma permanente ou sazonal) com grande valor ecológico.

As planícies de inundação são áreas adjacentes aos rios que se alagam de forma periódica, especialmente durante cheias sazonais. Representam uma extensão vital da função fluvial: armazenam água em períodos de cheia, reduzem a velocidade do fluxo e mitigam o risco de inundações a jusante. São ricas em nutrientes, o que as torna produtivas para a agricultura, mas também sensíveis à ocupação intensiva. A sua integridade é essencial para o funcionamento dos ecossistemas fluviais, mas tem sido comprometida pela urbanização, canalização dos rios e construção de infraestruturas hidráulicas.

À medida que o rio desce no relevo, pode deixar para trás terraços fluviais — superfícies elevadas e planas que representam antigos níveis de planície de inundação. Estas formações geomorfológicas testemunham a evolução histórica do curso fluvial e frequentemente albergam solos férteis, embora menos sujeitos a cheias atuais.

As zonas altas ou *uplands* delimitam o vale fluvial. São as áreas mais elevadas da bacia hidrográfica e, embora menos influenciadas diretamente pelos processos fluviais, desempenham um papel crucial no regime hidrológico e sedimentar, fornecendo escorrência, nutrientes e sedimentos às zonas mais baixas.

Estas quatro zonas (canal, planície de inundação, terraços e *uplands*) formam uma unidade funcional interdependente. Alterações em qualquer uma delas, como a impermeabilização das encostas ou a ocupação da planície de inundação, podem provocar efeitos significativos nas restantes. Por essa razão, o restauro fluvial exige uma leitura integrada da bacia hidrográfica, enquanto unidade espacial de drenagem.

A bacia hidrográfica ou *watershed* é o território que drena água para um rio e os seus afluentes. Engloba o vale fluvial e as zonas altas que o cercam. O seu funcionamento é sistémico: mudanças nos usos do solo ou nas práticas agrícolas e urbanas a montante têm impactos diretos na qualidade da água, no caudal e nos habitats a jusante. Compreender a bacia como unidade ecológica e territorial é indispensável para uma gestão eficaz e sustentável.

Outro conceito chave são os ecossistemas fluviais, formados por componentes bióticos (plantas, animais, microrganismos) e abióticos (água, solo, sedimentos), organizados de forma interdependente. Estes sistemas sustentam uma elevada produtividade biológica, contribuem para o controle da erosão, a filtragem de poluentes, a regulação térmica da água e o suporte de habitats. A vegetação das margens, em particular, tem um papel determinante na estabilização dos solos e na conectividade entre habitats ribeirinhos e terrestres.

Nas paisagens fluviais ocorrem também diferentes comunidades ecológicas naturais como prados húmidos, florestas ripícolas ou zonas de vegetação arbustiva palustre. Estas comunidades são determinadas por fatores como o tipo de solo, a disponibilidade de água e o regime de inundações, e albergam espécies adaptadas a condições hidrológicas específicas. A sua preservação é essencial para manter a integridade ecológica das margens e zonas húmidas, e para garantir a resiliência dos ecossistemas às alterações climáticas e à pressão humana.

Em síntese, compreender as paisagens fluviais implica uma visão integrada que articule os elementos geomorfológicos (canal, planícies, terraços, encostas) com os processos ecológicos (ciclos hidrológicos, biodiversidade, dinâmica dos habitats) e com a escala mais ampla da bacia hidrográfica. Esta abordagem é fundamental para desenvolver estratégias de restauro que sejam eficazes, resilientes e enraizadas na realidade ecológica e social do território. O restauro fluvial pode e deve integrar a conservação e recuperação de zonas húmidas e zonas de inundação no sistema de planificação territorial como parte da infraestrutura verde.

5.2 Os usos e funções múltiplass das planícies de inundação

As planícies de inundação são ecossistemas de grande importância ecológica e socioeconómica, fornecendo uma gama diversificada de serviços e usos. Os corpos d'água desempenham múltiplas funções, destacando-se a conexão entre a paisagem e as comunidades humanas e a promoção de um conceito de meio ambiente sustentável (Amorim, 2019). Esses territórios oferecem benefícios naturais agrupados em três grandes categorias de recursos: hídricos, biológicos e sociais.

Tabela 3. Recursos das planicies de inundação. Fonte: Cengiz (2023)

Recursos hídricos	Controlo de inundações e erosão	- Armazenar e conduzir águas de cheia - Reduzir a velocidade do escoamento - Reduzir a magnitude dos picos de cheia - Reduzir a sedimentação
	Manutenção da qualidade da água	- Filtrar nutrientes e impurezas do escoamento - Processar matéria orgânica - Moderar as flutuações de temperatura
	Recarga de aquíferos	- Melhorar a infiltração e a recarga de aquíferos - Reduzir a frequência e a duração dos fluxos superficiais baixos
Recursos biológicos	Produtividade biológica	- Apoiar elevada taxa de crescimento vegetal - Manter a biodiversidade

		- Sustentar a integridade dos ecossistemas
	Habitat para peixes e vida selvagem	- Fornecer locais de reprodução e alimentação - Criar e melhorar habitats para aves aquáticas
Recursos sociais	Colheitas de produtos silvestres e cultivados	- Melhorar as terras agrícolas - Disponibilizar locais para aquicultura - Restaurar e melhorar áreas florestais
	Oportunidades de recreação	- Disponibilizar áreas para uso ativo e passivo - Proporcionar espaços abertos - Oferecer prazer estético
	Áreas para estudo científico e educação ao ar livre	- Apoiar recursos culturais (sítios históricos e arqueológicos) - Proporcionar oportunidades para estudos ambientais e outras formas de investigação

Apesar dessa multifuncionalidade inerente, o grau em que certos usos se manifestam e as prioridades de gestão variam conforme o nível de desenvolvimento ou ocupação humana da planície de inundação. São identificados quatro cenários principais de ocupação com considerações distintas:

- Em áreas urbanas fortemente modificadas, a planície encontra-se altamente impermeabilizada, tornando prioritário o restauro de áreas naturais e a realocação de estruturas construídas em zonas de alto risco de inundação;

- Nas zonas periurbanas ou de expansão urbana, onde ainda existem espaços abertos significativos apesar da pressão urbanística, o planeamento eficaz é crucial – deve-se conservar as áreas livres existentes ao longo dos cursos d'água e recuperar a vegetação ripária para preservar as funções naturais;

- Em áreas rurais, que geralmente dispõem de amplas zonas abertas nas várzeas, as estratégias de manejo focam no controlo da erosão do solo e do aporte excessivo de nutrientes da agricultura, bem como na revegetação das margens dos cursos d'água, de forma a restaurar funções ecológicas perdida;

- Por fim, em áreas quase selvagens ou de baixa densidade populacional, onde o sistema fluvial permanece relativamente intacto, apresenta-se a oportunidade de salvaguardar as funções naturais da planície desde o início, mantendo habitats valiosos e assegurando uma elevada qualidade da água.

Em suma, as planícies de inundação devem ser entendidas como espaços multifuncionais, cujo aproveitamento sustentável requer equilibrar os objetivos de conservação ecológica com as necessidades socioeconómicas de cada contexto geográfico específico.

5.3 Princípios ecológicos de planeamento e projeto de espaços fluviais

Para orientar a intervenção em espaços fluviais de forma sustentável, diversos autores propõem princípios de planeamento e projeto ecologicamente informados (Cengiz, 2013; Palmer et al., 2014). No planeamento de frentes ribeirinhas, deve-se evidenciar a relação única entre o rio e a cidade, valorizando o caráter distintivo que o curso d'água confere à paisagem local. É fundamental conhecer o ecossistema fluvial em profundidade e considerar uma escala ampla de análise (abrangendo toda a bacia hidrográfica), em vez de focar apenas no trecho imediato do rio. Além disso, por serem sistemas dinâmicos, é crucial minimizar novos desenvolvimentos em zonas inundáveis, evitando ocupações em áreas de risco. Deve-se também assegurar o acesso público às margens, criando conexões e oportunidades de lazer que integrem o rio na vida da comunidade. Por fim, o planeamento deve celebrar as características ambientais e culturais do rio – incorporando programas de educação ambiental, sinalização interpretativa e eventos públicos que reforcem a identidade do rio e a consciência coletiva sobre o seu valor.

No que toca ao projeto físico dos espaços fluviais, os princípios guiam-se pela proteção e restauro dos processos naturais. Recomenda-se proteger ao máximo as características e funções ecológicas existentes no rio e nas suas margens, bem como criar zonas tampão para resguardar áreas naturais sensíveis. O restauro de habitats ripários e aquáticos deve ser priorizado, substituindo-se, sempre que possível, infraestruturas cinzentas por soluções baseadas na natureza para a gestão da água (por exemplo, favorecendo planícies de inundação naturais em vez de diques artificiais). Também é importante reduzir superfícies impermeáveis (como pavimentos contínuos) e gerir localmente as águas pluviais, de modo a mitigar picos de escoamento e melhorar

a infiltração. Ademais, deve-se equilibrar os objetivos de uso público e recreativo com as exigências de proteção ambiental, evitando que a valorização turística ou de lazer comprometa a saúde do ecossistema fluvial. Por último, é recomendado integrar ao projeto informações sobre os recursos naturais e o património cultural associado ao rio, seja através de elementos de projeto inspirados na paisagem, da instalação de arte pública temática ou de painéis interpretativos que divulguem a história e a ecologia locais. Em conjunto, esses princípios visam conciliar as metas ecológicas, sociais e económicas no desenvolvimento de espaços fluviais, garantindo que o projeto urbano junto aos rios seja simultaneamente resiliente em termos ambientais e benéfico para as comunidades humanas envolventes.

Tabela 4. Principios de planeamento e projeto de espaços fluviais Fonte: Cengiz (2013)

Planeamento
Tornar visível o carácter da paisagem
Conhecer o ecossistema fluvial e pensar numa escala alargada
Minimizar o desenvolvimento urbano em zonas inundáveis
Proporcionar acesso público, ligações e oportunidades recreativas
Valorizar as características ambientais e culturais do rio através de programas educativos, sinalização interpretativa e eventos

Projeto
Proteger as características e funções dos rios naturais
Proteger as áreas naturais sensíveis
Restaurar habitats ribeirinhos e fluviais
Evitar infraestruturas cinzentas na gestão da água
Evitar ou reduzir a impermeabilização
Gerir localmente as águas pluviais evitando soluções técnicas convencionais
Equilibrar os objetivos de acesso público e recreativo com a proteção dos ecossistemas fluviais
Integrar no projeto informações sobre os recursos naturais e a história cultural do rio, incluindo elementos como mobiliário, arte pública ou sinalização interpretativa

6. O restauro ecológico de paisagens fluviais e a relação com a arquitetura paisagista

O restauro ecológico de rios e paisagens ribeirinhas tornou-se uma frente destacada da gestão ambiental e do ordenamento paisagístico nas últimas décadas (Bernhardt & Palmer, 2011; Wohl, Lane & Wilcox, 2015). À medida que se reconheceu globalmente que grande parte dos rios foi alterada ou degradada (por exemplo, estima-se que apenas cerca de um terço dos grandes rios mundiais mantenham fluxo livre de barramentos (Grill et al., 2019)) consolidou-se a necessidade de recuperar a saúde destes ecossistemas. Para a arquitetura paisagista, os rios e suas planícies de inundação não são apenas corredores ecológicos vitais, mas também espaços culturais e cenários identitários nas paisagens. Restaurar um rio significa, portanto, restaurar processos ecológicos (como a dinâmica de cheias, a conectividade hidrológica e a diversidade de habitats) e requalificar a paisagem para as comunidades humanas, devolvendo qualidade cênica, usos recreativos e memória coletiva aos espaços fluviais.

Este capítulo explora essa dualidade e complementaridade. Inicia-se revisitando a evolução histórica do conceito de restauro fluvial, desde intervenções pontuais focadas em estética ou habitat até abordagens contemporâneas baseadas em processos (Wohl, Lane & Wilcox, 2015). Em seguida, discute-se como avaliar o estado ecológico de um rio no seu contexto histórico e social, reconhecendo que cada paisagem fluvial carrega marcas de usos humanos e que o caráter da paisagem local deve informar metas de restauro. Abordam-se também os efeitos potenciais das mudanças climáticas nos sistemas fluviais, sublinhando a importância de planear intervenções resilientes a cenários futuros de cheias e secas. Complementarmente, apresenta-se o enquadramento normativo relevante para além dos já apresentados que molda os objetivos e critérios de sucesso destes projetos. Com esse pano de fundo estabelecido, o capítulo identifica os desafios-chave (científicos, técnicos e sociais) que podem dificultar o restauro de ecossistemas fluviais, ao mesmo tempo em que reconhece tais projetos como processos sociais que requerem participação informada. Por fim, são discutidos os diferentes enfoques e métodos de restauro adotados na prática, ilustrados com casos de sucesso internacionais e regionais. O foco recai sobre estratégias projetuais que conciliam a recuperação ecológica com a melhoria da paisagem e da qualidade de vida humana, evidenciando o papel da arquitetura paisagista em propor soluções integradoras e sustentáveis.

6.1 História e evolução

O restauro fluvial, tal como o conhecemos hoje, resulta de um processo evolutivo marcado por mudanças significativas nas conceções sobre a relação entre sociedade e rios. Ao longo do século XX, a intervenção sobre os cursos de água foi dominada por abordagens de engenharia hidráulica com fins produtivos e protetores: retificar, canalizar, desviar ou represar os rios foi entendido como um imperativo do desenvolvimento económico, da segurança contra cheias e da expansão agrícola e urbana. Estas transformações, embora eficazes para certos objetivos setoriais, tiveram consequências ecológicas graves: fragmentação de habitats, perda de conectividade, degradação da qualidade da água, entre outras.

A partir das últimas décadas do século XX, surgiram progressivamente críticas a este modelo, dando lugar a uma nova abordagem centrada na necessidade de recuperar os processos ecológicos dos sistemas fluviais. Este movimento de transição foi influenciado tanto por avanços científicos na ecologia, geomorfologia e hidrologia, como por mudanças sociais e institucionais que valorizam cada vez mais os serviços ecossistémicos e a multifuncionalidade dos rios.

Inicialmente, os projetos de restauro concentraram-se na reabilitação da forma física dos cursos de água, nomeadamente através da remoção de obstáculos e da reconexão lateral com as planícies de inundação. Posteriormente, passaram a integrar objetivos mais amplos, como a recuperação da biodiversidade, a melhoria da qualidade da água, a renaturalização da vegetação ripária e o reforço da resiliência às alterações climáticas. Como referem Wohl et al. (2005), o foco deslocou-se de intervenções pontuais para uma visão sistémica e processual do restauro, reconhecendo que a integridade ecológica depende da reativação das funções do ecossistema ao longo de toda a bacia.

O conceito de restauro ecológico afirma-se, assim, como um paradigma que privilegia não apenas os resultados visíveis, mas sobretudo a recuperação funcional dos processos hidrológicos, sedimentares e biológicos que sustentam o sistema fluvial. Em vez de tentar reconstruir um “estado original” muitas vezes incerto ou inacessível, procura-se restabelecer condições que permitam ao sistema evoluir de forma dinâmica e adaptativa, em equilíbrio com os contextos territoriais e sociais atuais.

Paralelamente, cresce a consciencialização de que o restauro fluvial não é apenas uma questão técnica ou ecológica, mas também política, social e cultural. A inclusão das comunidades locais, a articulação com políticas de ordenamento do território e a adaptação às especificidades de cada contexto são fatores decisivos para o sucesso e

a sustentabilidade das intervenções. Assim, o restauro fluvial evolui hoje como uma prática interdisciplinar e participativa, que integra conhecimento científico, saber local, objetivos ecológicos e necessidades humanas.

6.2 Avaliação do estado ecológico no contexto histórico e social

Antes de intervir num rio, é fundamental compreender em que estado ecológico ele se encontra e quais processos o conduziram até essa condição. Avaliar esse estado não significa apenas aplicar indicadores técnicos normativos, mas realizar uma leitura integrada do sistema fluvial como ecossistema, paisagem e espaço vivido. Ou seja, é necessário considerar tanto os elementos biofísicos que estruturam a integridade ecológica, como os fatores sociais, culturais e simbólicos que moldam o seu uso e significado.

Do ponto de vista técnico, a Diretiva Quadro da Água (2000/60/CE) estabelece uma estrutura normativa para a avaliação do estado ecológico dos corpos de água superficiais. Essa avaliação baseia-se na comparação entre a situação atual do ecossistema e uma condição de referência com “mínima ou nula influência humana”. A análise inclui cinco grandes categorias de indicadores:

- Elementos biológicos (comunidades de peixes, macroinvertebrados bentónicos, fitobentos e flora aquática);
- Elementos hidromorfológicos (regime hidrológico, continuidade longitudinal, estrutura do leito e das margens);
- Elementos físico-químicos (temperatura, oxigénio dissolvido, nutrientes, poluentes);
- Pressões antrópicas estruturais (barragens, canalizações, retificações, usos marginais);
- Pressões difusas (urbanização, agricultura intensiva, fragmentação de habitats).

Contudo, esta abordagem normativa nem sempre é suficiente para orientar intervenções de restauro ecológico em paisagens altamente modificadas. Por isso, diversos autores (Clewell & Aronson, 2013; Davis & Slobodkin, 2004) têm argumentado que, em vez de tentar replicar um estado idealizado do passado, o restauro deve focar-se na reativação dos processos ecológicos essenciais e na melhoria da convivência entre sistemas naturais e usos humanos. Nesse sentido, é mais útil identificar déficits funcionais —

como a interrupção da conectividade lateral, a uniformização do leito, ou a perda de vegetação ripária — e avaliar o potencial regenerativo adaptado à realidade territorial.

Nesse contexto, o papel da arquitetura paisagista é crucial. Esta disciplina integra os saberes ecológicos com a leitura cultural e social do território, permitindo propor objetivos de restauro que sejam não apenas ecológica e tecnicamente viáveis, mas também culturalmente significativos e socialmente apropriados. A SER (2019) destaca que os projetos com maior probabilidade de sucesso a longo prazo são aqueles em que a comunidade se identifica com os valores restaurados e participa no processo.

Los veinte obstáculos del río Lor

CARLOS CORTÉS
MONFORTE / LA VOZ

En el Ayuntamiento de Folgoso consideran las represas del Lor como parte del patrimonio local ALBERTO LÓPEZ

Nueve de las represas de este río se salvarán de la piqueta por su valor patrimonial

17 oct 2021 . Actualizado a las 05:00 h.

Figura 7. Notícia sobre conflitos entre valores ecológicos e culturais do río Lor, em Folgoso do Courel (Galicia). Fonte: La Voz de Galicia (2021).

A leitura socioeconómica e paisagística do rio deve, portanto, ser parte integrante do diagnóstico. Cada rio atravessa comunidades com memórias, perceções e práticas próprias. A importância do rio para atividades como pesca, rega ou lazer, o seu valor simbólico (tradições, histórias locais) e até a sua dimensão estética são fatores relevantes que influenciam a aceitação e sustentabilidade social dos projetos. Ignorar esses aspetos pode resultar em intervenções ecologicamente corretas, mas mal acolhidas pela população.

Neste sentido, o conceito de caráter da paisagem fluvial é uma ferramenta útil para integrar considerações ecológicas e culturais. Segundo Swanwick (2002), autora da metodologia *Landscape Character Assessment*, o caráter da paisagem resulta da combinação de elementos naturais e culturais que conferem identidade visual, ecológica e simbólica ao território. Avaliar esse caráter implica identificar atributos como a morfologia do vale, a vegetação típica, os usos tradicionais, os marcos históricos ou as vistas emblemáticas que estruturam a perceção do rio pelas comunidades locais.

A metodologia desenvolvida por Swanwick tem sido amplamente utilizada no Reino Unido para mapear características paisagísticas e avaliar a capacidade da paisagem para a mudança. Essa abordagem permite, por exemplo, adaptar as estratégias de restauro ao contexto: num troço ribeirinho de valor patrimonial, pode-se priorizar soluções discretas que respeitem estruturas históricas; noutros casos, pode-se apostar em intervenções mais amplas de renaturalização, desde que compatíveis com o caráter local.

A dimensão social da avaliação também inclui a perceção pública do estado do rio. Consultas comunitárias, inquéritos ou oficinas participativas permitem recolher conhecimento empírico (lembranças de cheias, nascentes, locais de pesca ou natação) que complementa os dados técnicos. Além disso, muitos habitantes avaliam a "saúde" do rio por sinais visuais — como a limpidez da água, a presença de vegetação ou a acessibilidade das margens — mais do que por parâmetros científico-químicos. Estudos de preferência demonstram que as pessoas tendem a valorizar rios com aspeto natural e espaços acessíveis para fruição social (Chou, 2016), independentemente da complexidade ecológica subjacente.

A integração destas leituras técnica, ecológica, cultural e social permite construir um modelo interpretativo da paisagem fluvial, a partir do qual se podem definir objetivos de restauro mais robustos e situados. Esses objetivos podem incluir:

- Restaurar processos ecológicos essenciais (ex.: dinâmica de cheias, transporte de sedimentos, regeneração natural da vegetação ripária);
- Aumentar a resiliência climática da bacia (ex.: reconexão com planícies de inundação, sombreamento de margens, melhoria da infiltração);
- Recuperar funções sociais e identitárias do rio (ex.: trilhos ribeirinhos, revalorização de moinhos, espaços públicos junto à água);

- Garantir a compatibilidade entre usos humanos e integridade ecológica, promovendo multifuncionalidade em vez de exclusão mútua.

Por fim, é importante que essa avaliação seja entendida como um processo contínuo e iterativo, não como um diagnóstico estanque. Ao longo do tempo, a paisagem evolui, os processos ecológicos se regeneram (ou se degradam) e os valores sociais podem mudar. Avaliar o estado ecológico com base em múltiplos critérios e numa perspetiva adaptativa permite orientar o restauro ecológico como um processo territorial, participativo e orientado para o futuro, e não como um exercício nostálgico de reconstituição do passado.

6.3 Impacto potencial das alterações climáticas nos sistemas fluviais

As alterações climáticas impõem uma pressão adicional sobre os ecossistemas fluviais, agravando os efeitos de décadas de degradação física e hidrológica. O aumento da temperatura média, a maior frequência de eventos extremos e a alteração dos padrões de precipitação têm consequências diretas sobre a dinâmica dos rios. A previsão de fenómenos como secas prolongadas, cheias repentinas ou alterações nos ciclos de escoamento afeta profundamente os processos ecológicos e a funcionalidade dos sistemas fluviais (Abbott et al., 2024).

Num cenário de aquecimento global, é esperada uma redução na previsibilidade dos fluxos, o que compromete a reprodução de espécies dependentes de cheias sazonais, altera a composição das comunidades biológicas e reduz a capacidade de autodepuração dos cursos de água (Wohl et al., 2015). Além disso, a subida do nível do mar nas zonas costeiras interfere nos estuários e zonas húmidas de transição, gerando fenómenos de salinização e perda de habitat. As alterações climáticas também contribuem para o aumento da erosão das margens, a degradação dos solos ribeirinhos e a perda de cobertura vegetal, amplificando os impactos cumulativos.

Para a arquitetura paisagista, estes fatores obrigam a repensar os critérios de projeto e restauro de paisagens fluviais: é necessário projetar soluções resilientes, que não visem apenas a reconstituição de um estado histórico, mas que antecipem a variabilidade futura. Isto implica adotar materiais e vegetação adaptados a condições hídricas flutuantes, criar espaços de expansão de cheias que possam ser periodicamente inundáveis sem causar prejuízo, e favorecer a reconexão entre o leito principal e a planície aluvial (Beechie et al., 2010).

O restauro ecológico pode ser uma ferramenta eficaz para aumentar a resiliência dos sistemas fluviais. Ao reabilitar zonas húmidas, recuperar vegetação ripária e eliminar barreiras à conectividade, é possível melhorar a capacidade de absorção de choques hidrológicos e restabelecer ciclos naturais de retenção e infiltração da água. Em zonas mais urbanas, a criação de corredores verdes multifuncionais ao longo dos rios ajuda a mitigar as ilhas de calor, a absorver águas pluviais e a oferecer espaços de refúgio climático.

Contudo, como sublinham Abbott et al. (2024), a integração efetiva das projeções climáticas nos projetos de restauro ainda é limitada. Muitas intervenções continuam a basear-se em pressupostos de estabilidade ecológica, ignorando a necessidade de incorporar incertezas. Torna-se, assim, imprescindível um enfoque adaptativo, em que os projetos sejam concebidos com margem de flexibilidade e monitorização contínua, permitindo ajustes conforme as condições ambientais evoluam.

6.4 Enquadramento normativo e político do restauro fluvial

O restauro de sistemas fluviais é influenciado por diretivas europeias, legislação nacional e estratégias territoriais que moldam as metas, os instrumentos e os critérios de sucesso das intervenções. Na União Europeia, a Diretiva Quadro da Água (2000/60/CE) constitui o principal enquadramento legal para a gestão integrada dos recursos hídricos, estabelecendo como objetivo o “bom estado ecológico” dos corpos de água até datas previamente definidas. Esta diretiva impõe a elaboração de planos de gestão por bacia hidrográfica e obriga à participação pública nos processos decisórios.

Complementarmente, a Diretiva Habitats (92/43/CEE) e a Rede Natura 2000 visam proteger habitats e espécies de interesse comunitário, muitos dos quais estão associados a zonas ribeirinhas. Estas normas exigem que as intervenções em áreas classificadas tenham em conta os impactos cumulativos e promovam a conservação dos valores naturais, impondo restrições a obras hidráulicas, alteração de margens ou remoção de vegetação ripária. Mais recentemente, a Estratégia Europeia para a Biodiversidade 2030 inclui como meta restaurar pelo menos 25.000 km de rios em estado natural, revertendo décadas de artificialização e encanamento (Comissão Europeia, 2022).

Contudo, o principal desafio reside na integração efetiva destas normas nas políticas de ordenamento territorial. Com frequência, os objetivos de conservação ecológica entram em conflito com usos urbanos, agrícolas ou turísticos que pressionam o espaço ribeirinho.

Para a arquitetura paisagista, isto levanta questões operacionais e éticas: como compatibilizar as exigências legais com a necessidade de criar espaços acessíveis, multifuncionais e esteticamente qualificados? Que margem de manobra existe para propor soluções criativas sem desrespeitar os regulamentos ambientais? A resposta passa por interpretar as normas não como obstáculos, mas como parâmetros de projeto, que enquadram e justificam as opções tomadas. Um projeto bem fundamentado nos princípios da infraestrutura verde, por exemplo, pode cumprir simultaneamente os requisitos legais e os objetivos paisagísticos e sociais.

Além disso, é crucial que os profissionais participem na definição das políticas públicas, contribuindo com a sua experiência projetual para melhorar os instrumentos normativos. Como sublinham Bernhardt et al. (2005), o sucesso do restauro fluvial depende tanto da qualidade técnica como da vontade política e da clareza institucional. Assim, o arquiteto paisagista deve assumir um papel ativo na tradução dos marcos legais em propostas concretas que valorizem a paisagem, melhorem a qualidade de vida e promovam a resiliência ecológica dos sistemas ribeirinhos.

6.5 Desafios no restauro de ecossistemas fluviais

O restauro de ecossistemas fluviais envolve desafios de natureza múltipla: técnicos, ecológicos, sociais, económicos e políticos. A literatura destaca que uma das principais dificuldades reside na complexidade dos sistemas fluviais, que respondem de forma não linear às intervenções. A heterogeneidade espacial e temporal dos rios, combinada com os impactos acumulados de décadas de modificações humanas (canalizações, barragens, poluição difusa), faz com que a previsibilidade dos resultados seja limitada (Wohl et al., 2015; Bernhardt & Palmer, 2011).

Do ponto de vista técnico, muitos projetos falham por adotar soluções simplificadas, como estabilizações rígidas de margens ou revegetações genéricas, sem restaurar os processos hidrológicos e geomorfológicos subjacentes. A abordagem baseada em processos, que visa recuperar a dinâmica natural do rio, requer conhecimento

multidisciplinar e um compromisso com a monitorização a longo prazo, algo nem sempre viável em contextos com recursos escassos (Beechie et al., 2010).

A nível institucional, a fragmentação das competências entre diferentes entidades dificulta a coordenação. Os rios atravessam múltiplos municípios e mesmo diferentes países, e são geridos por diversas administrações (ambiental, hidráulica, agrícola), o que pode levar a sobreposição ou omissão de responsabilidades. A ausência de instrumentos integradores e de financiamento estável constitui outra limitação frequente, especialmente em contextos locais ou rurais (Bernhardt et al., 2005).

No plano social, um desafio recorrente é a aceitação pública das intervenções. Muitas comunidades percebem o restauro como uma perda de controlo sobre o território, especialmente quando envolve a remoção de infraestruturas ou a renaturalização de zonas antes produtivas. O envolvimento precoce dos atores locais e a comunicação clara dos objetivos e benefícios são essenciais para gerar apoio (Chou, 2016). Além disso, como sublinha Prior (2016), os aspetos estéticos desempenham um papel fundamental na perceção social: espaços fluviais visivelmente “descuidados” ou com vegetação densa podem ser associados a abandono, ainda que representem uma melhoria ecológica.

Por fim, existe uma tensão entre a ambição ecológica e a viabilidade prática e socioeconómica. Nem todos os rios podem ser restaurados ao seu estado natural (o qual, em muitos casos, nem sequer é possível de conhecer com precisão), e muitos casos requerem compromissos entre valores ecológicos e usos humanos. A arquitetura paisagista tem um papel fundamental neste equilíbrio, desenhando intervenções que sejam tecnicamente sólidas, mas também sensíveis à paisagem, ao carácter local e aos usos sociais do espaço.

6.6 Ações para o restauro: enfoques e métodos.

Os métodos de restauro fluvial variam amplamente consoante os objetivos, o contexto territorial e os recursos disponíveis: não existe uma abordagem única ou universalmente aplicável. As abordagens mais eficazes são aquelas que reconhecem o carácter multidimensional dos rios como ecossistemas vivos, infraestruturas verdes e paisagens culturais. Neste sentido, torna-se indispensável integrar, desde as fases iniciais, conhecimentos provenientes da ecologia fluvial, do planeamento e ordenamento do

território, da engenharia ecológica, das ciências sociais e da cultura e memória coletiva dos lugares (Clewell & Aronson, 2013; Naiman & Decamps, 1997).

A articulação entre ciência ecológica, participação social e valores culturais não é apenas desejável, mas necessária para assegurar a sustentabilidade ecológica e social das intervenções. A desconexão entre os modelos técnico-científicos e as dinâmicas locais é uma das causas frequentes de insucesso ou rejeição social dos projetos de restauro. Incorporar os usos tradicionais da água, os imaginários coletivos associados aos rios, ou as práticas de manejo cultural da paisagem pode fazer a diferença entre um restauro imposto e um restauro vivido.

Na literatura especializada, é comum distinguir três grandes enfoques estratégicos de restauro (Beechie et al., 2010; Wohl et al., 2015):

1. Restauro morfológico, centrado na recuperação da forma física e da conectividade do leito fluvial. Inclui intervenções como a recriação de meandros, a remoção de canalizações ou diques artificiais, e a reabilitação da morfodinâmica fluvial. A morfologia de um rio está intimamente ligada aos processos ecológicos e hidrológicos que o sustentam. A sua alteração, por via de canalizações retificadas ou betonagens das margens, compromete a biodiversidade e os serviços de ecossistema.

2. Restauro hidrológico, cujo objetivo é restabelecer a dinâmica natural dos fluxos e a conectividade lateral e longitudinal. A restituição de regimes de cheias naturais permite reativar zonas húmidas adjacentes, promover a recarga de aquíferos, e melhorar a qualidade da água. Este enfoque exige uma visão integrada à escala de bacia hidrográfica e implica, muitas vezes, redefinir o espaço funcional do rio, superando os limites das faixas marginais legalmente estabelecidas.

3. Restauro ecossistémico, mais abrangente, que inclui a recomposição da vegetação ripária, a reintrodução de espécies nativas, a remoção de espécies invasoras e a reabilitação do habitat para a fauna aquática e terrestre. Trata-se de um enfoque que entende o rio como parte de uma rede ecológica mais ampla e busca recuperar os seus serviços ambientais: purificação da água, regulação do microclima, suporte à biodiversidade, entre outros.

A estes três enfoques, deve-se somar cada vez com maior centralidade o enfoque sociocultural, que reconhece que os rios não são apenas corredores ecológicos nem

meros prestadores de serviços, mas também territórios sociais, simbólicos e afetivos. A dimensão cultural do restauro envolve práticas como:

- o reconhecimento da toponímia tradicional e dos antigos usos ribeirinhos;
- a criação de percursos interpretativos e dispositivos de mediação ambiental;
- a participação das comunidades locais no desenho e gestão dos espaços restaurados;
- e a valorização da identidade territorial como parte do projeto.

Por fim, o enfoque integrado ou multifuncional articula todos os anteriores, com o objetivo de gerar soluções adaptativas, resilientes e duradouras, capazes de conciliar múltiplos objetivos — ecológicos, sociais, recreativos, culturais, educativos — num único projeto territorial.

Tabela 5. Enfoques de restauro. Fonte: elaboração própria

Enfoque de restauro	Intervenções típicas	Objetivos principais
Morfológico	Recriação de meandros, remoção de diques	Reestabelecer a forma natural do leito e a conectividade física
Hidrológico	Restituição de regimes de cheias, reativação de zonas húmidas	Recuperar processos naturais de inundação e recarga de aquíferos
Ecológico	Plantação de vegetação ripária, remoção de espécies invasoras	Aumentar a biodiversidade e promover a estabilidade ecológica
Sociocultural	Criação de caminhos, parques, sinalização interpretativa	Melhorar o acesso e recreio, a educação ambiental e a identidade cultural
Integrado (multifuncional)	Combinação das anteriores	Reforçar a resiliência territorial e a qualidade da paisagem

Para além dos enfoques, importa distinguir entre as técnicas operacionais de restauro, frequentemente agrupadas em dois grandes tipos (Clewell & Aronson, 2013):

- Restauro passivo, que consiste essencialmente em remover as causas de degradação, como o pastoreio excessivo, infraestruturas que impedem a livre circulação da água, ou fontes de poluição. Permite que os processos naturais se reativem por si só. É recomendada em zonas com elevado potencial de regeneração natural e onde os impactos não comprometeram irreversivelmente a matriz ecológica do sistema.

- Restauro ativo, que implica intervenções diretas no território, como o reposicionamento do leito, a plantação de espécies autóctones, a remoção de exóticas invasoras, ou a engenharia ecológica com materiais vivos (bioengenharia de solos e taludes, técnicas de estabilização natural). Este tipo de abordagem exige mais recursos, mas é necessário quando os processos naturais não são suficientes para recuperar a integridade ecológica do sistema.

Na prática, os projetos mais robustos costumam combinar técnicas ativas e passivas, ajustando a intensidade da intervenção à degradação existente e aos objetivos definidos.

6.7 Casos de sucesso.

A análise de casos de sucesso permite compreender como os princípios e técnicas de restauro fluvial são aplicados na prática, revelando a diversidade de contextos, estratégias e resultados. Estes exemplos ilustram abordagens integradas que conjugam a recuperação ecológica com objetivos sociais, paisagísticos e de gestão territorial. Além disso, evidenciam a importância de uma atuação multiescalar, em que se articulam decisões à escala da bacia hidrográfica com intervenções locais. A seguir apresentam-se oito casos de referência em diferentes países que demonstram a eficácia de distintas estratégias de restauro.

6.7.1 Corredor verde do río Leça (Área Metropolitana do Porto, PT)

O Corredor Verde do Rio Leça constitui um dos mais ambiciosos projetos de requalificação fluvial em Portugal, estendendo-se ao longo de 42 km entre a serra e o mar, atravessando a Área Metropolitana do Porto, fortemente urbanizada. Desenvolvido pelo gabinete LRC – Arquitectura Paisagista, o plano assenta em quatro eixos principais: recuperação ambiental e paisagística mediante limpeza, consolidação de margens e rearborização; promoção da mobilidade pedonal e ciclável, assegurando ligações diretas entre núcleos urbanos, equipamentos e transporte público; incentivo ao recreio e ao contacto com a natureza; e valorização do património cultural e histórico, como o Caminho de Santiago ou o Mosteiro de Leça do Balio. A intervenção combina percursos contínuos com 4 metros de largura (2,5 m para ciclistas e 1,5 m para peões), novas pontes de ligação e plantação de espécies autóctones ripícolas, reforçadas com técnicas de engenharia natural. Este caso evidencia a integração bem-sucedida entre restauro ecológico, mobilidade sustentável e regeneração urbana.

Figura 8. Plano Geral da Fase 1 do Projeto. Fonte: APAP (2023)

6.7.2 Rio Kissimmee (Flórida, EUA)

O restauro do rio Kissimmee constitui um dos primeiros grandes exemplos de restauro ecológico a larga escala nos Estados Unidos. Entre as décadas de 1940 e 1960, o rio foi artificialmente canalizado para controlar inundações, resultando na perda de meandros, zonas húmidas e biodiversidade associada. O projeto de restauro, iniciado nos anos 1990, procurou reestabelecer o regime hidrológico natural, recriar o traçado meandrado e restaurar os habitats alagáveis.

As intervenções centraram-se nos enfoques morfológico, hidrológico e ecológico, através de técnicas de restauro ativas (remoção de canalizações, escavação de meandros, replantação) combinadas com passivas (reconexão de zonas húmidas e recuperação natural). Os resultados demonstram melhorias significativas na qualidade da água, aumento da diversidade de aves aquáticas e restabelecimento de processos ecológicos fundamentais (Whalen, Toth & Koebel, 2002). Apesar de menos ênfase na dimensão cultural, trata-se de um exemplo emblemático de restauro ecológico multiescalar, com impactos a nível de bacia e sub-bacia.

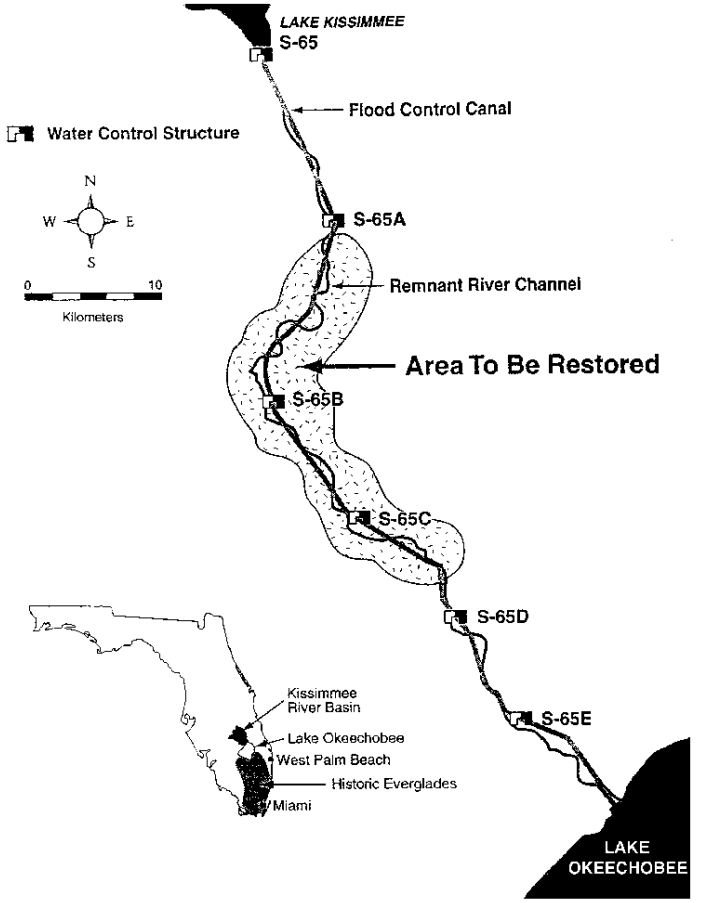


Figura 9. Esquema e imagens do restauro do río Kissimmee. Fonte: Toth (1995)

6.7.3 Rio Isar (Munique, Alemanha)

O projeto "Isar-Plan", desenvolvido em Munique entre 2000 e 2011, exemplifica uma abordagem integrada que combinou proteção contra cheias, restauro ecológico e qualificação urbana. O rio, anteriormente canalizado com betão, foi reconfigurado para recuperar a morfologia natural, a conectividade lateral e a vegetação ripária.

Foram aplicadas técnicas ativas (remodelação do leito, remoção de barreiras, plantação de espécies autóctones) em conjunto com estratégias passivas de regeneração ecológica. Além dos ganhos ambientais, o projeto transformou o rio numa infraestrutura verde urbana com zonas de lazer, mobilidade suave e integração paisagística (Prior, 2016). Embora não tenha uma escala de atuação intermunicipal, representa um exemplo notável de restauro sociocultural em meio urbano.

Figura 10.Imagen do rio Isar restaurado. Fonte: Climate ADAPT (2013)

6.7.4 Rio Aire (Genebra, Suíça)

O restauro do rio Aire, entre 2002 e 2015, destaca-se pela sua componente ecológica e paisagística. O canal artificial existente foi substituído por um novo leito sinuoso, permitindo a expansão da planície de inundação e a regeneração de habitats ribeirinhos. A intervenção incorporou princípios de design paisagístico com forte sentido estético e educacional, tornando-se um espaço de referência em termos de qualidade ecológica e uso social.

Os enfoques utilizados foram morfológico, hidrológico, ecológico e sociocultural, com técnicas ativas (escavação, modelação topográfica, revegetação) e passivas (recolonização natural da fauna). Embora limitado a um troço urbano, o projeto é exemplar na forma como valoriza o rio como espaço público e território cultural, demonstrando o papel da arquitetura paisagista no restauro integrado (Lienhard & Dufour, 2020).

Figura 11. Processo de progressivo desaparecimento do padrão e plano do restauro do rio Aire. Fonte: Landuum (2021).

6.7.5 Rio Emscher (Região do Ruhr, Alemanha)

Durante mais de um século, o rio Emscher foi utilizado como esgoto a céu aberto numa das regiões industriais mais densas da Europa. A partir dos anos 1990, iniciou-se um ambicioso projeto de transformação que incluiu a construção de sistemas de saneamento subterrâneos e a renaturalização do leito e margens do rio e dos seus afluentes.

A abordagem foi multifuncional e multiescalar, combinando intervenções hidrológicas, morfológicas, ecológicas e socioculturais. As técnicas foram predominantemente ativas, dada a degradação severa, mas integradas com medidas passivas de recuperação vegetal e reconexão de habitats. A participação das autoridades regionais, municípios e cidadãos foi crucial para o sucesso do projeto. O Emscher é hoje um símbolo de

renovação ecológica e urbana, com benefícios duradouros para o ambiente e a qualidade de vida local (Emschergenossenschaft, 2021)

6.7.6 Corredor Verde do Baixo Danúbio (Roménia, Bulgária, Moldávia, Ucrânia)

Este projeto transfronteiriço, iniciado no ano 2000, visa restaurar planícies de inundação ao longo de 1.000 km do curso inferior do Danúbio, promovendo a reconexão do rio com as suas várzeas naturais. Trata-se de um dos maiores esforços de restauro fluvial multiescalar e coordenado entre países, envolvendo políticas ambientais, agricultura e adaptação climática.

Os enfoques aplicados incluem hidrológico, ecológico, morfológico e sociocultural, com uma forte dimensão territorial e institucional. As técnicas combinam ações passivas (remoção de diques, abandono de práticas agrícolas intensivas) e intervenções ativas (reflorestação, criação de habitats húmidos, reintrodução de fauna). Este corredor verde contribui para a resiliência climática, a biodiversidade e o desenvolvimento sustentável das comunidades ribeirinhas (WWF, 2010).

Figura 12. Localização e foto de obra do Corredor Verde do Baixo Danúbio. Fonte: Climate ADAPT (2015).

6.7.7 Programa de Revitalização do Rio São Francisco (Brasil)

O "Velho Chico", como é conhecido o rio São Francisco, tem sido alvo de um programa federal de revitalização que combina gestão de recursos hídricos, restauro ecológico e desenvolvimento rural sustentável. A atuação articula escalas nacionais, estaduais e locais, com intervenções dirigidas às sub-bacias mais degradadas.

O enfoque é claramente integrado, com componentes hidrológicas, ecológicas, morfológicas e sociais. As técnicas incluem desde ações passivas (proteção de nascentes e matas ciliares) até intervenções ativas (barraginhas, terraços agrícolas, reflorestamento). O programa é um modelo de governança multiescalar, onde políticas públicas estruturantes permitem a execução de centenas de microprojetos locais com forte envolvimento comunitário (Oliveira e Menezes, 2019)

6.7.8 Baía de Chesapeake (EUA)

A bacia da Baía de Chesapeake, envolvendo seis estados e o Distrito de Columbia, é exemplo de gestão integrada de uma bacia hidrográfica complexa, voltada à recuperação de um dos maiores estuários do mundo. As ações coordenadas abrangem desde o controlo da poluição até o restauro de habitats aquáticos e o envolvimento público.

Foram mobilizados enfoques hidrológicos, ecológicos e socioculturais, numa lógica de restauro multifuncional. Técnicas ativas (como construção de wetlands, escadas para peixes, replantação de ostras) e passivas (redução da pressão agrícola e urbana) coexistem dentro de um modelo de governança colaborativa regional, com metas comuns e planos de ação locais (Keisman, 2022)

Estes casos demonstram que o sucesso do restauro fluvial depende da capacidade de adaptar estratégias aos contextos específicos, combinando visões integradas com intervenções técnicas bem fundamentadas. A atuação multiescalar, quando possível, amplifica os benefícios ecológicos, sociais e territoriais, transformando os rios em eixos estruturantes de sustentabilidade.

Tabela 6. Enfoques de restauro nos casos selecionados. Fonte: elaboração própria

Projeto	Enfoques aplicados	Técnicas	Multiescalar	Enfoque integrado
Leça (Portugal)	Morfológico, hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Sim	Sim

Kissimmee (EUA)	Morfológico, hidrológico, ecológico	Ativas e passivas	Sim	Parcial
Isar (Alemanha)	Morfológico, hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Não	Sim
Aire (Suíça)	Morfológico, hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Não	Sim
Emscher (Alemanha)	Morfológico, hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Sim	Sim
Baixo Danúbio (Europa Oriental)	Morfológico, hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Sim	Sim
São Francisco (Brasil)	Morfológico, hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Sim	Sim
Chesapeake Bay (EUA)	Hidrológico, ecológico, sociocultural	Ativas e passivas	Sim	Sim

7. Infraestrutura verde e gestão da água

A infraestrutura verde refere-se a redes interligadas de espaços naturais e seminaturais que fornecem serviços ecossistémicos essenciais, como a regulação hídrica, o controlo da erosão, a purificação da água ou a mitigação de cheias (European Commission, 2013). Ao contrário das infraestruturas cinzentas — como diques, canais ou estações de tratamento —, que muitas vezes oferecem respostas técnicas isoladas, a IV parte da potencialidade dos processos naturais como suporte de funções ambientais e humanas. Na prática, isso significa valorizar e recuperar elementos da paisagem como zonas húmidas, planícies de inundação, corredores ripários ou pavimentos permeáveis, com uma lógica de multifuncionalidade e adaptação climática (UNEP, 2014).

Este enfoque apresenta vantagens relevantes face aos desafios complexos das bacias hidrográficas contemporâneas. Por um lado, reconhece que a gestão da água não pode ser dissociada do ordenamento territorial: as formas de ocupação do solo, o uso agrícola, a urbanização e a fragmentação ecológica afetam diretamente o regime hidrológico e a resiliência dos sistemas fluviais. Por outro, oferece uma estrutura metodológica clara e replicável para implementar soluções baseadas na natureza (SbN), promovendo benefícios múltiplos: ambientais, sociais, económicos e simbólicos (Eggermont et al., 2015).

Para a arquitetura paisagista, a infraestrutura verde constitui um campo fértil de atuação. Ao articular dimensões biofísicas com qualidades estéticas, usos públicos e identidade territorial, permite desenvolver projetos que requalificam a paisagem fluvial de forma sustentável, conciliando restauro ecológico com desenho de espaços vividos. Assim, em vez de intervir de forma fragmentada ou meramente técnica, a IV oferece um enquadramento conceptual e operativo para pensar o rio como eixo estruturante do território, capaz de combinar gestão da água, conservação da biodiversidade e bem-estar das comunidades.

Neste capítulo, explora-se o potencial da infraestrutura verde na gestão integrada da água, com foco nas paisagens fluviais. O primeiro subcapítulo clarifica as diferenças e complementaridades entre IV, restauro ecológica e soluções baseadas na natureza, estabelecendo um quadro conceptual coerente com os capítulos anteriores. O segundo apresenta exemplos concretos de aplicações de IV em bacias hidrográficas, zonas ripárias e contextos urbanos, com destaque para soluções que integram restauro ecológico, adaptação climática e valorização social. Por fim, discute-se o conjunto de ferramentas técnicas, normativas e participativas que permitem operacionalizar a IV em

estratégias multiescalares de restauro e planeamento, valorizando a abordagem integrada própria da arquitetura paisagista.

7.1 Enquadramento conceptual: Infraestrutura Verde, restauro ecológico e Soluções Baseadas na Natureza

A crescente emergência climática, a perda de biodiversidade e a degradação dos ecossistemas obrigaram a repensar os paradigmas de intervenção sobre a paisagem, sendo muito utilizados na atualidade três conceitos interligados: restauro ecológico, IV e SbN que, embora relacionados, apresentam ênfases distintas e evoluções próprias.

O restauro ecológico é o conceito mais antigo dos três, com raízes na ecologia da conservação, que já foi descrito e explicado nos anteriores capítulos.

A infraestrutura verde, por sua vez, propõe uma abordagem mais espacial e territorial, com base na criação ou reativação de redes interligadas de espaços naturais que fornecem serviços ecossistémicos. Os serviços ecossistémicos correspondem aos benefícios diretos e indiretos que os ecossistemas proporcionam à sociedade, constituindo a base para a saúde, a economia e o bem-estar humano (MA, 2005). São habitualmente classificados em quatro categorias: serviços de provisão (alimentos, água, biomassa), serviços de regulação (clima, qualidade da água, polinização, controlo da erosão), serviços culturais (lazer, identidade, património) e serviços de suporte (ciclagem de nutrientes, formação do solo, processos ecológicos fundamentais). Tal como sublinha Calaza (2019), a infraestrutura verde deve ser entendida como um sistema essencial para o bem-estar coletivo, no qual os espaços verdes e azuis contribuem simultaneamente para a conservação da biodiversidade, a regulação climática e a saúde pública.

Além disso, a IV enfatiza a sua capacidade de substituir ou complementar infraestruturas convencionais, especialmente na gestão de águas pluviais, controlo de cheias, arrefecimento urbano e filtragem da água (UNEP, 2014). A IV distingue-se por integrar escalas (da bacia ao bairro), setores (ambiente, planeamento, engenharia) e funções (ecológicas, sociais, económicas), com forte foco na ideia de rede.

Como já foi descrito, as SbN surgem como um termo guarda-chuva que incorpora intervenções inspiradas nos processos naturais para enfrentar desafios sociais, incluindo a gestão da água, mas também a segurança alimentar, a saúde ou a mitigação climática (IUCN, 2020). Incluem ações como a reabilitação de zonas húmidas, a criação de telhados verdes ou a reconversão de margens urbanas impermeáveis em faixas

vegetadas. Caracterizam-se por serem multifuncionais, adaptativas e orientadas para o benefício humano, o que as torna particularmente úteis em ambientes urbanos ou em territórios de uso intensivo.

A seguinte tabela resume as principais características destes três conceitos, ajudando a clarificar as suas relações e diferenças:

Tabela 7. Comparaçao entre restauro ecológico, IV e SBN. Fonte: elaboração própria com base en UNEP (2014), Eggermont et al. (2015), Clewell & Aronson (2013)

Critério	Restauro ecológico	Infraestrutura verde	Soluções baseadas na natureza
Objetivo principal	Recuperar ecossistemas	Integrar natureza na infraestrutura	Resolver desafios sociais com a natureza
Ênfase	Ecológica	Territorial e funcional	Social e multifuncional
Escala típica	Local ou de ecossistema	Multiescalar	Variável (local a regional)
Origem disciplinar	Ecologia	Planeamento territorial	Políticas ambientais internacionais
Integração com sociedade	Crescente, mas secundária	Central, espírito multifuncional	Central (benefícios humanos explícitos)
Exemplos típicos	Reflorestação, reconexão de zonas húmidas	Corredores ecológicos, parques de retenção	Telhados verdes, biorretenções, margens permeáveis
Aplicabilidade urbana	Crescente, mas limitada	Alta	Alta

Do ponto de vista da arquitetura paisagista, estas abordagens não devem ser entendidas como categorias estanques, mas como camadas complementares de uma mesma estratégia de intervenção territorial. O restauro ecológico fornece os princípios e metas para reativar processos e habitats degradados; a infraestrutura verde oferece o quadro espacial e operativo para organizar essas intervenções como redes multifuncionais e multiescalares; e as SbN introduzem uma lógica de resolução de desafios sociais concretos com base na natureza, aproximando ecologia e benefícios sociais.

Esta leitura integrada permite conceber intervenções nos sistemas fluviais que são simultaneamente ecológicas, funcionais, acessíveis e socialmente significativas. Por exemplo, o restauro de uma margem ribeirinha pode partir de objetivos ecológicos (como a melhoria da qualidade da água), adotar soluções de infraestrutura verde (como zonas de infiltração conectadas em rede) e, ao mesmo tempo, constituir uma SbN se oferecer proteção contra cheias, conforto térmico ou espaços de lazer para a comunidade.

7.2 Estratégias de infraestrutura verde: da UE à Galiza

Depois de apresentar, no ponto anterior, os fundamentos conceptuais da IV, importa analisar de que forma este conceito foi incorporado nas políticas públicas e nos instrumentos de planeamento em diferentes escalas administrativas. A evolução das estratégias de IV demonstra um percurso que parte da escala europeia, passa pela formulação estatal e encontra, na Galiza, uma tradução específica que tem vindo a orientar projetos municipais como o de Ponteareas, analisado no subcapítulo seguinte. Esta abordagem multiescalar é fundamental, pois garante coerência entre as orientações globais e as práticas locais, assegurando que os princípios de conectividade ecológica, multifuncionalidade e provisão de serviços ecossistémicos se materializam no território.

7.2.1 A Estratégia Europeia de Infraestrutura Verde (2013)

O conceito de infraestrutura verde foi consolidado no espaço europeu com a publicação da Comunicação da Comissão Europeia *Green Infrastructure – Enhancing Europe's Natural Capital* (CE, 2013). Este documento reconhece formalmente a IV como uma rede estrategicamente planeada de áreas naturais e seminaturais, bem como de outros elementos ambientais, concebida para fornecer uma ampla gama de serviços ecossistémicos. A CE sublinha que a IV é um instrumento fundamental para travar a fragmentação dos habitats, reforçar a conectividade ecológica e aumentar a resiliência do território perante os impactos das alterações climáticas.

A estratégia europeia estabeleceu três orientações principais:

1. Integração da IV no ordenamento do território e no planeamento setorial, evitando que a conservação da natureza fosse tratada como uma dimensão isolada.
2. Reconhecimento do capital natural como ativo económico e social, capaz de gerar benefícios para a saúde, a economia e a coesão territorial.
3. Promoção de soluções baseadas na natureza, reduzindo a dependência de infraestruturas cinzentas e de elevada pegada ecológica.

Com esta abordagem, a União Europeia posicionou a infraestrutura verde como um eixo transversal das suas políticas ambientais, territoriais e de coesão, incentivando os Estados-Membros a desenvolver estratégias nacionais e regionais que concretizassem estes princípios.

7.2.2 A Estratégia Estatal de Infraestrutura Verde, Conectividade e Restauro Ecológico (Espanha, 2021)

Em resposta às orientações comunitárias, Espanha aprovou em 2021 a *Estrategia Estatal de Infraestructura Verde, Conectividad y Restauración Ecológica* (EEIVCRE), coordenada pelo *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico* (MITECO, 2021). Este documento tem a sua base jurídica na Lei 42/2007 de Património Natural e Biodiversidade, reformulada pela Lei 33/2015, que estabeleceu a obrigatoriedade de elaborar uma estratégia estatal de IV.

A EEIVCRE define a infraestrutura verde como "uma rede ecologicamente coerente e estrategicamente planeada de espaços naturais e seminaturais, concebida para conservar os ecossistemas e os serviços que estes prestam, incluindo elementos verdes e azuis em áreas terrestres, rurais, urbanas e marinhas" (MITECO, 2021, p. 17). Esta definição retoma a formulação europeia, mas introduz compromissos concretos para o território espanhol, articulados em quatro eixos:

- Identificação e cartografia da IV: produção de mapas estatais que permitam visualizar corredores, áreas núcleo, zonas de amortecimento e áreas de oportunidade.
- Conectividade e restauro: promoção de medidas que evitem a fragmentação e restaurem ecossistemas degradados, garantindo a continuidade funcional entre habitats.
- Integração multiescalar e interadministrativa: assegurar que comunidades autónomas e municípios desenvolvem as suas próprias estratégias coerentes com a estatal.
- Monitorização e avaliação: definir indicadores que permitam medir a provisão de serviços ecossistémicos e o estado da conectividade ecológica.

Um dos aspetos mais relevantes desta estratégia é a sua vocação multiescalar. O documento insiste na necessidade de articular a IV desde a escala europeia até à escala municipal, reconhecendo que os principais desafios ambientais (mudanças climáticas, perda de biodiversidade, fragmentação territorial) só podem ser enfrentados através de uma governação partilhada.

A EEIVCRE estabeleceu compromissos claros nestes três eixos, mas até 2025 a implementação é parcial e desigual. Avanzou-se em projetos piloto de restauro e em

algumas estratégias autonómicas, porém a coordenação multiescalar e a monitorização sistemática ainda estão em fase inicial.

7.2.3 A Estratégia Galega de Infraestrutura Verde (2021)

A análise da biodiversidade galega confirma a pertinência da criação de uma infraestrutura verde que vá além da simples designação de espaços protegidos. Estudos paleoecológicos e biogeográficos demonstram que, ao longo das flutuações climáticas do Quaternário, as penínsulas do sul da Europa, incluindo a ibérica, funcionaram como áreas de refúgio para a flora e a fauna europeia. No espaço atlântico ibérico, estes refúgios estiveram fortemente associados aos vales fluviais de baixa altitude, entre eles o do Minho, que funcionaram (e ainda funcionam) como corredores ecológicos fluviais.

A transformação histórica da paisagem, primeiro com a expansão dos agrossistemas tradicionais e mais recentemente com a sua substituição por agrossistemas intensivos, provocou uma forte fragmentação da conectividade fluvial e terrestre. Muitos corredores fluviais, outrora contínuos, ficaram confinados a zonas marginais sujeitas a inundações periódicas ou a solos hídricos, menos aptos à agricultura. A continuidade ecológica foi quebrada por infraestruturas viárias, urbanizações e pela conversão de áreas de ligação com a montanha em terrenos agrícolas, afetando significativamente a biodiversidade

É neste contexto que a Estrategia Europea de Infraestrutura Verde (2013), a Estratégia Estatal Espanhola (MITECO, 2021) e a Estratexia Galega (Xunta de Galicia, 2021) ganham especial relevância, pois reconhecem a necessidade de reforçar a conectividade dos corredores fluviais com as áreas montanhosas e costeiras, assegurando a provisão de serviços ecossistémicos. A versão galega, em particular, organiza os elementos da IV em sete categorias complementares:

- Áreas núcleo, correspondentes sobretudo a espaços da Rede Natura 2000.
- Corredores ecológicos, essenciais para a continuidade funcional.
- Áreas de amortecimento, que reduzem os impactos de usos intensivos adjacentes.
- Áreas multifuncionais, onde se compatibilizam funções produtivas e ecológicas.
- Áreas pronucleares, não protegidas legalmente, mas de alto valor ecológico, reconhecidas a escala sub-regional e local.
- Elementos urbanos de IV, como parques, jardins e infraestruturas verdes municipais.

- Outros elementos complementares, capazes de reforçar a rede.

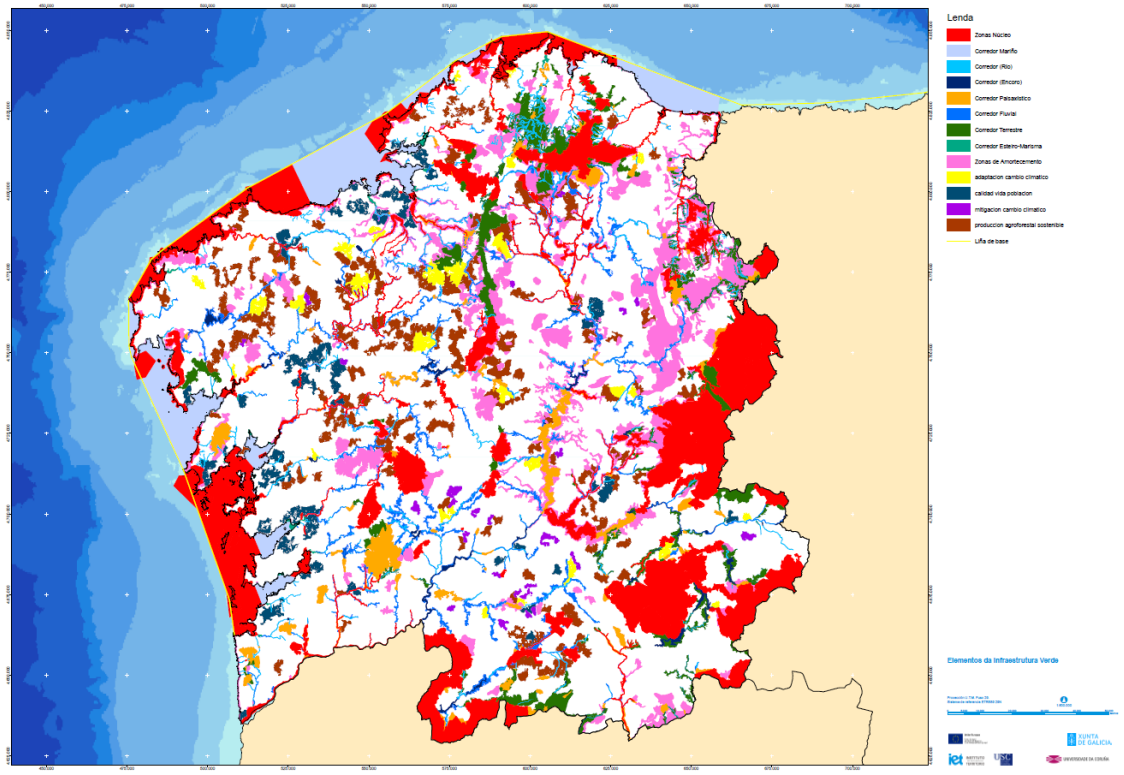


Figura 13. Mapa geral de elementos da IV da Galiza. Fonte: Xunta de Galicia (2021)

Este enquadramento confirma que a infraestrutura verde na Galiza deve ser entendida como uma rede dinâmica e integrada, que vai além da Rede Natura 2000 e responde aos desafios históricos e atuais de fragmentação, assegurando simultaneamente a conservação, o restauro e a provisão de serviços ecossistémicos para a sociedade.

7.2.4 Experiência municipal: o caso de Ponteareas (Galiza)

A transição das estratégias europeias, estatais e autonómicas para a escala municipal encontra em Ponteareas um exemplo particularmente significativo. Localizada no sul da Galiza, esta vila média tornou-se um caso pioneiro na aplicação da infraestrutura verde (IV) ao ordenamento urbano e territorial, articulando preservação ambiental, saúde pública e identidade cultural. A Estratexia e Plan de Acción de Infraestrutura Verde de Ponteareas foi elaborada em 2024 pela Fundação Juana de Vega, sob a coordenação de Pedro Calaza, e representa um dos primeiros exercícios de planeamento municipal em que a IV é tratada como eixo estruturante da política urbana (Concello de Ponteareas e Fundación Juana de Vega, 2024).

Ponteareas situa-se no vale do rio Tea, afluente do Minho com áreas de elevado valor ecológico como a ZEC Río Tea. A vila exerce funções de centralidade numa comarca caracterizada pela dispersão de povoamento, pelo dinamismo agroflorestal e pela proximidade a centros urbanos maiores como Vigo.

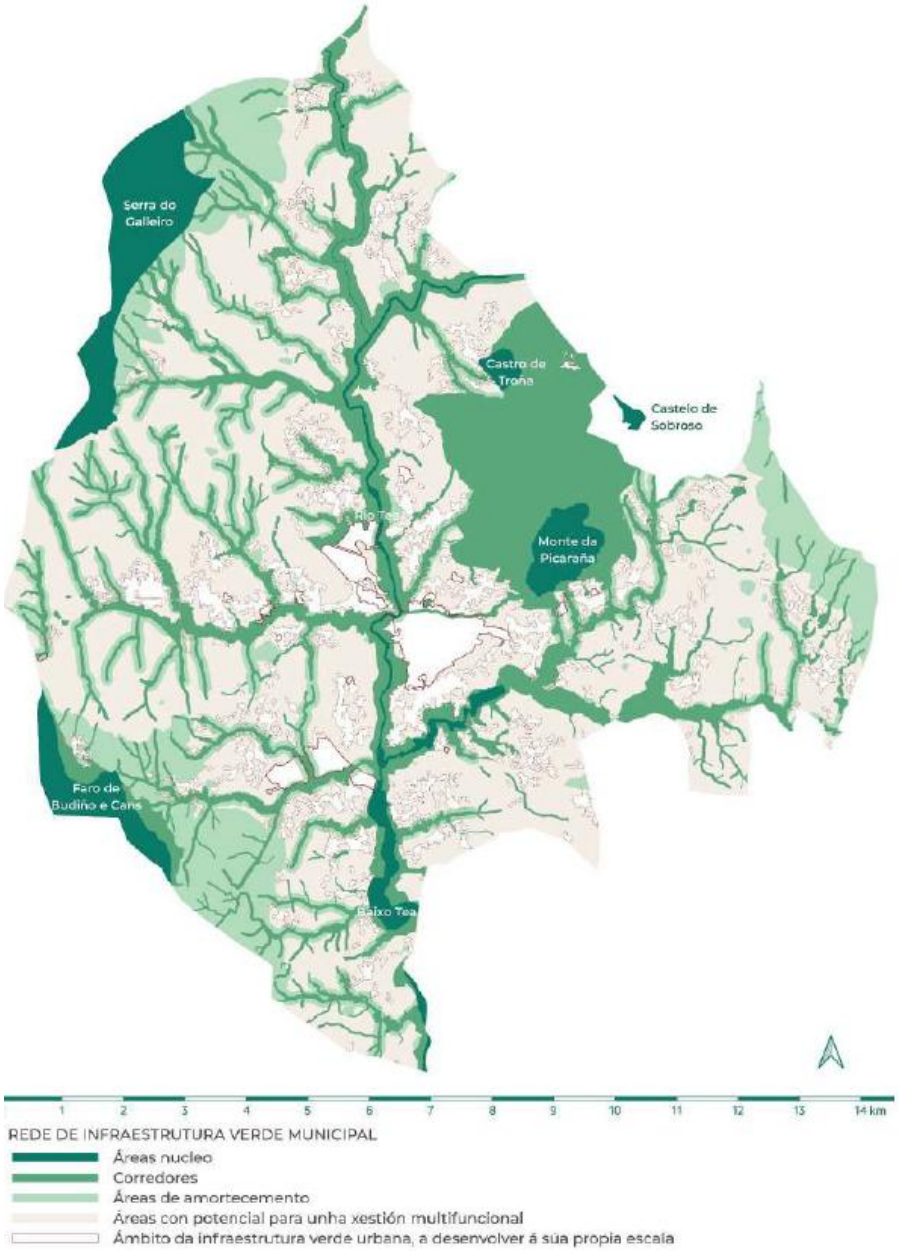


Figura 14. Elementos da rede de infraestrutura verde municipal de Ponteareas. Fonte: Concello de Ponteareas e F. Juana de Vega (2024).

A estratégia municipal parte de uma leitura integrada destes fatores. Tal como destaca Calaza (2019), a infraestrutura verde só pode cumprir o seu papel se for concebida de forma multifuncional, garantindo que cada elemento do território contribua em simultâneo para a biodiversidade, para a saúde pública e para a coesão social.

O plano estrutura-se em fases sucessivas de:

1. Identificação dos elementos da IV (áreas núcleo, corredores, zonas de amortecimento, áreas multifuncionais, áreas pronucleares e elementos urbanos).
2. Análise de pontos de conflito e barreiras, desde infraestruturas lineares até ocupações urbanas que quebram a continuidade ecológica.
3. Cuantificação dos serviços ecossistémicos, evidenciando os benefícios tangíveis que a IV fornece à população, como regulação hídrica, purificação do ar, sequestro de carbono ou oferta de espaços de recreio.

Um dos contributos mais inovadores do plano é a valorização explícita do capital natural como ativo económico e social. A estratégia quantifica os serviços de provisão (água, biomassa, alimentos), de regulação (captura de CO_2, controle de erosão, purificação do ar e da água) e culturais (saúde, lazer, identidade). Este enquadramento permite justificar investimentos públicos na criação e manutenção de espaços verdes e azuis, demonstrando que não se trata de custos, mas de investimentos em resiliência urbana e bem-estar social.

O plano identifica, como áreas núcleo, a ZEC Río Tea e os montes periurbanos, articulando-os através de corredores ecológicos apoiados nos solos rústicos de especial proteção (espazos naturais, águas e paisagem). Reconhece ainda áreas de amortecimento em zonas ribeirinhas sujeitas a riscos de inundação, propondo a sua gestão como parques fluviais multifuncionais.

Um outro aspeto inovador é o reconhecimento das áreas pronucleares, conceito introduzido na Estratexia Galega de IV e operacionalizado em Ponteareas: espaços sem proteção legal formal mas de alto valor ecológico (como mosaicos agroflorestais tradicionais) que funcionam como tampões e extensões da rede principal.

Na escala urbana, a estratégia define uma rede de espaços verdes locais –parques, jardins e eixos pedonais arborizados– concebidos como infraestrutura verde urbana.

A análise territorial evidencia diversos conflitos: descontinuidade provocada por urbanizações dispersas, barreiras estabelecidas por vias de alta capacidade e áreas degradadas por espécies invasoras ou práticas agrícolas intensivas. A estratégia responde propondo soluções baseadas na natureza que conciliem conservação e usos humanos: recuperação de corredores fluviais, introdução de SUDS (Sistemas Urbanos

de Drenagem Sustentável) em áreas urbanas inundáveis, fomento da silvicultura multifuncional e valorização de produtos locais associados a sistemas agroflorestais sustentáveis.

O caso de Ponteareas demonstra como os princípios enunciados nas estratégias europeias, estatais e galegas de infraestrutura verde podem ser concretizados a escala local. A experiência evidencia três aspetos fundamentais:

- A multiescalaridade, ao articular áreas núcleo, corredores e espaços urbanos numa rede coerente.
- A multifuncionalidade, ao compatibilizar biodiversidade, saúde, mobilidade e identidade cultural.
- A integração transversal, ao ligar planeamento urbano, ordenamento territorial, gestão hídrica e políticas sociais.

Com este plano, Ponteareas posiciona-se como referência na Galiza e em Espanha, mostrando que a infraestrutura verde pode ser motor de transformação territorial e social. Para o presente trabalho, constitui um exemplo privilegiado de como os conceitos e estratégias analisados nos pontos anteriores se podem traduzir em propostas concretas, capazes de inspirar outros contextos, incluindo o caso do rio Minho tratado no capítulo seguinte.

7.2.4 Escalas administrativas vs. biofísicas

A análise das estratégias europeia, estatal, autonómica e municipal evidencia que a infraestrutura verde deve ser concebida como uma rede coerente, capaz de articular diferentes níveis de governação e de integrar objetivos ecológicos, sociais e económicos. A transição da escala comunitária para a local demonstra que, embora cada território apresente especificidades próprias, os princípios orientadores permanecem constantes: assegurar conectividade, multifuncionalidade e resiliência climática.

No entanto, importa sublinhar que, quando o foco incide na gestão da água, os limites administrativos perdem relevância. Os rios e os processos hidrológicos atravessam fronteiras políticas sem as reconhecer, o que exige análises baseadas em escalas que traduzam com maior fidelidade o funcionamento do sistema fluvial. Por essa razão, no estudo de caso que se segue, a análise organiza-se segundo escalas biofísicas: bacia, sub-bacia, sistemas de regatos e zonas inundáveis, que refletem com maior precisão o funcionamento do sistema fluvial. A água surge, assim, como fio condutor da

infraestrutura verde, funcionando simultaneamente como elemento estruturante da rede ecológica e como serviço ecossistémico essencial. É neste enquadramento que se torna necessário analisar de forma específica as aplicações da infraestrutura verde na gestão hídrica, evidenciando como as estratégias estudadas se traduzem em soluções operativas para os sistemas fluviais.

Cumpre, contudo, reconhecer o desfasamento entre teoria e prática. Sendo esta uma dissertação académica, adotam-se escalas hidrográficas para compreender processos; porém, do ponto de vista operativo (articulação de competências, licenciamento, contratação pública, programação orçamental, elegibilidade de financiamentos, manutenção e monitorização) as escalas administrativas (regionais e, sobretudo, municipais) tendem a ser mais eficazes. Em síntese, conceber à escala biofísica e implementar à escala administrativa, promovendo cooperação intermunicipal à escala de sub-bacia, constitui um compromisso robusto entre coerência ecológica e viabilidade de execução.

7.3 Aplicações da Infraestrutura Verde na gestão hídrica de paisagens fluviais

A aplicação da IV na gestão hídrica oferece oportunidades concretas para conciliar o restauro ecológico com os usos antrópicos, especialmente em contextos fluviais sujeitos a urbanização, fragmentação e pressão climática. Ao pensar o sistema fluvial como eixo estrutural da paisagem, a IV permite transformar zonas de risco e degradação em sistemas vivos multifuncionais, integrando regulação hídrica, biodiversidade e espaços públicos qualificados.

A gestão de águas pluviais é um dos domínios mais desenvolvidos da IV, particularmente em zonas urbanizadas. Neste contexto, sistemas como valas de infiltração, pavimentos permeáveis, telhados verdes ou jardins de chuva são exemplos típicos de soluções que diminuem o escoamento superficial, aumentam a infiltração e ajudam a evitar inundações (UNEP, 2014). Embora muitas vezes estas medidas sejam agrupadas sob o termo SUDS, a sua integração em corredores fluviais e zonas ribeirinhas exige uma leitura territorial mais ampla, que vá além da escala parcelar.

Em territórios rurais ou periurbanos, as soluções de IV podem incluir a reconversão de valas agrícolas em linhas de água naturalizadas, a criação de bacias de retenção com vegetação palustre, ou a recuperação de planícies de inundação para permitir o alagamento controlado e periódico. Estas medidas não só reduzem o risco de cheia a

jusante como favorecem a recarga de aquíferos, a depuração natural da água e a criação de habitats húmidos valiosos para a biodiversidade.

Para além da regulação hidrológica, a IV tem um papel relevante na estruturação visual e funcional da paisagem. Ao incorporar caminhos pedonais, zonas de estadia, miradouros ou elementos de interpretação ambiental, os corredores verdes fluviais tornam-se espaços vividos que reforçam o vínculo entre a população e o sistema fluvial. A criação de parques de inundação, por exemplo, combina uma função ecológica com uma valência recreativa e simbólica, permitindo que a comunidade experimente a presença da água de forma segura e positiva (Chou, 2016).

Para além das tipologias já mencionadas, a UNEP (2014) sistematiza um conjunto de soluções de infraestrutura verde para a gestão da água, organizadas por função principal (como abastecimento, purificação, controlo de cheias ou mitigação de eventos extremos) e escala territorial. A tabela seguinte resume essas correspondências, ajudando a compreender a versatilidade e adaptabilidade da IV consoante os contextos:

Tabela 8. Solucións de infraestrutura verde para a gestão hídrica. Fonte: UNEP (2014:6)

Water management issue (Primary service to be provided)		Green Infrastructure solution	Location				Corresponding Grey Infrastructure solution (at the primary service level)
			Watershed	Floodplain	Urban	Coastal	
Water supply regulation (incl. drought mitigation)		Re/afforestation and forest conservation	■				Dams and groundwater pumping Water distribution systems
		Reconnecting rivers to floodplains		■			
		Wetlands restoration/conservation	■	■	■		
		Constructing wetlands	■	■	■		
		Water harvesting*	■	■	■		
		Green spaces (bioretention and infiltration)			■		
		Permeable pavements*			■		
Water quality regulation	Water purification	Re/afforestation and forest conservation	■				Water treatment plant
		Riparian buffers		■			
		Reconnecting rivers to floodplains		■			
		Wetlands restoration/conservation	■	■	■		
		Constructing wetlands	■	■	■		
		Green spaces (bioretention and infiltration)			■		
		Permeable pavements*			■		
	Erosion control	Re/afforestation and forest conservation	■				Reinforcement of slopes
		Riparian buffers		■			
		Reconnecting rivers to floodplains		■			
	Biological control	Re/afforestation and forest conservation	■				Water treatment plant
		Riparian buffers		■			
		Reconnecting rivers to floodplains		■			
		Wetlands restoration/conservation	■	■	■		
		Constructing wetlands	■	■	■		
	Water temperature control	Re/afforestation and forest conservation	■				Dams
		Riparian buffers		■			
		Reconnecting rivers to floodplains		■			
		Wetlands restoration/conservation	■	■	■		
		Constructing wetlands	■	■	■		
		Green spaces (shading of water ways)			■		
Moderation of extreme events (floods)	Riverine flood control	Re/afforestation and forest conservation	■				Dams and levees
		Riparian buffers		■			
		Reconnecting rivers to floodplains		■			
		Wetlands restoration/conservation	■	■	■		
		Constructing wetlands	■	■	■		
		Establishing flood bypasses		■			
	Urban stormwater runoff	Green roofs			■		Urban stormwater infrastructure
		Green spaces (bioretention and infiltration)			■		
		Water harvesting*	■	■	■		
		Permeable pavements*			■		
	Coastal flood (storm) control	Protecting/restoring mangroves, coastal marshes and dunes				■	Sea walls
		Protecting/restoring reefs (coral/oyster)				■	

Na sequência desta leitura, importa também compreender as diferenças operacionais entre a infraestrutura verde e a infraestrutura cinzenta. A seguinte tabela baseada no relatório da UNEP (2014), sintetiza essas diferenças, realçando as vantagens ecológicas, económicas e sociais da IV:

Tabela 9. Critérios comparativos entre infraestrutura verde e cinzenta para a gestão hídrica. Fonte: elaboração própria basado em UNEP (2014)

Critério	Infraestrutura Verde	Infraestrutura Cinzenta
Enfoque principal	Trabalhar com os processos naturais	Controlar a água através de infraestruturas artificiais
Flexibilidade	Elevada – soluções adaptáveis e ajustáveis ao longo do tempo	Limitada – soluções fixas e específicas
Escalabilidade	Elevada – aplicável desde o nível local até regional	Reduzida – geralmente grandes estruturas centralizadas
Custo inicial	Moderado a baixo	Frequentemente elevado
Custo ao longo do ciclo de vida	Reduzido – manutenção baseada em processos naturais	Elevado – manutenção mecânica intensiva
Co-benefícios ambientais e sociais	Significativos – biodiversidade, recreação, estética, saúde	Limitados – poucos benefícios adicionais
Resiliência a eventos extremos	Elevada – adaptabilidade a cheias, secas e alterações climáticas	Baixa – vulnerável a sobrecargas e falhas
Energia necessária	Mínima ou inexistente	Frequentemente intensiva em energia
Reversibilidade	Reversível – menor impacto paisagístico permanente	Pouco reversível – alterações físicas duradouras

Esta comparação, adaptada da tabela elaborada pela UNEP (2014), evidencia as vantagens operacionais e estratégicas da infraestrutura verde face às abordagens convencionais. A IV destaca-se não apenas pela sua menor dependência de recursos energéticos e custos de manutenção, mas sobretudo pela sua capacidade de gerar múltiplos benefícios simultâneos, combinando funções ecológicas, estéticas e sociais. Para a arquitetura paisagista, esta versatilidade representa uma oportunidade para propor intervenções sensíveis ao contexto que dialogam com o caráter da paisagem fluvial, reforçam a resiliência territorial e favorecem o envolvimento comunitário.

7.4 Ferramentas operacionais para integrar IV e SbN em estratégias de restauro multiescalar

A integração da infraestrutura verde (IV) e das soluções baseadas na natureza (SbN) começa no nível territorial, por meio de um planeamento estratégico multiescalar e intersetorial. Diferentemente das abordagens setoriais clássicas, esta visão integrada do território considera desde os padrões de uso do solo e urbanização até o regime hidrológico e os fluxos ecológicos em escala de bacia. Ferramentas como planos diretores de infraestrutura verde, mapas de conectividade ecológica e zoneamento de risco de cheia permitem identificar onde e como intervir de forma estratégica. Por exemplo, esses instrumentos ajudam a priorizar áreas críticas para retenção de água, reconexão de habitats ou proteção contra cheias, garantindo que as intervenções de

restauro fluvial se alinhem às dinâmicas ecológicas e urbanas de larga escala (Comissão Europeia, 2013).

Em nível local, na escala de projeto do rio ou trecho fluvial específico, entram em jogo ferramentas técnicas que avaliam cenários e orientam as escolhas de desenho. Modelos hidrológicos e de dinâmica fluvial, por exemplo, possibilitam simular diferentes cenários de cheia ou de renaturalização do leito, quantificando os impactos de cada intervenção proposta. Da mesma forma, indicadores de desempenho ambiental (como porcentagem de solo permeável, volume de retenção pluvial, índices de fragmentação de habitats ou qualidade paisagística) servem para comparar alternativas de projeto e prever benefícios. Esses sistemas de apoio à decisão permitem medir impactos e ajustar o desenho antes da implementação, além de criarem uma base para monitorar a eficácia das intervenções ao longo do tempo.

Além das ferramentas físicas e analíticas, a participação da comunidade e dos atores locais é fundamental em todas as etapas do restauro fluvial. Embora a dimensão social não corresponda a uma escala geográfica específica, ela é transversal e precisa ser considerada para o sucesso a longo prazo. Escolher soluções baseadas na natureza envolve valores culturais e preferências sociais: por exemplo, quais espaços ribeirinhos podem ser destinados à inundação temporária, ou que tipos de vegetação são mais aceites e valorizados pela população local. Métodos participativos como oficinas de co-criação, mapeamento participativo (incluindo mapeamento afetivo de perceções do lugar) e entrevistas com atores-chave permitem integrar o conhecimento local no processo de planeamento. Ao incorporar os usos, memórias e aspirações da comunidade, essas ferramentas geram maior legitimidade e apropriação dos projetos de IV e SbN, facilitando sua implementação e manutenção (Frantzeskaki et al., 2019).

A operacionalização da IV e das SbN também depende de diretrizes e incentivos provenientes de escalas superiores. Nos últimos anos, têm surgido políticas públicas, normas e linhas de financiamento que apoiam explicitamente projetos de infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza. Exemplos disso são a Estratégia Europeia de Biodiversidade 2030 e o Pacto Ecológico Europeu, que estabelecem metas de restauro ecológico e disponibilizam fundos dedicados para intervenções em zonas ribeirinhas e urbanas. Iniciativas como a “EU Mission: Adaptation to Climate Change” da Comissão Europeia também fomentam projetos-piloto regionais e municipais que utilizem soluções naturais para aumentar a resiliência climática. Este enquadramento institucional multiescalar garante que os projetos locais de restauro fluvial com SbN disponham de

apoio legal e financeiro, alinhando-se a estratégias mais amplas de conservação e adaptação.

Além disso, em contextos onde existam usos produtivos ou novas edificações previstas, como infraestruturas públicas ou equipamentos privados, estas podem representar oportunidades de financiamento e sinergias, desde que integradas de forma sensível. A incorporação de telhados verdes, SUDS ou zonas de infiltração não apenas mitiga os impactos, como contribui para a funcionalidade do sistema fluvial e pode reduzir os custos públicos de manutenção e adaptação. Dessa forma, o que inicialmente se apresenta como conflito pode tornar-se vetor positivo de transformação ecológica e territorial.

Por fim, uma ferramenta transversal a todas as escalas é o acompanhamento dos resultados ao longo do tempo. A definição de sistemas de indicadores claros – cobrindo desde parâmetros hidrológicos até indicadores de biodiversidade e uso social – permite avaliar periodicamente o desempenho das intervenções de IV e SBN. Essa monitorização contínua, prevista já na fase de planeamento, possibilita ajustes adaptativos e demonstra os benefícios alcançados. Esses resultados servem de base para justificar a manutenção dos projetos existentes e a expansão de estratégias semelhantes em outros locais.

Em suma, a arquitetura paisagista, com sua capacidade de articular múltiplas escalas, disciplinas e linguagens de projeto, encontra na ótica da infraestrutura verde e nas SBN um leque versátil de ferramentas para reimaginar a relação entre água e território.

8. Caso de estudo: A paisagem fluvial do Minho ao seu passo por Tomiño (Galiza, Espanha). Proposta multiescalar

A aplicação prática dos conceitos desenvolvidos nos capítulos anteriores concretiza-se no presente capítulo, dedicado ao estudo de caso da paisagem fluvial do rio Minho ao seu passo por Tomiño. Esta área foi selecionada não apenas pelo seu valor ecológico intrínseco, mas também pelo facto de condensar de forma paradigmática os desafios contemporâneos abordados ao longo do trabalho: a interação entre processos hidrológicos, pressões antrópicas e dinâmicas paisagísticas em territórios de elevada vulnerabilidade climática.

O Baixo Minho constitui um território de fronteira entre Galiza e Portugal, com uma longa tradição agrícola e florestal, onde a fertilidade das várzeas se combina com uma crescente pressão urbanística e infraestrutural. A coexistência de valores naturais reconhecidos internacionalmente (como as áreas da Rede Natura 2000, as zonas húmidas inventariadas e os habitats ripários) com a presença de novos projetos estruturais (via de alta capacidade (VAC), polígono agroindustrial transfronteiriço e polígono agroflorestal de Os Panascos) converte Tomiño num lugar emblemático para analisar a tensão entre conservação e desenvolvimento. Neste sentido, o estudo de caso oferece um terreno fértil para explorar a hipótese central da dissertação: os grandes projetos de transformação territorial podem ser interpretados não apenas como ameaças, mas também como oportunidades para repensar a infraestrutura verde e projetar paisagens mais resilientes.

A abordagem metodológica baseia-se na análise multiescalar, estruturando o território em três níveis principais:

- A escala L (1:50.000), correspondente à sub-bacia do rio Miño X, que fornece o diagnóstico ecológico e paisagístico;
- A escala M (1:20.000), centrada na sub-bacia dos regatos Medos–Bravos–Fábrica, onde se concentra visão territorial da proposta e a identificação dos corredores ecológicos principais;
- A escala S (1:5.000), focada na zona inundável do sistema de regatos, área de maior vulnerabilidade, onde se testam as propostas de restauro e integração com os novos projetos.

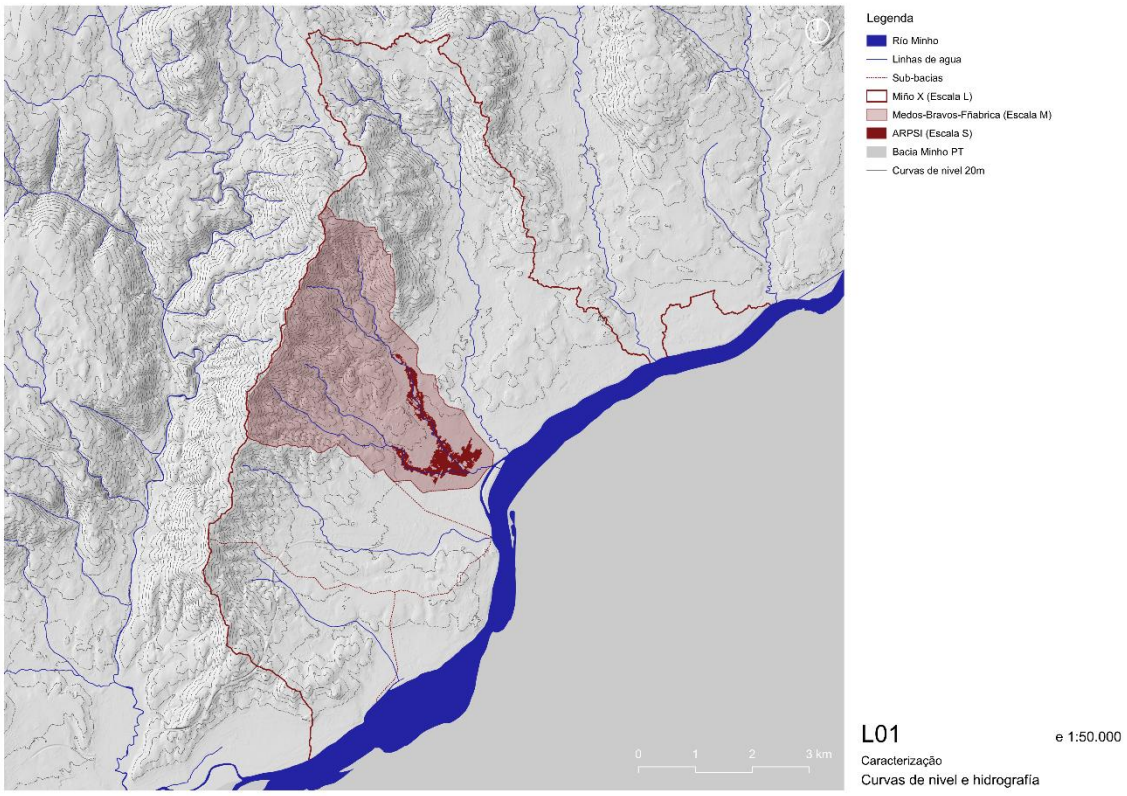


Figura 15. Mapa L01-Curvas de nivel, hidrografia e escalas de trabalho. Fonte: elaboração própria

Em cada escala, a cartografia elaborada através de SIG, fotointerpretação e análise documental serve como suporte fundamental para compreender a evolução histórica, identificar pressões e conflitos e propor medidas adaptativas. A análise não se limita a descrever impactos, mas procura valorizar o carácter da paisagem e orientar as propostas para a criação de uma rede de infraestrutura verde multifuncional, em linha com as orientações europeias sobre restauro ecológico e soluções baseadas na natureza (Comissão Europeia, 2020; UNEP 2014).

Assim, o Capítulo 8 organiza-se em três momentos principais: a caracterização do território (8.1), o diagnóstico dos desafios ecológicos e paisagísticos (8.2), e a proposta multiescalar de intervenção (8.3). Esta estrutura garante a continuidade com o marco teórico e permite demonstrar, de forma aplicada e cartograficamente fundamentada, como o planeamento paisagístico pode converter a vulnerabilidade em oportunidade e projetar o equilíbrio entre produção, conservação e resiliência.

8.1 Caracterização territorial e hidrológica

A caracterização constitui a primeira etapa da análise do caso de estudo, com o objetivo de descrever de forma objetiva os principais elementos biofísicos, hidrológicos e

territoriais que estruturam a paisagem fluvial de Tomiño. Tal como se destacou nos capítulos teóricos, compreender o estado ecológico de um rio e os processos que o conduziram até à situação atual é indispensável antes de propor medidas de restauro ou soluções baseadas na natureza.

O enfoque adotado combina três fontes principais de informação: (i) dados oficiais do Plano Hidrológico da Demarcação Miño-Sil 2022–2027 e respetivos anexos, que fornecem a base normativa e cartográfica sobre massas de água, pressões e riscos; (ii) análise em SIG e fotointerpretação de ortofotos históricas e atuais, permitindo avaliar a evolução dos usos do solo e da vegetação ripária; e (iii) revisão de projetos e atuações previstas na área de trabalho.

A caracterização organiza-se de acordo com a lógica multiescalar definida no início do capítulo. Em primeiro lugar, a modo de contexto, descreve-se a bacia do Minho (XXL) e o sistema do Minho Baixo XL), como enquadramento territorial amplo. Em seguida aprofunda-se coas escalas L, M e S.

Este percurso permite articular informação descritiva com leitura territorial, preparando o terreno para a fase seguinte de diagnóstico.

8.1.1 Contexto: a bacia do Minho e o Minho Baixo (Escala XXL e XL)

A bacia hidrográfica do rio Minho constitui um dos sistemas fluviais mais relevantes da Península Ibérica. Com uma superfície total de cerca de 17.080 km², ocupa a faixa noroeste da Galiza e prolonga-se até ao Atlântico, abrangendo ainda parte do território do norte de Portugal.

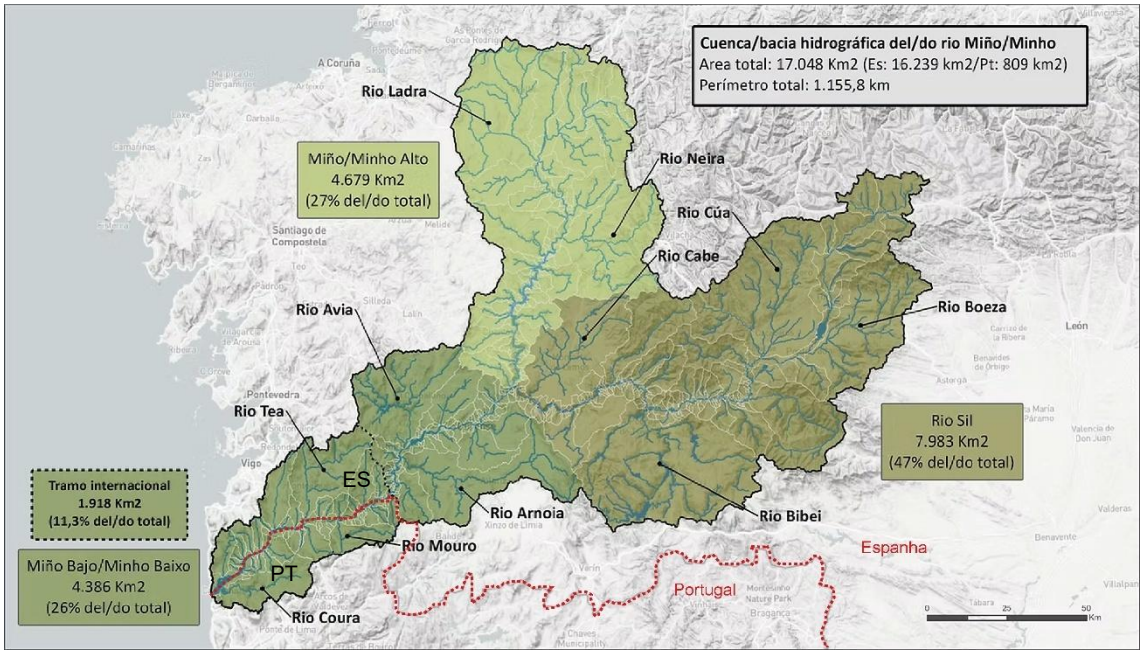


Figura 16. Bacia do rio Minho. Fonte: Plataforma Ecológica do rio Minho (2018)

O rio nasce no Pedregal de Irimia, a 695 metros de altitude, na Serra de Meira (província de Lugo), e percorre 318 km até desaguar entre A Guarda e Caminha, formando um estuário de grande valor ecológico e socioeconómico.

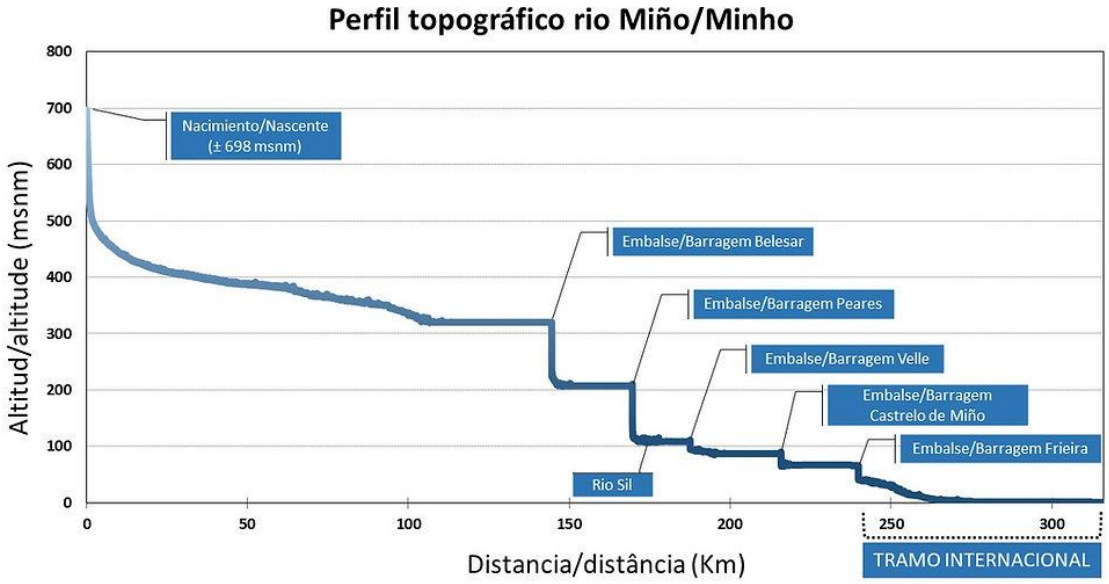


Figura 17.Perfil topográfico do rio Minho. Fonte: Plataforma Ecológica do rio Minho (2018)

No quadro da Diretiva-Quadro da Água (DQA 2000/60/CE), a demarcação hidrográfica é a unidade administrativa de referência para a gestão e o planeamento dos recursos hídricos, organizada à escala da bacia[2]. Cada demarcação estrutura os ciclos sexenais de planeamento e os seus instrumentos (Plano Hidrológico da Demarcação e Programa de Medidas) que definem objetivos ambientais, diagnósticos e intervenções prioritárias. No caso espanhol, o Minho integra a Demarcação Hidrográfica do Minho-Sil, que, por razões operativas de diagnóstico e gestão, se subdivide em unidades ou secções funcionais. A demarcação é gerida pela Confederação Hidrográfica do Minho-Sil (CHMS).

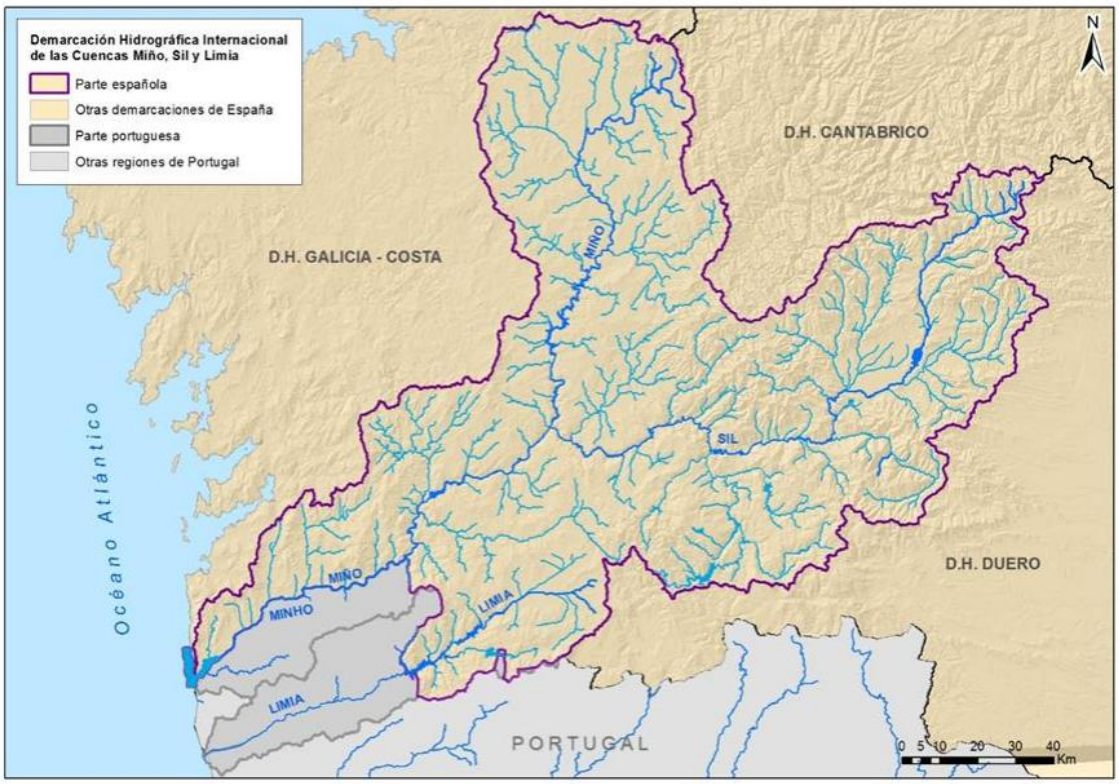


Figura 18. Demarcação Hidrográfica Miño-Sil. Fonte: CHMS (2023)

A Demarcação Hidrográfica do Minho-Sil apresenta uma grande diversidade paisagística, organizada em diferentes unidades com características físicas, ecológicas e socioeconómicas próprias. Nas zonas de montanha, como o maciço galaico ou as serras orientais, predominam relevos abruptos e uma ocupação humana escassa, marcada por atividades agropecuárias de subsistência e por um contínuo despovoamento. Em contraste, as áreas de média montanha, amplamente distribuídas

[2] Em Portugal, o equivalente de "demarcação" é a Região Hidrográfica, e a autoridade é a APA/ARH Norte para Minho e Lima.

pelas províncias de Lugo e Ourense, apresentam altitudes médias de 500 metros e uma economia centrada na agricultura tradicional e na pecuária, ainda que as plantações de cultivos lenhosos estejam a ganhar importância.

Outras unidades relevantes são a Terra Chá e a meseta lucense, com mosaicos de minifúndio e forte presença de bosques autóctones, e sobretudo as grandes vegas aluviais do Minho e do Sil, que constituem as maiores áreas de regadio do norte da Península Ibérica. Estes solos férteis, intensamente parcelados e antropizados, sustentam uma agricultura intensiva suportada por uma rede de canais de irrigação bem estruturada. Junto à costa, destacam-se as áreas associadas à foz do Minho, com paisagens de dunas, tómbolos e rias, fortemente pressionadas pela proximidade de centros urbanos como Vigo.

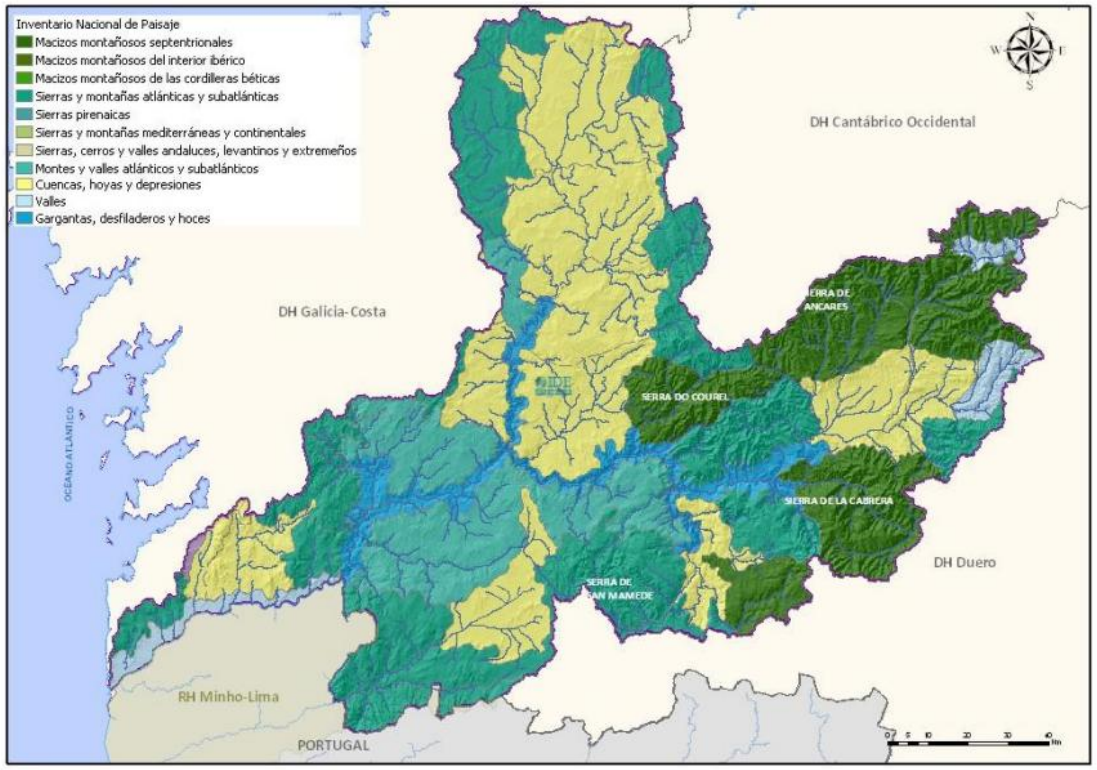


Figura 19. Unidades de paisagem da DHMS. Fonte: CHMS (2023)

No interior desta diversidade, o Minho Baixo adquire uma importância singular: representa a secção terminal do rio, na fronteira entre Portugal e Galiza, onde as dinâmicas fluviais, agrícolas, industriais e urbanas se sobrepõem e interagem, configurando um território de elevada complexidade ecológica e social.

O clima da bacia é marcado pela influência atlântica, com precipitação média anual superior a 1.200 mm, embora com fortes contrastes espaciais: mais elevada nas serras orientais e mais moderada na faixa litoral. A sazonalidade é também pronunciada, com invernos húmidos e verões relativamente secos, o que se traduz em flutuações de caudais e pressões acrescidas sobre os aquíferos.

A vulnerabilidade climática é uma dimensão crítica do Minho Baixo. O Plano de Gestão do Risco de Inundação (PGRI 2022–2027) identifica várias Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI), refletindo a exposição do território a cheias fluviais e pluviais. Em contrapartida, o Plano Especial de Sequia (PES) destaca a sensibilidade a períodos de escassez, confirmando que o sistema enfrenta riscos opostos de seca e cheia.

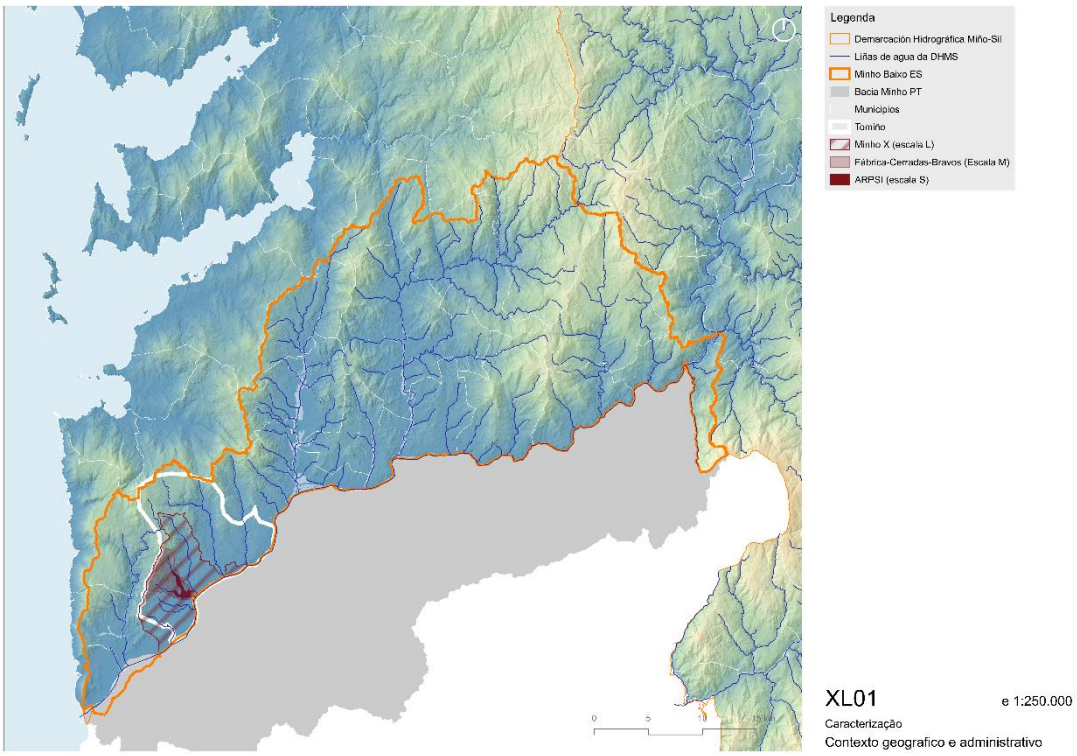


Figura 20. Contexto geográfico e administrativo. Fonte: elaboração própria.

Do ponto de vista geológico, o Minho Baixo integra-se no Maciço Galaico-Português, dominado por formações graníticas e xistosas. A erosão diferencial destas rochas gerou vales encaixados na parte superior e planícies aluviais férteis no tramo inferior. Os solos aluviais, de natureza sedimentar, apresentam elevada permeabilidade e fertilidade, o que explica a intensa ocupação agrícola.

O sistema hidrográfico apresenta padrão dendrítico, com diversos afluentes de relevo no tramo baixo: o Tea, o Louro e o Coura, além de uma rede de regatos que estruturam pequenas sub-bacias locais, como a estudada neste trabalho. Estes cursos contribuem significativamente para a recarga hídrica e desempenham funções ecológicas essenciais.

No entanto, parte destas massas de água encontra-se em estado ecológico insatisfatório, com classificações de “moderado” ou “mau” em parâmetros biológicos e hidromorfológicos, ainda que o estado químico seja em muitos casos “bom”. Os principais fatores de risco são a poluição difusa agrícola, as descargas urbanas e a fragmentação fluvial associada a barragens.

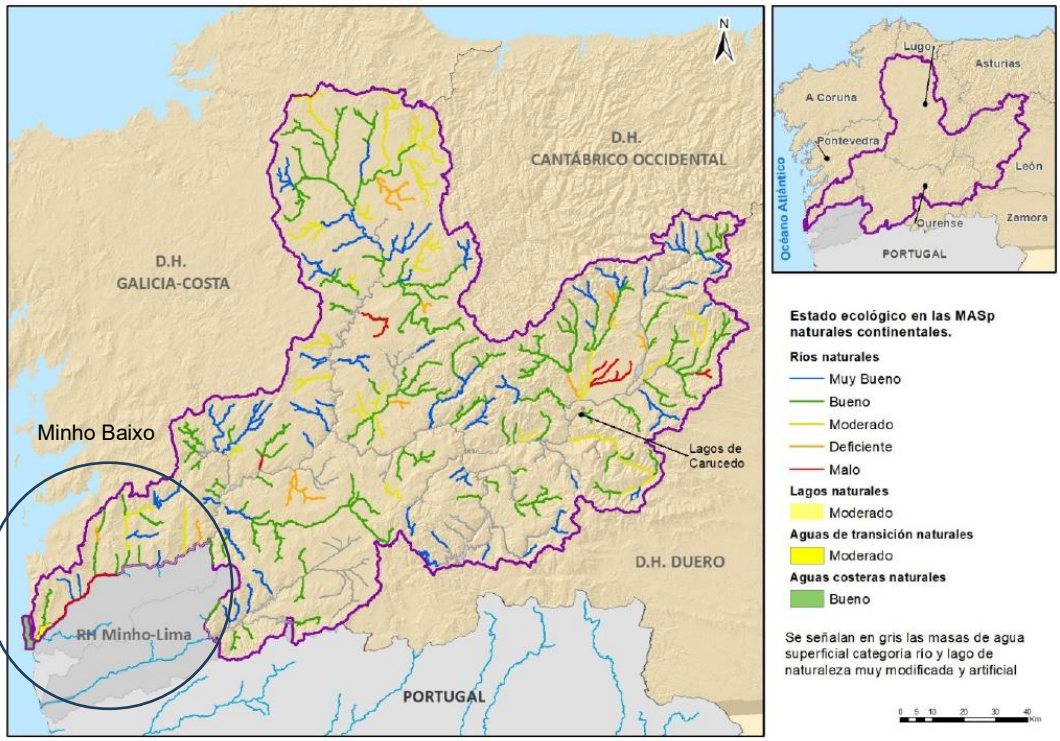


Figura 21. Mapa do estado ecológico das massas de água superficiais naturais. Fonte: CHMS (2023)

Porém, o Minho Baixo integra habitats de interesse comunitário, como florestas ripárias de amieiro (*Alnus glutinosa*) e salgueiro (*Salix spp.*), turfeiras e zonas húmidas associadas à planície de inundação. Estas áreas sustentam elevada biodiversidade, incluindo espécies piscícolas endémicas da Península Ibérica e aves migratórias de importância internacional.

A região integra várias áreas da Rede Natura 2000 (ZEC e ZPE), espaços naturais protegidos e zonas de proteção de espécies ameaçadas. O estuário do Minho é um dos

principais pontos de invernada para aves aquáticas no noroeste ibérico, reforçando a sua relevância ecológica.

Figura 22. Estuário do Minho, uma das zonas húmidas máis importantes da Península Ibérica. Fonte: Concello da Guarda

Apesar deste elevado valor ecológico, o território encontra-se sujeito a múltiplas pressões resultantes da sua intensa ocupação humana. A agricultura hortícola e ornamental ocupa grande parte da planície aluvial, exigindo elevada extração de água e utilização de fertilizantes. A presença de manchas florestais de eucalipto e piñeiro en monocultura nas zonas mais altas, com elevada extensão e pouca gestão, contribui para alterar o regime hidrológico e aumentar o risco de incêndio.

As infraestruturas viárias e urbanas fragmentam a paisagem e impermeabilizam os solos. As descargas urbanas, industriais não IED[3] e a poluição difusa agrícola estão entre as principais causas de degradação da qualidade da água. O Plano Hidrológico Miño-Sil 2022–2027 assinala ainda a presença de espécies invasoras como acácias (*Acacia dealbata*) e erva-das-pampas (*Cortaderia selloana*), que ameaçam os ecossistemas ripários.

[3] No âmbito do Plano Hidrológico do Minho-Sil, a sigla IED refere-se a *Indústrias com Estação de Depuração própria e Vertido Direto* ao domínio hídrico, enquanto as não IED correspondem às descargas industriais canalizadas para a rede de saneamento urbano e tratadas conjuntamente nas estações municipais de depuração.

Para além da dimensão ambiental, a bacia do Minho possui grande valor cultural e identitário. O rio é conhecido como “pai dos rios galegos” e ocupa lugar central na memória coletiva das populações ribeirinhas, que historicamente dependiam dele para pesca, rega e transporte. Hoje, o rio é também um eixo de identidade transfronteiriça, articulando redes sociais, económicas e culturais entre as localidades galegas e portuguesas.

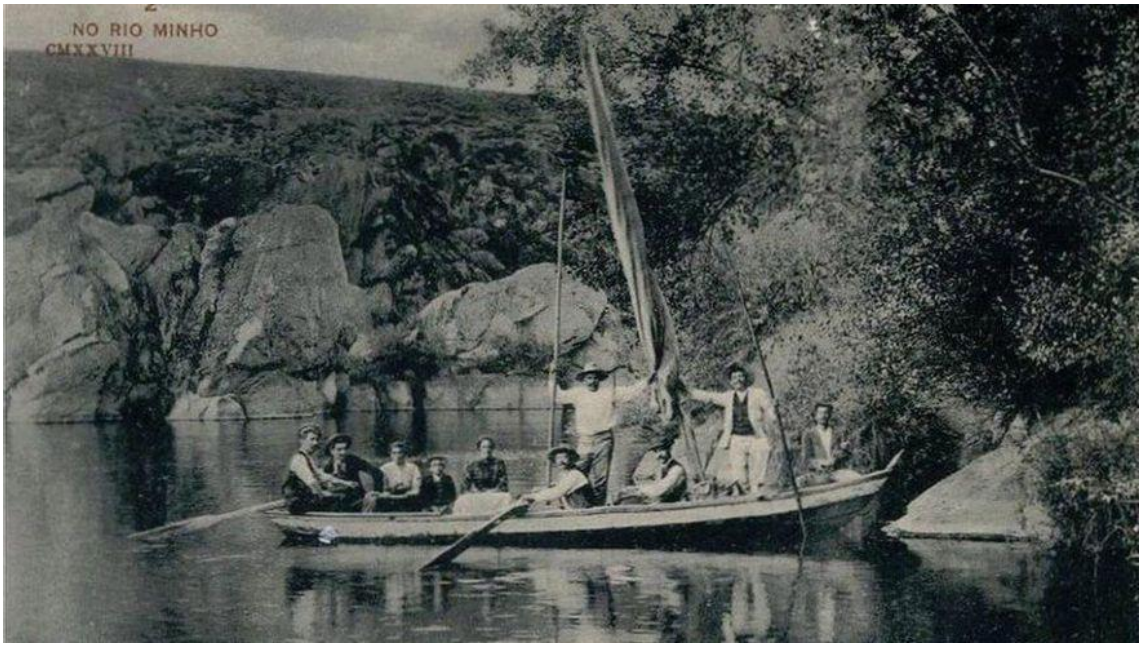


Figura 23. Barca cruzando o Minho desde Salvaterra a Monção em 1928. Fonte: DP (2015)

O Minho Baixo deve ser entendido como um território de elevado valor ecológico e paisagístico, mas sujeito a pressões intensas e riscos crescentes. A fertilidade dos solos e a disponibilidade de água favoreceram o desenvolvimento agrícola e urbano, mas comprometeram o estado ecológico de várias massas de água. Em paralelo, a presença de múltiplas figuras de proteção revela a contradição entre conservação e pressão.

8.1.2 Sub-bacia Río Minho X (Escala L)

A sub-bacia “Río Miño X”, correspondente à massa de água superficial ES503MAT000250, constitui a unidade territorial de referência para a análise multiescalar. Trata-se de um troço fluvial natural, pertencente à categoria *rio*, inserido no sistema de exploração do Minho Baixo (explicada anteriormente), com uma extensão de 12,59 km e uma superfície de bacia intermédia de 101,68 km². Situada no tramo internacional do Minho, entre Salvaterra–Monção e a foz em A Guarda–Caminha, este corpo hídrico sintetiza as principais dinâmicas ecológicas, sociais e económicas do Minho Baixo.

O seguinte mapa delimita espacialmente a massa Miño X no contexto da demarcação hidrográfica Miño-Sil. Observa-se a sua posição estratégica como corredor fluvial transfronteiriço e receptor de fluxos provenientes de várias sub-bacias tributárias. Esta localização reforça a importância do Miño X como eixo vertebrador de processos de conectividade ecológica, ao mesmo tempo que concentra os impactos acumulados a montante.

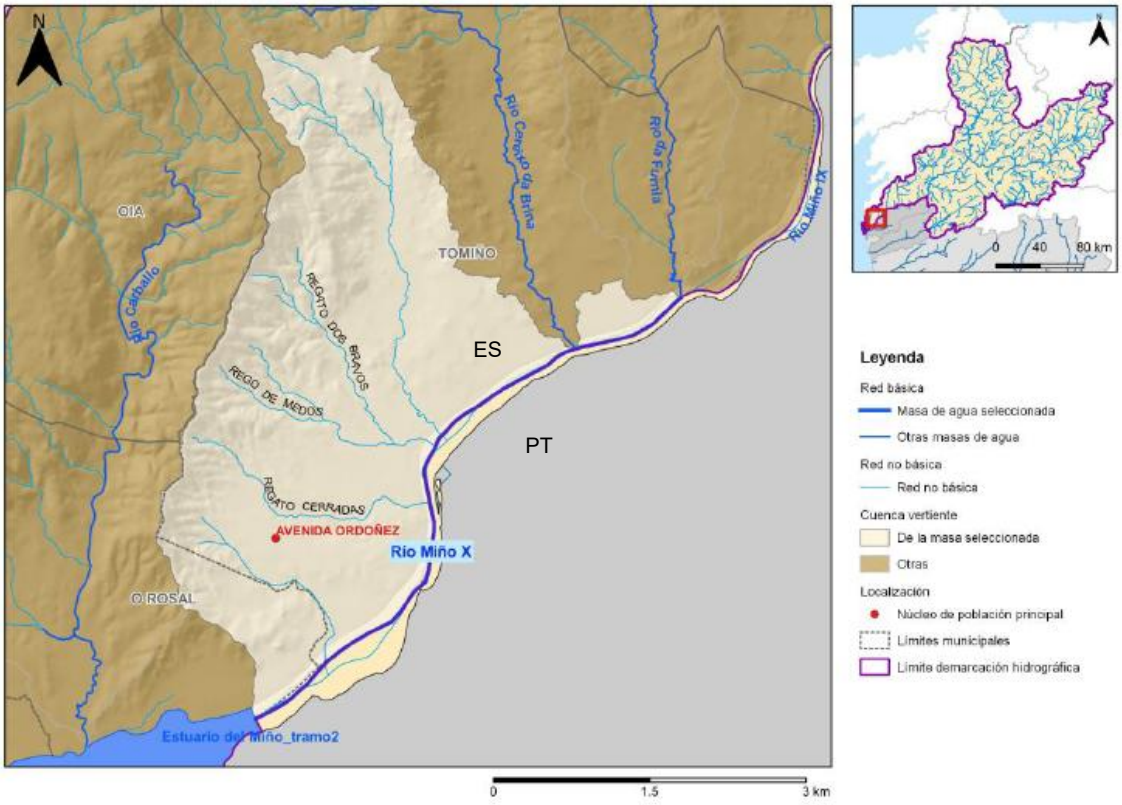


Figura 24. Sub-bacia rio Minho X. Fonte: CHMS (2023)

Para compreender plenamente o funcionamento hidrológico do sistema, é necessário considerar não apenas a massa superficial, mas também a sua relação direta com a massa subterrânea associada. O aquífero aluvial do Baixo Minho I estende-se ao longo da planície fluvial, atuando como reservatório estratégico de água e estabelecendo intercâmbios constantes com o rio.

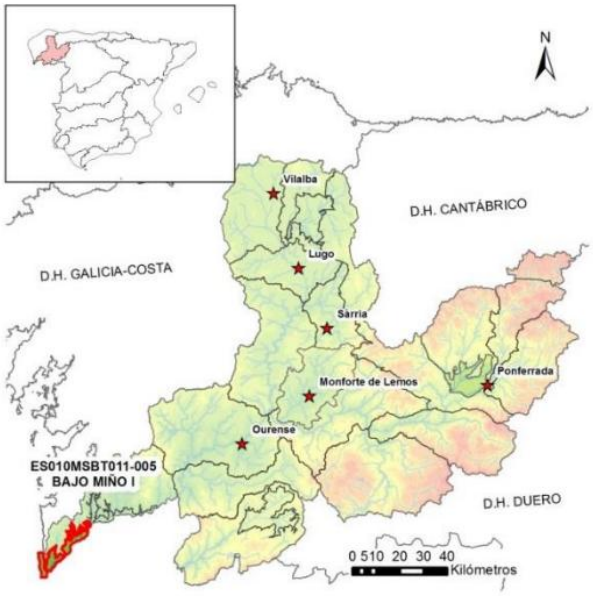


Figura 20. Masa subterránea de Aluvial del Bajo Miño I.

Figura 25. Massa subterránea de aluvial do Baixo Minho I. Fonte: CHMS (2023)

Esta articulação entre águas superficiais e subterrâneas só pode ser entendida à luz da base geológica. O mapa L02 Geologia evidencia a coexistência de formações cristalinas antigas (granitos e xistos), que predominam nas encostas e serras marginais, e de depósitos aluviais recentes, que ocupam a planície fluvial. Esta dualidade litológica é determinante para a dinâmica hidrogeológica: enquanto os granitos e xistos apresentam baixa permeabilidade, os depósitos arenosos e cascalhentos favorecem a infiltração e a circulação subterrânea. É precisamente nestes depósitos que se desenvolve o aquífero aluvial associado de forma direta à massa superficial Miño X.

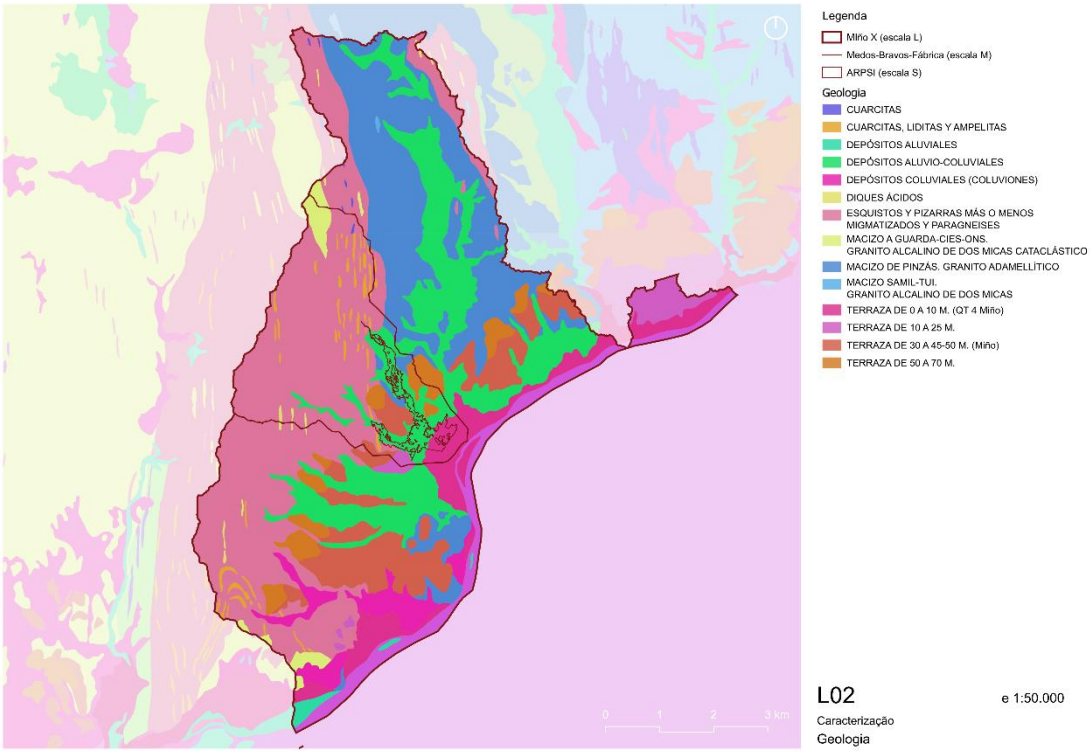


Figura 26. Mapa L01-Geologia. Fonte: elaboração própria

O regime hidrológico é pluvial-oceânico, com abundância de caudais no inverno e acentuada redução no verão. Esta sazonalidade é agravada pelas captações agrícolas e urbanas, o que introduz forte pressão sobre a disponibilidade hídrica. O Miño X percorre um vale amplo, dominado por altitudes inferiores a 50 m, onde se desenvolve uma vasta várzea[4]. Esta planície aluvial funciona historicamente como espaço agrícola de alta produtividade, mas também como área de risco, sujeita a cheias periódicas com períodos de retorno de 10, 100 e 500 anos. A cartografia confirma que os usos agrícolas intensivos coincidem com as zonas inundáveis, expondo agricultores e infraestruturas a episódios de cheia que, longe de serem excecionais, fazem parte da própria dinâmica natural do rio. O mapa seguinte sintetiza estas condições, representando a sobreposição entre a geologia da várzea e os diferentes graus de risco de inundação e encharcamento identificados na área de estudo.

[4] Ver Figura **¡Error! Solo el documento principal.**. Mapa L01-Curvas de nivel, hidrografia e escalas de trabalho.

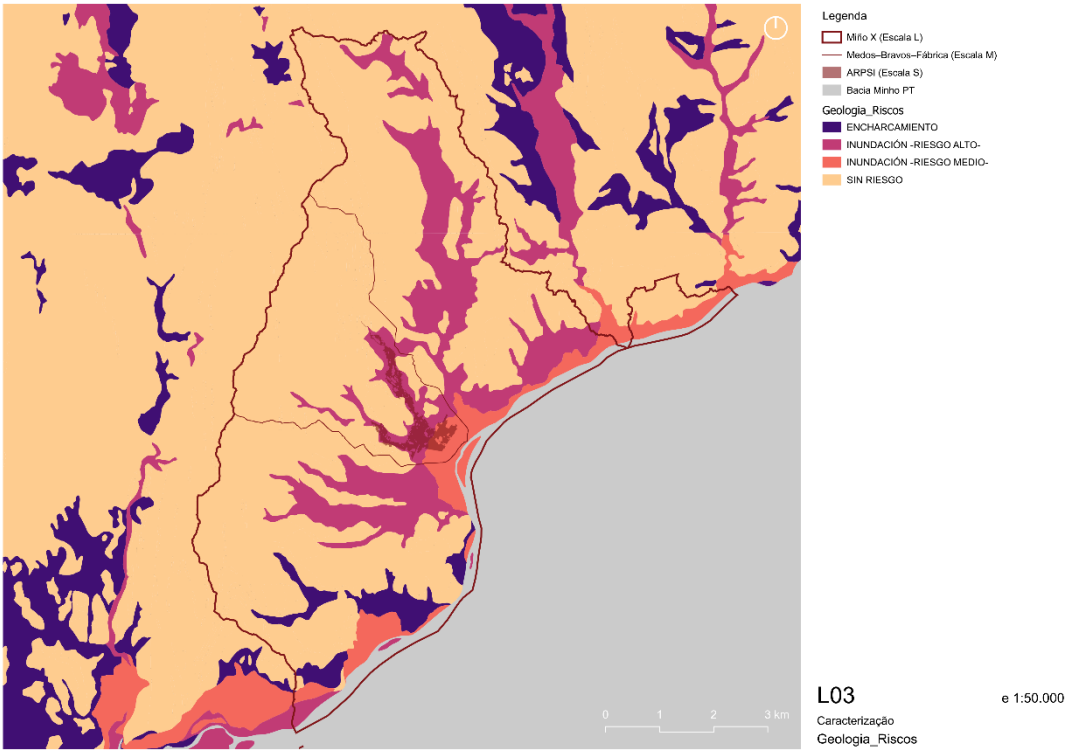


Figura 27. Mapa L03-Geologia e riscos. Fonte: elaboração própria

Em continuidade com a leitura de riscos, o Mapa L04 Permeabilidade complementa a análise, evidenciando o contraste entre as encostas de baixa infiltração e os depósitos aluviais de elevada porosidade. Esta diferenciação explica por que o aquífero do Baixo Minho se recarrega sobretudo através das várzeas e, simultaneamente, a sua fragilidade: a presença de cultivos intensivos em solos muito permeáveis aumenta o risco de lixiviação de nitratos e pesticidas para as águas subterrâneas.

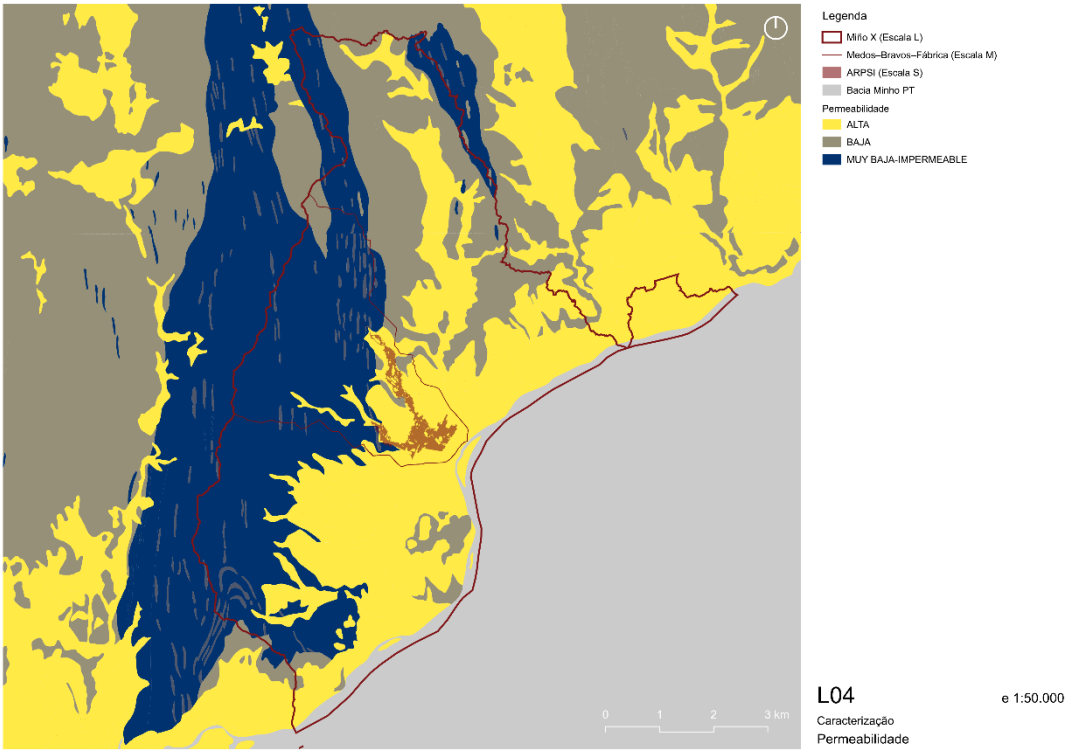


Figura 28. Mapa L04-Permeabilidade. Fonte: elaboração própria.

Por sua vez, **o** Mapa L05 Declives reforça a leitura morfológica. Na planície aluvial dominam declives suaves (<5%), compatíveis com a horticultura doméstica e a produção ornamental. Em contraste, as encostas que enquadram a várzea apresentam faixas extensas com declives acentuados (≥10–20% e, em vários setores, >20%), onde se implantam os cultivos de kiwi e vinha. Nestas condições, a erosão por escorrência superficial e o arraste dla anteriore sedimentos intensificam-se quando não existe cobertura permanente do solo, o que sublinha a necessidade de práticas como coberto interlinha, faixas tampão e manejo em contorno.

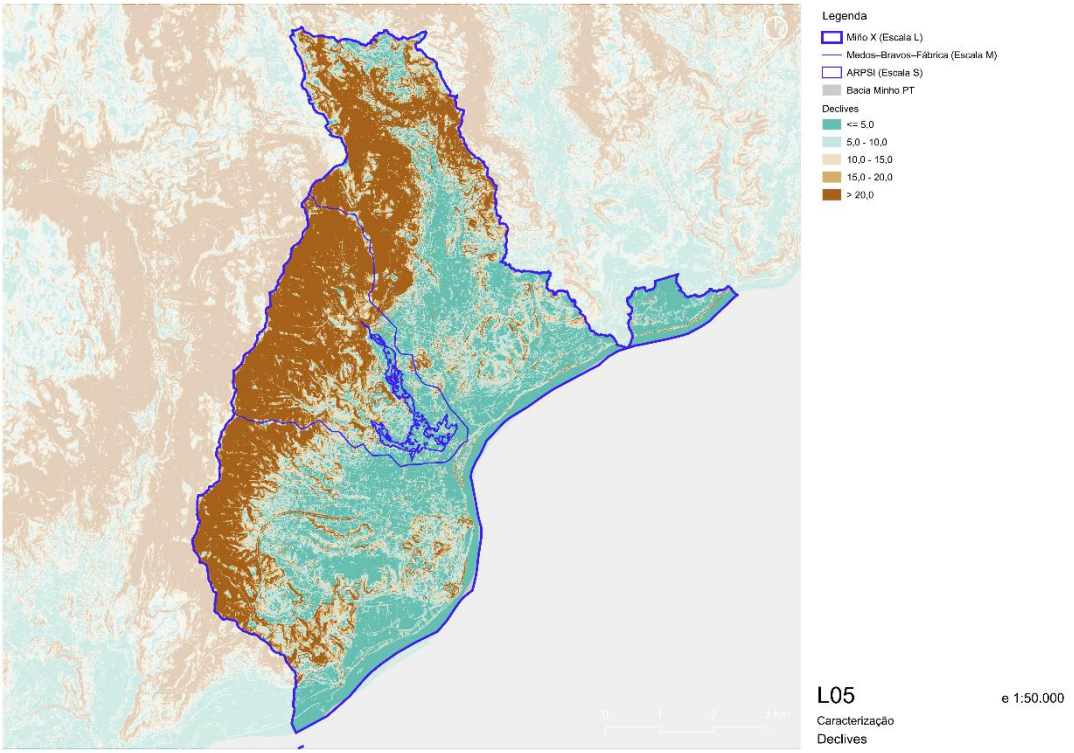


Figura 29. Mapa L05. Declives. Fonte: elaboração própria

Esta vulnerabilidade física reforça a importância dos elementos de vegetação natural, capazes de estabilizar margens, proteger o solo e manter a qualidade da água. O Mapa L09 acrescenta precisamente esta dimensão ecológica, evidenciando as áreas protegidas e os habitats de interesse comunitário que estruturam a sub-bacia.

Parte do curso do Miño X se encontra protegido através da ZEC Baixo Minho (ES1140017) e da ZPE Estuário do Minho (ES0000018). Estes espaços asseguram a conservação de sapais, zonas húmidas e ecossistemas ripários de interesse comunitário. Este mapa também identifica habitats de interesse comunitário de acordo com o Atlas de Habitats Naturais e Seminaturais de Espanha (2006), cartografia oficial elaborada a uma escala de 1:50.000.

Importa salientar que estes dados têm quase vinte anos e derivam sobretudo de fotointerpretação, pelo que devem ser lidos com cautela. A ocupação agrícola e florestal da sub-bacia sofreu transformações significativas nas últimas décadas (expansão de kiwi, vinha, plantações de eucalipto, viveiros ornamentais), e alguns destes habitats podem encontrar-se atualmente muito fragmentados ou mesmo substituídos. Ainda

assim, a cartografia constitui uma referência útil para identificar as espécies autóctones e características dos diferentes habitats (isto é, aquelas que estruturam os ecossistemas em condições naturais) e pode servir tanto de guia para ações de restauro ecológico ativo, como de base de comparação em avaliações que recorram a técnicas passivas de regeneração.

Os hábitats ripários são os de maior valor ecológico. Destacam-se as alisedas (código 91E0*), bosques húmidos dominados pelo amieiro (*Alnus glutinosa*), acompanhados por freixos (*Fraxinus excelsior*), salgueiros (*Salix atrocinerea*, *S. alba*) e, por vezes, choupos (*Populus nigra*). O sub-bosque integra espécies como o sabugueiro (*Sambucus nigra*) e o loureiro (*Laurus nobilis*), enquanto nas margens aparecem plantas aquáticas como *Sparganium erectum*, *Carex lusitanica* e *Oenanthe crocata*. Estes bosques aluviais desempenham funções críticas: regulam o sombreamento e a temperatura da água, estabilizam margens, favorecem a infiltração e albergam elevada biodiversidade.

Nas zonas húmidas associadas às várzeas aparecem ainda juncais e prados húmidos, onde se encontram espécies como *Juncus acutiflorus*, *Juncus effusus*, ranúnculos (*Ranunculus repens*), bem como gramíneas de prados mesófilos como *Festuca* e *Lolium perenne*. Estes ambientes favorecem anfíbios, insetos polinizadores e aves aquáticas.

Em contraste, nas encostas secas e ácidas predominam os brezais atlânticos (4030), dominados por urzes (*Erica cinerea*, *E. umbellata*) e tojos (*Ulex europaeus*, *Ulex minor*), frequentemente acompanhados por xestas (*Cytisus striatus*, *Pterospartum tridentatum*). Estes matos oferecem refúgio para fauna e desempenham papel importante no controlo da erosão em solos pobres. Em zonas rochosas ou de solo delgado instalam-se também céspedes crasifólios (8230), com plantas pequenas e resistentes como *Sedum acre*, *Aira praecox* e outras espécies efémeras adaptadas a ciclos curtos de humidade.

Este mosaico de habitats —bosques ripários, prados húmidos, brezais e céspedes rupestres— confirma a diversidade ecológica da várzea e das encostas do Baixo Minho. A coexistência de ambientes húmidos e secos num território reduzido assegura uma elevada riqueza florística e estrutural, mas também revela grande vulnerabilidade face à mudanças nos usos do solo.

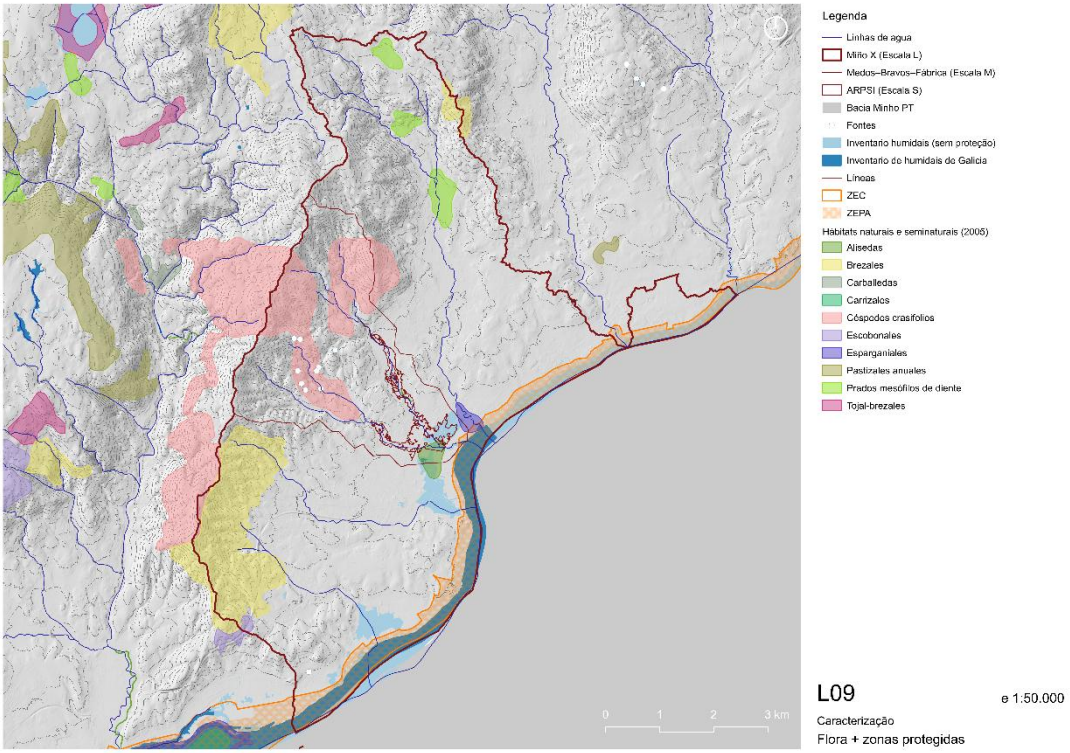


Figura 30. Mapa L09-Flora e zonas protegidas. Fonte: elaboração própria.

Tabela 10. Espécies principais na área de estudo. Fonte: elaboração própria baseada no Atlas de Habitats Naturais e Seminaturiais de Espanha (2006)

Legenda L09	Código Directiva	Espécies principais	Função ecológica
Alisedas	91E0*	*Alnus glutinosa, Fraxinus excelsior, Salix spp., Populus nigra*	Bosques ripários, sombreamento, estabilização de margens, biodiversidade aquática
Brezales	4030	*Erica cinerea, Erica umbellata, Ulex europaeus, Ulex minor*	Matos ácidos, refúgio para fauna, controlo de erosão em solos pobres
Carballizais	9230	*Quercus robur, Castanea sativa*	Bosques autóctones, regulação climática, conservação de solos férteis
Céspedes crasifolios	8230	*Sedum acre, Aira praecox, pequenas gramíneas efémeras*	Vegetação rupícola, fixação de solos delgados, diversidade florística
Escobonales	4090	*Cytisus striatus, Pterospartum tridentatum, Genista spp.*	Matorral denso, proteção do solo, habitat para polinizadores

Esparganiales	3150/3260	*Sparganium erectum, Carex lusitanica, Oenanthe crocata*	Vegetação aquática higrófila, depuração natural da água, habitat para anfíbios
Pastizales anuales	8230 (var.)	*Aira praecox, pequenas gramíneas de ciclo curto*	Pastagens efémeras, elevada diversidade de plantas anuais
Prados mesófilos de diente	6510	*Festuca spp., Lolium perenne, Trifolium repens*	Prados tradicionais, alto valor forrageiro, habitat para polinizadores
Tojo-brezales	4030/4090 (mosaico)	*Ulex europaeus, Ulex minor, Erica cinerea, Erica umbellata*	Mosaico de urzes e tojos, heterogeneidade estrutural, refúgio para fauna

Esta realidade territorial confirma igualmente o diagnóstico da Estratexia Galega de Infraestrutura Verde e da Conectividade e Restauración Ecolóxicas (Xunta de Galicia, 2021). A cartografia oficial reconhece que, para além das áreas núcleo legalmente protegidas, a sub-bacia do Minho X inclui amplos trechos de corredores fluviais sem figura jurídica de proteção, que assumem a condição de áreas pronucleares. No caso concreto da sub-bacia, estas áreas correspondem sobretudo às zonas inundáveis associadas aos regatos tributários e às suas desembocaduras, que desempenham um papel essencial no bom funcionamento do sistema fluvial oferecendo espaço para a expansão natural das cheias e favorecendo a recarga dos aquíferos. Embora careçam de estatuto legal como as áreas núcleo (dentro da rede Natura 2000), a sua preservação e restauro são determinantes para manter a dinâmica hidrológica e a resiliência ambiental do vale.

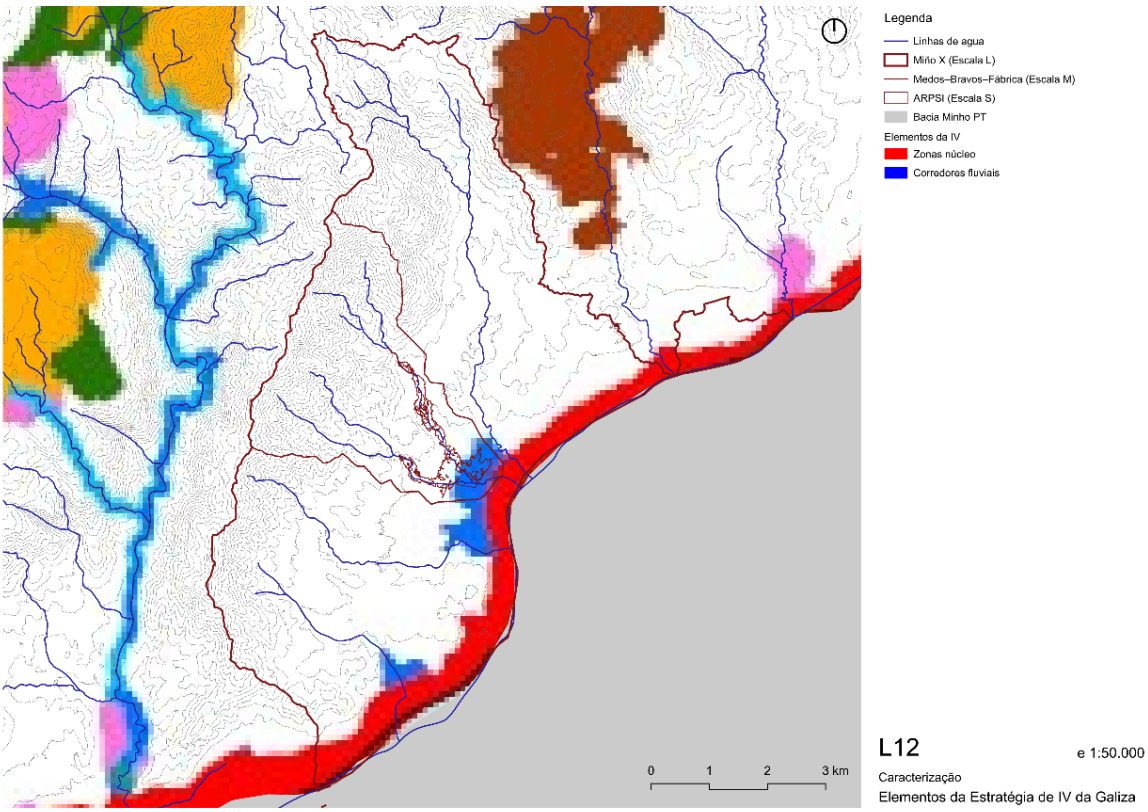


Figura 31. Mapa L12 Elementos da IV de Galicia. Fonte: elaboração própria

Este quadro de valores ecológicos e de conectividade contrasta, no entanto, com as pressões antrópicas identificadas no território. O Plano Hidrológico Miño-Sil 2022–2027 reconhece várias pressões significativas na sub-bacia:

- Descargas urbanas provenientes de estações de tratamento de águas residuais e aliviadouros.
- Descargas industriais não IED (atividades produtivas de pequena e média escala).
- Extração agrícola para rega, especialmente nos meses de estiagem, que pressiona o aquífero aluvial Baixo Minho I.
- Alterações hidromorfológicas (azudes, modificação de margens).

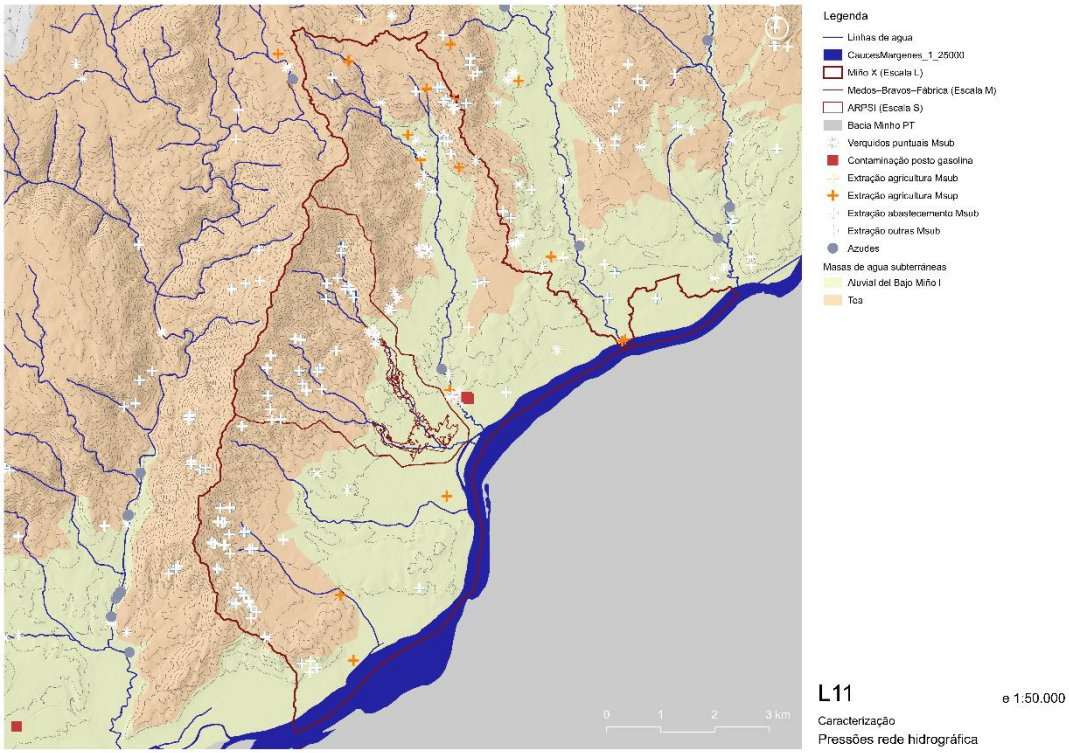


Figura 32. Mapa L11. Pressoes na rede hidrogáfica. Fonte: elaboração própria

Estas pressões estão intimamente ligadas ao modelo de ocupação do território. O mapa de usos do solo (2017) mostra como a urbanização difusa, a intensificação agrícola e a expansão dos viveiros ornamentais transformaram profundamente a matriz paisaxística, incrementando a impermeabilização dos solos e ocupando áreas suscetíveis a inundações.

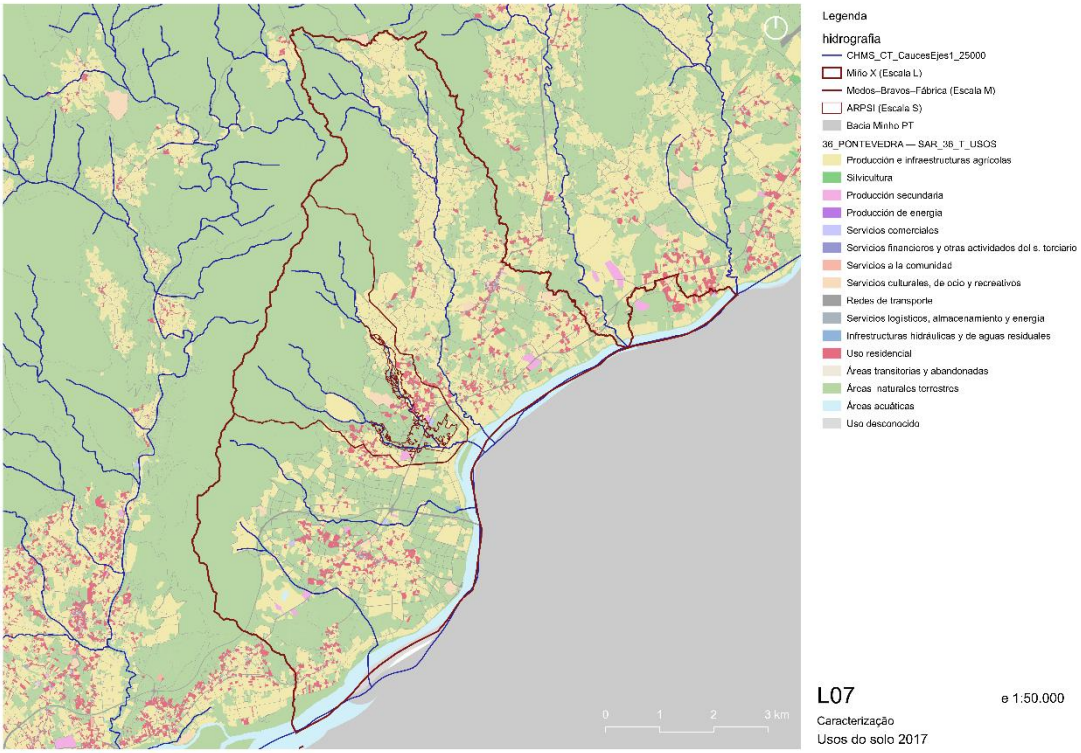


Figura 33. Mapa L07-Usos do solo. Fonte: elaboração própria

O diagnóstico oficial classifica o estado global da massa como “pior que bom”, devido ao estado ecológico mau, embora o estado químico seja bom. Os indicadores detalham esta discrepância:

- Elementos biológicos: Mau. O índice de macroinvertebrados bentónicos (IBMWP 2020 = 13) apresenta uma brecha de 127,8, valor muito inferior ao mínimo necessário para classificar o estado como bom.
- Elementos fisicoquímicos gerais: Muito bom.
- Contaminantes preferenciais: Bom.
- Elementos hidromorfológicos: Moderado.

Estes resultados evidenciam que a principal degradação se encontra na comunidade biológica e nos atributos hidromorfológicos, em coerência com as pressões previamente identificadas: poluição difusa agrícola, descargas urbanas e industriais, alterações hidromorfológicas e ocupação intensiva da várzea. A massa é assim classificada como de risco alto, agravado pela dispersão residencial e pela proximidade de projetos industriais e viários em tramitação.

Segundo o Anejo 8 de Objetivos Ambientais, a meta estabelecida é alcançar o bom estado ecológico até 2027 e manter o estado químico bom. Contudo, o prazo ordinário foi prorrogado ao abrigo do art. 4.4 da Diretiva Quadro da Água, reconhecendo a dificuldade de cumprir o objetivo no horizonte imediato.

A análise da sub-bacia "Río Miño X" revela, portanto, um paradoxo estrutural: trata-se de um troço fluvial natural, com múltiplas figuras de proteção e elevado valor ecológico, mas em mau estado ecológico e risco alto. Esta contradição manifesta-se em diferentes planos:

• Do ponto de vista ecológico, pela perda de biodiversidade aquática e fragmentação dos habitats ripários.

• No plano territorial, pela pressão agrícola, urbana e industrial que compromete a qualidade da água e a integridade da planície aluvial.

• No plano paisagístico, pela homogeneização agrícola, pela dispersão residencial e pela fragmentação que reduzem a perceção de continuidade e a identidade do território.

8.1.3 O sistema dos regatos dos Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)

Dando continuidade à análise multiescalar, a escala intermédia (M) centra-se no sistema hidrográfico formado pelos regatos dos Medos e dos Bravos, que se unem para dar lugar ao Regato da Fábrica no seu troço final antes da foz no Minho. Este sistema constitui uma unidade territorial diretamente relacionada com a sub-bacia "Río Miño X" e com a ARPSI considerada na escala S.

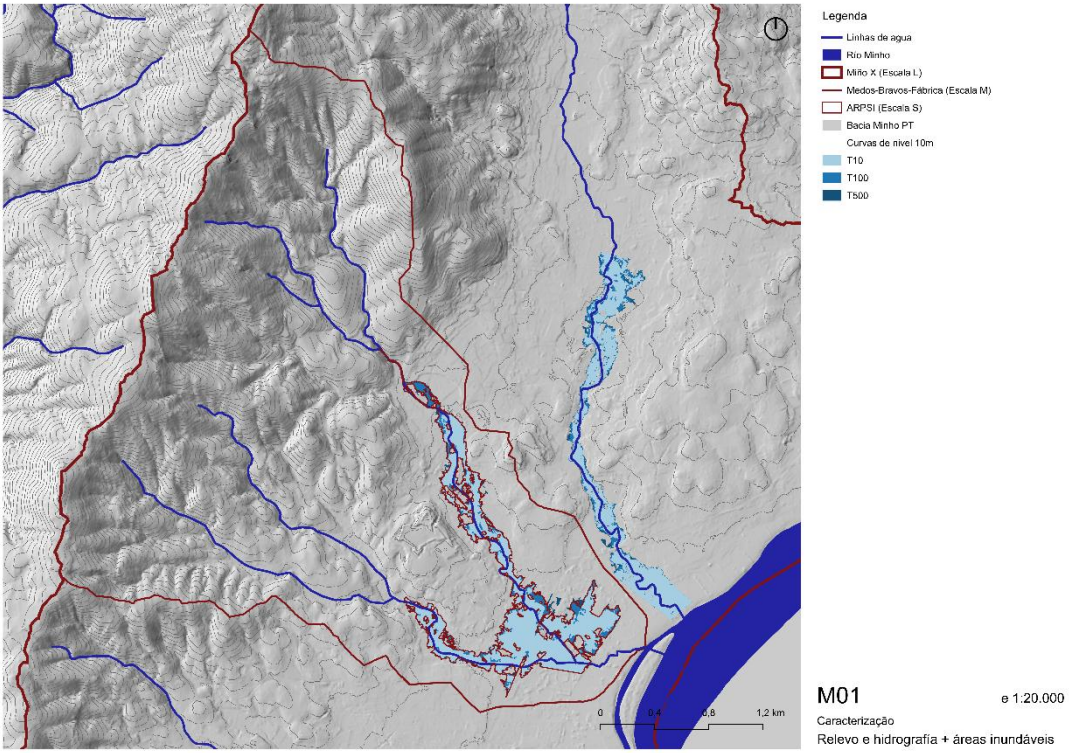


Figura 34. Mapa M01-Relevo e hidrografia. Fonte: elaboração própria.

Os regatos têm origem em áreas de encosta ocupadas por viticultura e plantações florestais, percorrem vales de baixa altitude e convergem em várzeas aluviais férteis antes de desaguar no Minho. A sua morfologia natural apresenta alterações localizadas por retificações e ocupações marginais, mas conserva em alguns trechos características de cursos de água de regime pluvial-oceânico: caudais abundantes no inverno, que ocasionam cheias rápidas, e redução acentuada no verão. Grande parte do sistema encontra-se incluída nas Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI) do PGRI 2022–2027, confirmando a vulnerabilidade do território a episódios de cheia.

Figura 35. Charcas temporárias na beira da PO552, futura VAC. Fonte: elaboração própria.

A análise comparada das ortofotografias de 1956 (Mapa M04, voo americano), 2000 (Mapa M03, ortofoto SIGPAC) e 2023 (Mapa M02, PNOA)[5] permite observar com detalhe a evolução recente da sub-bacia dos regatos Medos–Bravos–Fábrica, com especial incidência na zona inundável correspondente à escala S. A leitura diacrónica destas imagens constitui uma ferramenta fundamental para compreender as transformações do uso do solo, da estrutura do mosaico paisagístico e, sobretudo, da dinâmica da vegetação ripária, que desempenha um papel central na regulação ecológica da várzea.

No ano de 1956, a fotografia aérea evidencia uma paisagem fortemente marcada pelo aproveitamento agrícola tradicional. A várzea encontrava-se quase na sua totalidade ocupada por usos agrários, com um mosaico denso de pequenas leiras, prados e cultivos temporários. A agricultura estendia-se literalmente até à margem dos regatos, o que se traduzia numa quase completa ausência de corredores ripários contínuos. A vegetação de galeria estava reduzida a faixas muito estreitas e descontínuas, e em muitos pontos era inexistente. A pressão antrópica era, portanto, direta e intensa, pois as margens eram sistematicamente incorporadas no sistema produtivo. A cobertura

[5] No anexo é possível ver todas as fotos na mesma imagem para uma melhor comparação.

arbórea apresentava-se fragmentada e pouco representativa, com a exceção de alguns núcleos dispersos em zonas mais húmidas ou menos acessíveis. Esta situação ilustra bem como o modelo agrário tradicional, baseado na maximização do solo cultivável, implicava a degradação ecológica dos sistemas ribeirinhos, apesar de se tratar de práticas de pequena escala.

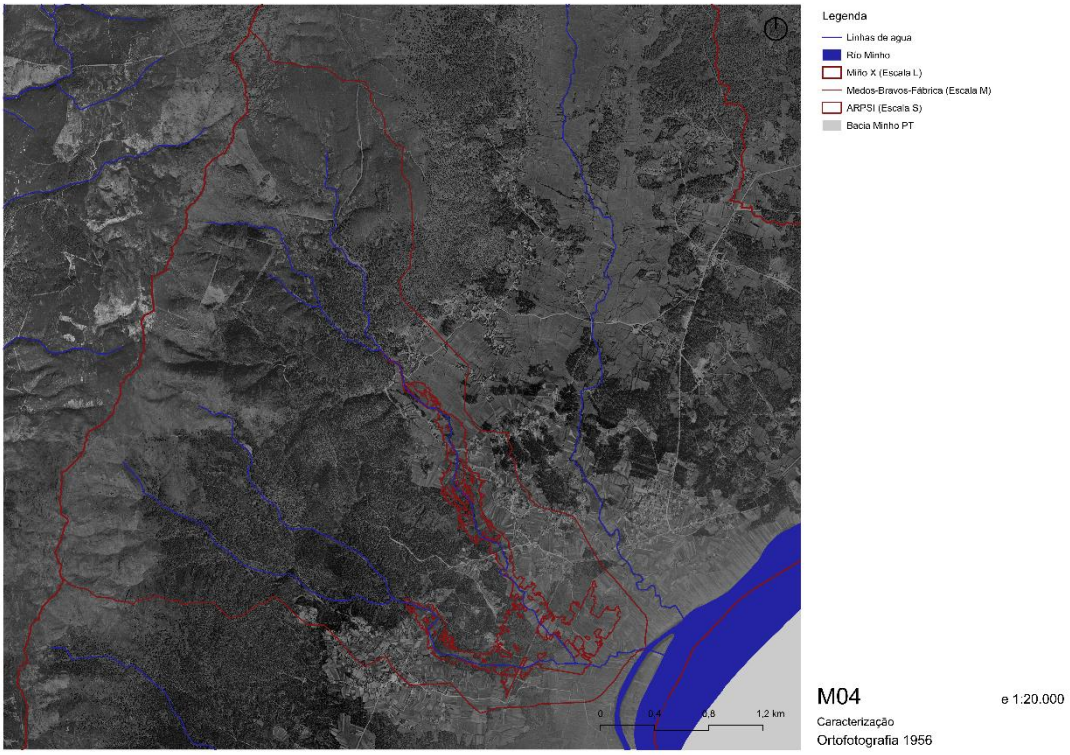
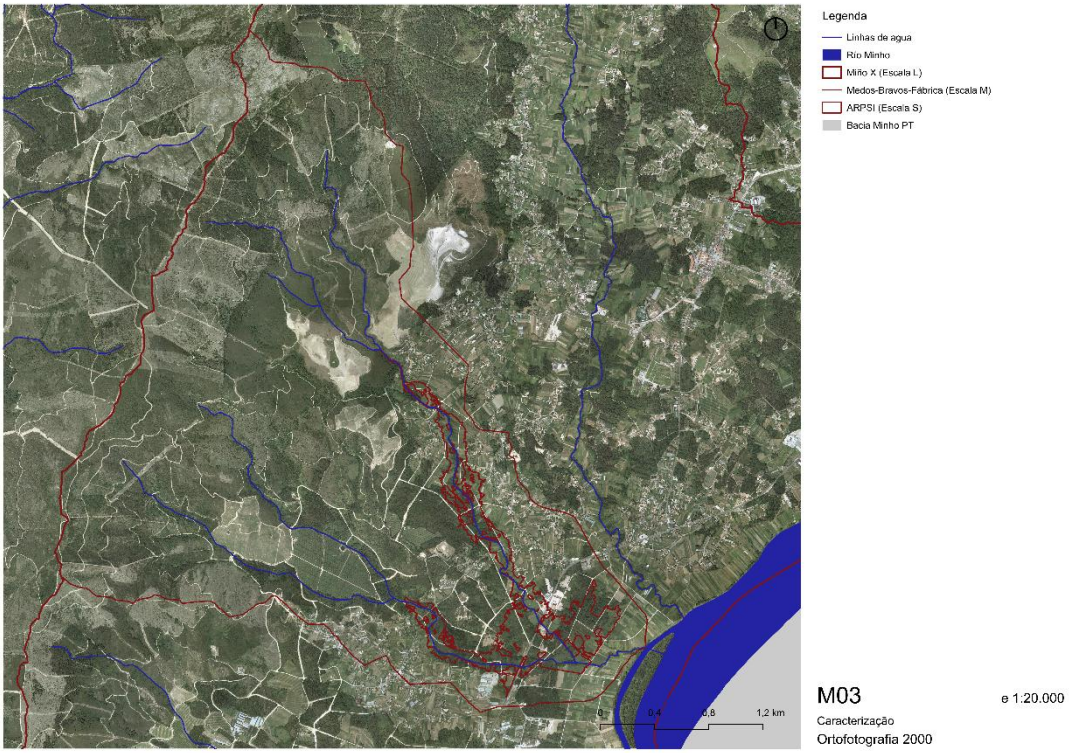
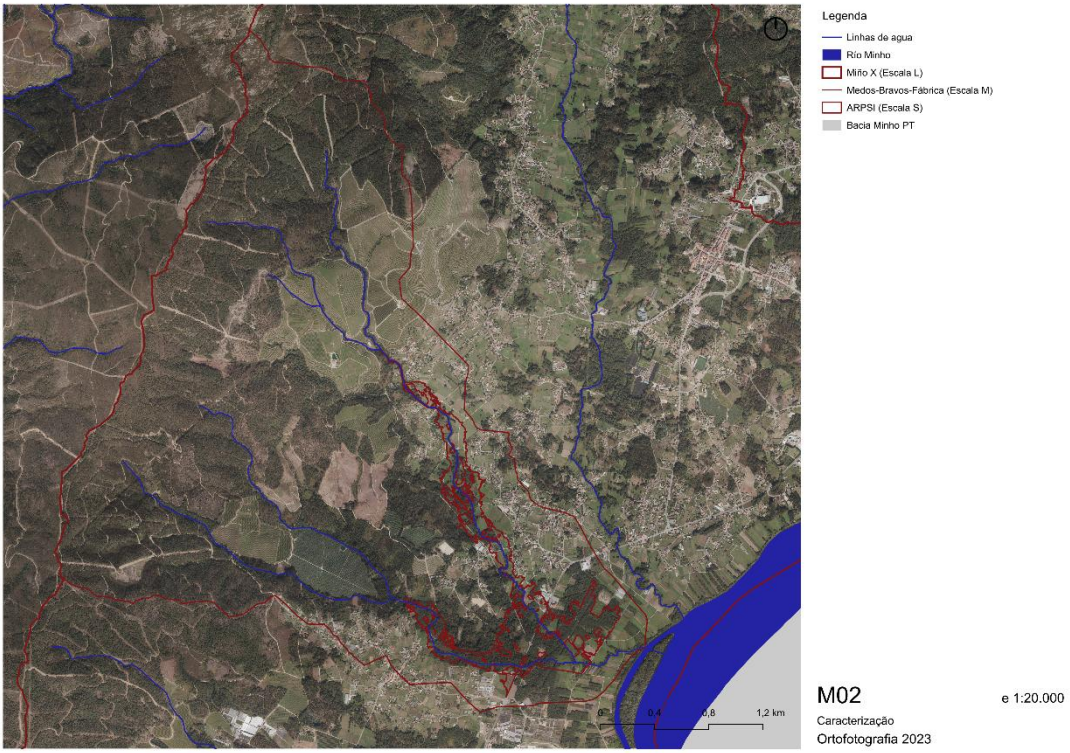


Figura 36. M04-Ortofotografia 1956. Fonte: elaboração própria.

Já no ano 2000, a ortofoto do SIGPAC mostra sinais claros de transição. Embora uma parte substancial da várzea mantivesse ainda usos agrícolas — nomeadamente prados e hortícolas —, começam a observar-se massas arbóreas de maior continuidade. Estas surgem tanto associadas ao abandono progressivo de margens agrícolas como ao incremento de plantações florestais, sobretudo de coníferas e eucalipto. A vegetação ripária encontrava-se mais presente do que em 1956, ainda que se mantivesse descontínua e frágil, com secções em que o corredor ecológico era percetível e outras em que permanecia interrompido. Esta etapa reflete a dupla dinâmica do território: por um lado, persistência de uma pressão agrícola significativa; por outro, início de processos de naturalização em áreas marginais, que abriram caminho a uma lenta recuperação das margens fluviais. A fragmentação era ainda evidente, mas os sinais de regeneração já se tornavam visíveis.



O cenário atual, refletido na ortofoto de 2023, demonstra uma mudança notável. A vegetação ripária apresenta-se muito mais desenvolvida, com galerias florestais de amieiros (Alnus glutinosa) e salgueiros (Salix spp.) bem estabelecidas ao longo de vários troços do regato principal e dos seus afluentes. A recuperação é clara, e embora não seja homogénea em todo o sistema, evidencia um processo de reconquista ecológica em grande parte da várzea. Este fenómeno responde a múltiplos fatores, mas principalmente é devido ao abandono progressivo de áreas agrícolas menos rentáveis e a conseguinte naturalização de zonas húmidas com limitações produtivas. Em certos sectores, as galerias apresentam já uma continuidade ecológica suficiente para desempenhar funções relevantes de sombreamento da água, estabilização das margens e criação de corredores para a biodiversidade. Contudo, persistem descontinuidades em zonas pressionadas por infraestruturas, plantações intensivas de kiwi ou vinhedos e extensos viveiros ornamentais.



A comparação diacrónica entre as três datas revela ainda outros aspetos relevantes. Em primeiro lugar, a passagem de uma paisagem fragmentada, de pequenas parcelas agrícolas até à borda da água, para um mosaico mais heterogéneo, onde a intensificação agrícola coexiste com margens naturalizadas. Em segundo lugar, observa-se um incremento da conectividade ecológica ao longo do tempo, embora ainda interrompida por descontinuidades críticas. Em terceiro lugar, importa referir que parte da recuperação florestal se deu à custa da expansão de espécies exóticas, como eucaliptos e acácias, o que representa um desafio adicional, já que a sua presença compromete o restauro integral dos habitats ripários autóctones.

Figura 37. Plantações abandonadas de eucalipto, com vegetação autóctone recuperando território. Fonte: elaboração própria

Finalmente, destaca-se a resiliência da várzea: ao cessar os usos mais intensivos, a vegetação ripária revelou uma notável capacidade de regeneração espontânea, reforçando a sua função como zona de retenção hídrica, mitigação de cheias e suporte para a biodiversidade.

Figura 38. Exemplar de feto real (Osmunda regalis) no regato dos Bravos. Fonte: elaboração própria.

Trata-se de um caso paradigmático de como a várzea, enquanto espaço liminar entre os sistemas agrícolas e o meio aquático, constitui simultaneamente um dos ambientes mais vulneráveis às pressões humanas e um dos mais resilientes quando essas pressões diminuem. A leitura destas imagens confirma que a zona inundável da sub-bacia Medos–Bravos–Fábrica se encontra hoje em pleno processo de regeneração ecológica, embora coexistam novas pressões ligadas à intensificação agrícola e da urbanização.

Figura 39. Salgueiral na área de estudo. Fonte: elaboração própria

No que respeita aos usos do solo, o Mapa M05 evidencia a predominância de viticultura em encosta, plantações de kiwi em meia encosta e várzea, e extensas áreas de viveiros de planta ornamental na parte mais plana da sub-bacia. Estes três usos representam atividades de grande importância económica local: a viticultura constitui um setor consolidado e identitário, os kiwis ganharam expressão nas últimas décadas, e a produção ornamental converteu-se no principal polo do género em toda a Galiza, com forte vocação exportadora.

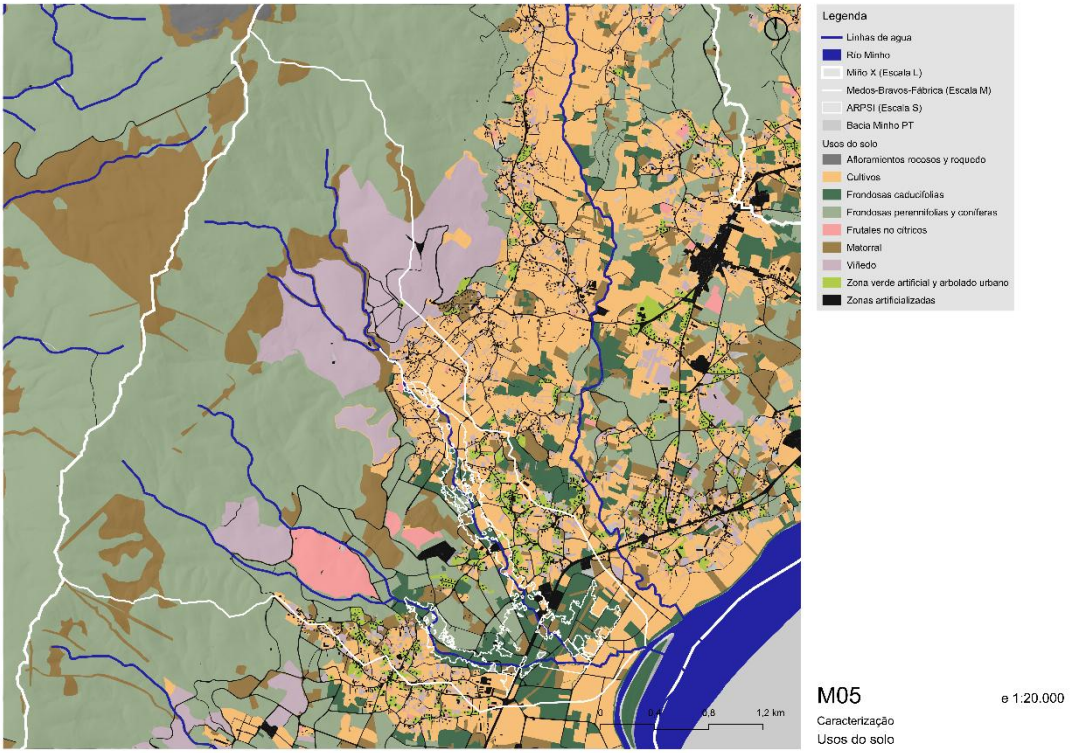


Figura 40. M05-Usos do solo. Fonte: elaboração própria

Contudo, estas atividades exercem pressões ambientais significativas. A viticultura apresenta dois padrões distintos de implantação: em certos talhões, as linhas seguem aproximadamente as curvas de nível, o que contribui para reduzir a velocidade da escorrência superficial e favorecer a infiltração; noutros casos, porém, a vinha foi instalada de forma perpendicular às curvas de nível, prática que potencia a perda de solo fértil por erosão hídrica e o subsequente assoreamento dos regatos.

As plantações de kiwi, pela sua elevada exigência em água e fertilização, representam um foco adicional de pressão, quer pela captação de recursos hídricos, quer pelo uso intensivo de fertilizantes e pesticidas, que se convertem em fontes de contaminação difusa.

Figura 41. Áreas de plantação de kiwi e vinha em encosta. Fonte: Google Earth

Por fim, os viveiros de planta ornamental, concentrados sobretudo nas áreas mais planas e próximas à rede viária, configuram um dos motores económicos da região. Todavia, tratam-se de sistemas altamente intensivos, caracterizados pelo consumo elevado de água, substratos e agroquímicos, gerando pressões tanto sobre os recursos hídricos como sobre a biodiversidade circundante. A sua magnitude torna ainda mais relevante a adoção de medidas de mitigação e de boas práticas, de forma a compatibilizar a produtividade com a conservação dos ecossistemas ripários e a qualidade da água.

Figura 42. Áreas de plantações ornamentais. Fonte: Google Earth

Ademais de ditas pressões, a expansão da urbanização dispersa ao longo das últimas décadas, com casas unifamiliares implantadas em parcelas agrícolas e margens de

regatos, fragmenta a continuidade ripária, reduz a infiltração e aumenta o risco para a população residente em zonas inundáveis. A previsão de novas infraestruturas, como a via de alta capacidade (VAC) e o polígono agroindustrial transfronteiriço, acrescenta novas pressões, mas também potenciais oportunidades de integração verde.

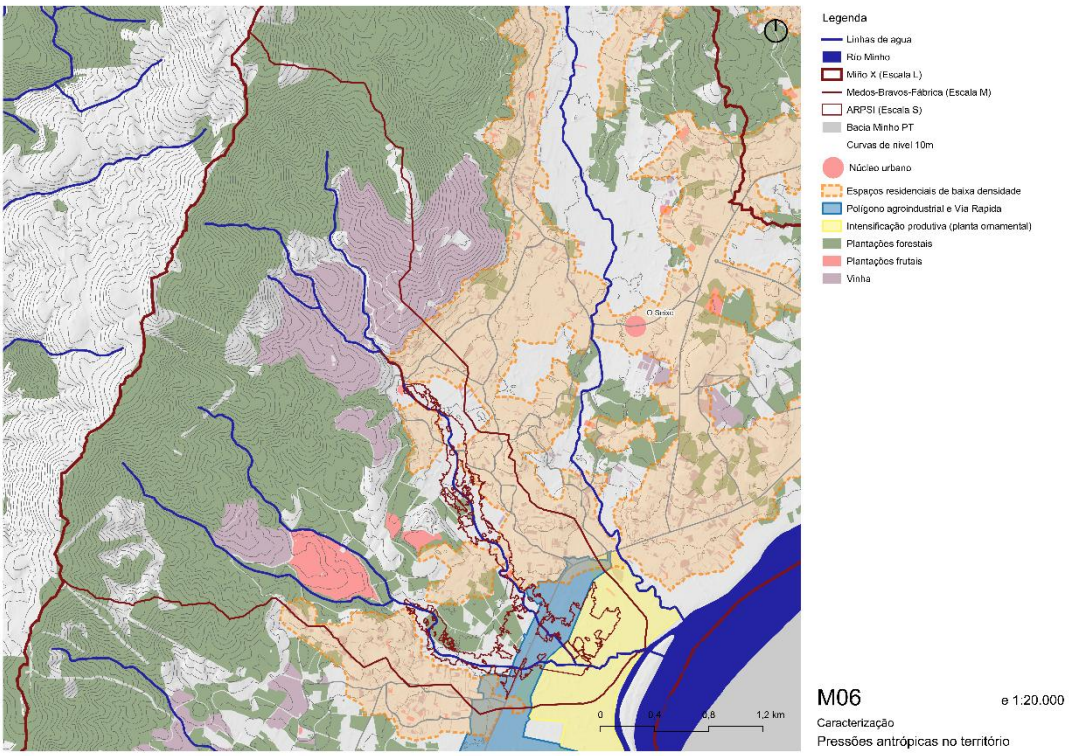


Figura 43. M06-Pressões antrópicas. Fonte: elaboração própria

Do ponto de vista paisagístico, a escala M evidencia como os processos identificados na sub-bacia Miño X se concretizam num espaço funcional mais reduzido. Os regatos dos Medos, Bravos e Fábrica estruturam uma paisagem onde a fertilidade agrícola e a viticultura, por um lado, e a redução da conectividade ecológica, por outro, constituem expressões contraditórias de uma mesma realidade territorial.

8.1.4 ARPSI (Escala S)

A Área de Risco Potencial Significativo de Inundação definida pelo PGRI 2022–2027, constitui a escala S da análise multiescalar. Trata-se da foz do sistema dos regatos dos Medos–Bravos–Fábrica, onde coincidem usos agrícolas intensivos e projetos industriais e de grandes infraestruturas em curso, sobrepostos a uma vulnerabilidade ecológica e hidrológica elevada.

O enclave ocupa uma faixa baixa e inundável, em contacto direto com o curso internacional do Minho, e caracteriza-se por uma topografia suave que facilita a inundação periódica e a deposição de sedimentos. Esta condição física reforça o papel regulador da várzea como zona natural de laminagem, em consonância com o definido pela Comissão Europeia (2013) sobre a importância das planícies aluviais na mitigação de eventos extremos.

Os mapas de perigosidade assinalam que a ARPSI está exposta a inundações com diferentes níveis de probabilidade: alta (T10), média (T100) e baixa (T500). Entre estes cenários, a T100 é considerada a área de referência, por corresponder a um evento de probabilidade intermédia, amplamente utilizado nos instrumentos de planeamento de risco e ordenamento do território.

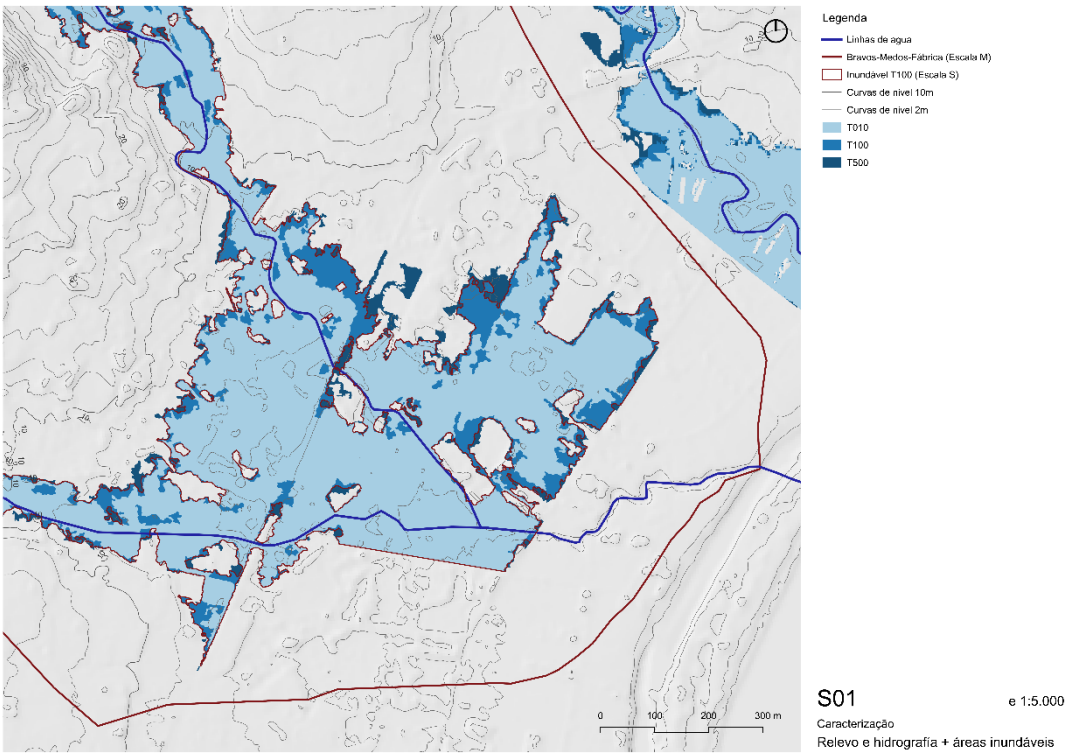


Figura 44. S01- Relevo e hidrografia. Fonte: elaboração própria a partir de datos da CHMS (2022)

O mapa de profundidades de inundação confirma que, neste cenário de referência, a lâmina de água atinge valores significativos: em grande parte da várzea os calados superam os 30–40 cm, afetando usos agrícolas e infraestruturas locais, enquanto nas

zonas mais deprimidas os valores podem ultrapassar 1,5 m, configurando risco elevado para pessoas e bens.

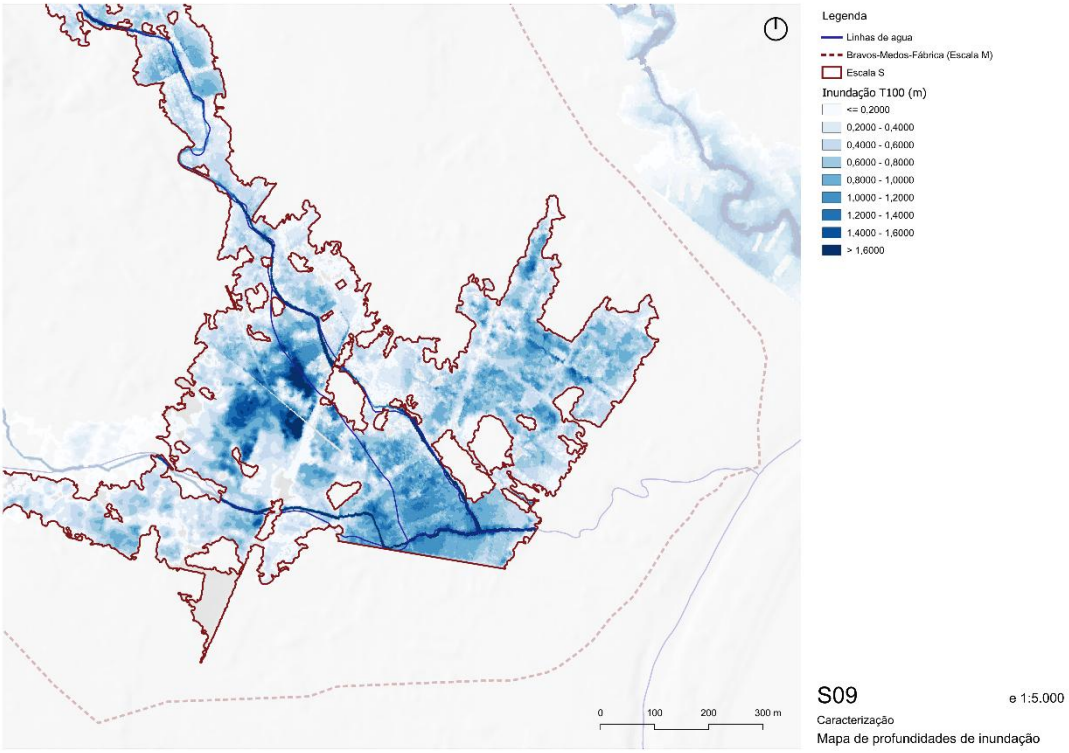
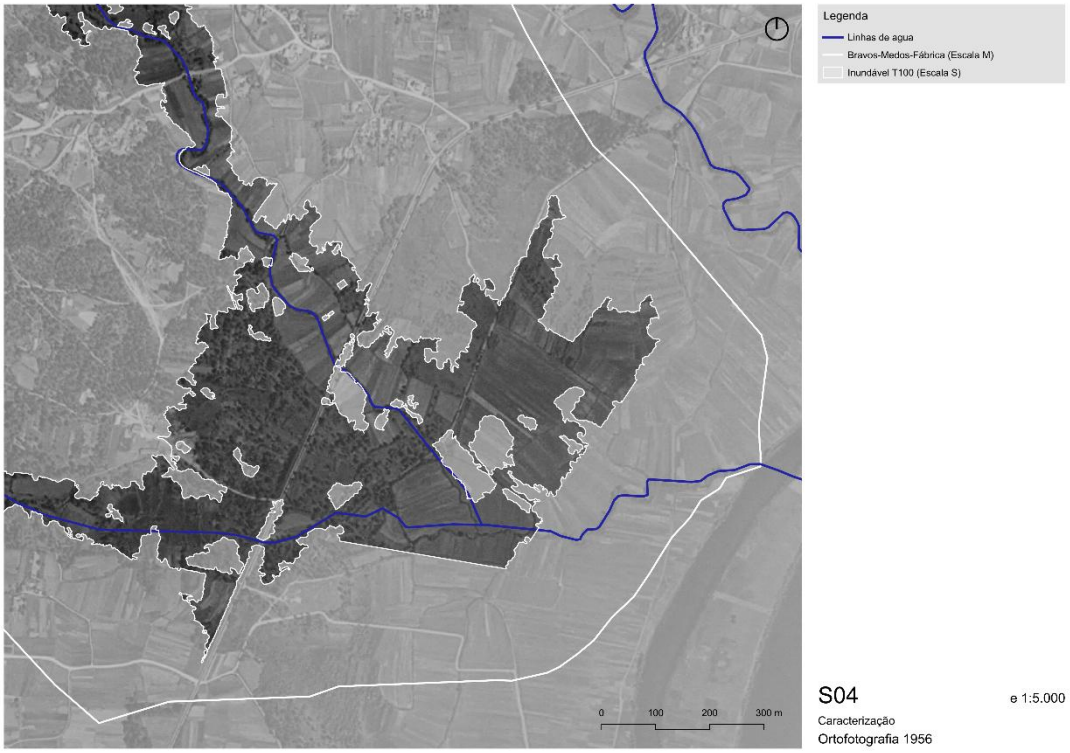


Figura 45. S09-Mapa de profundidades de inundação. Fonte: elaboração própria a partir de datos da CHMS (2022)

A leitura diacrónica das ortofotografias (Mapa S03 – Voo americano 1956; Mapa S04 – Ortofoto SIGPAC 2000; Mapa S05 – PNOA 2023) confirma a mesma tendência de regeneração espontânea descrita à escala M, mas de forma mais intensa. Em 1956, a várzea estava intensamente cultivada, com pequenas parcelas agrícolas que chegavam até à margem dos regatos, resultando numa quase total ausência de vegetação ripária contínua.



Um fator determinante de transformação territorial foi a concentração parcelária realizada a finais dos 90 e inícios dos 2000, no quadro das políticas de modernização rural. O processo reduziu de 9662 para 2381 as parcelas existentes, facilitando a mecanização e a intensificação produtiva, mas alterando profundamente a configuração da várzea. A sobreposição do viário atual ao viario antigo evidencia esta mudança estrutural: muitos caminhos tradicionais desapareceram ou foram reconfigurados, dando lugar a uma rede viária moderna que condiciona a leitura contemporânea da paisagem.

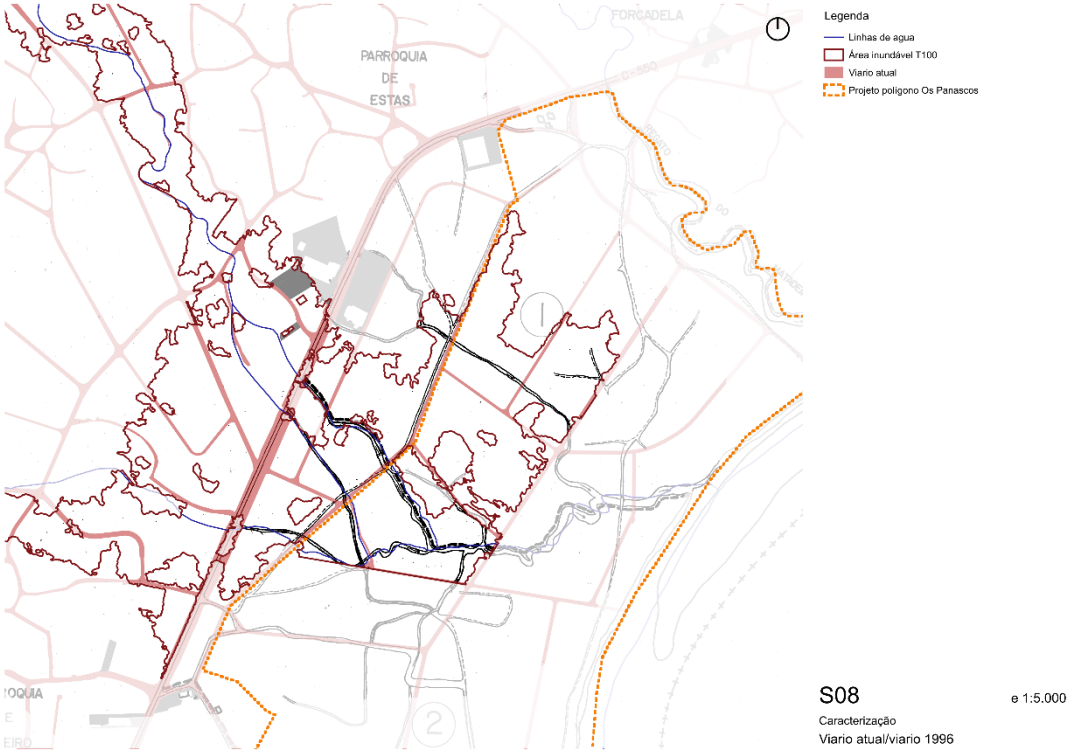
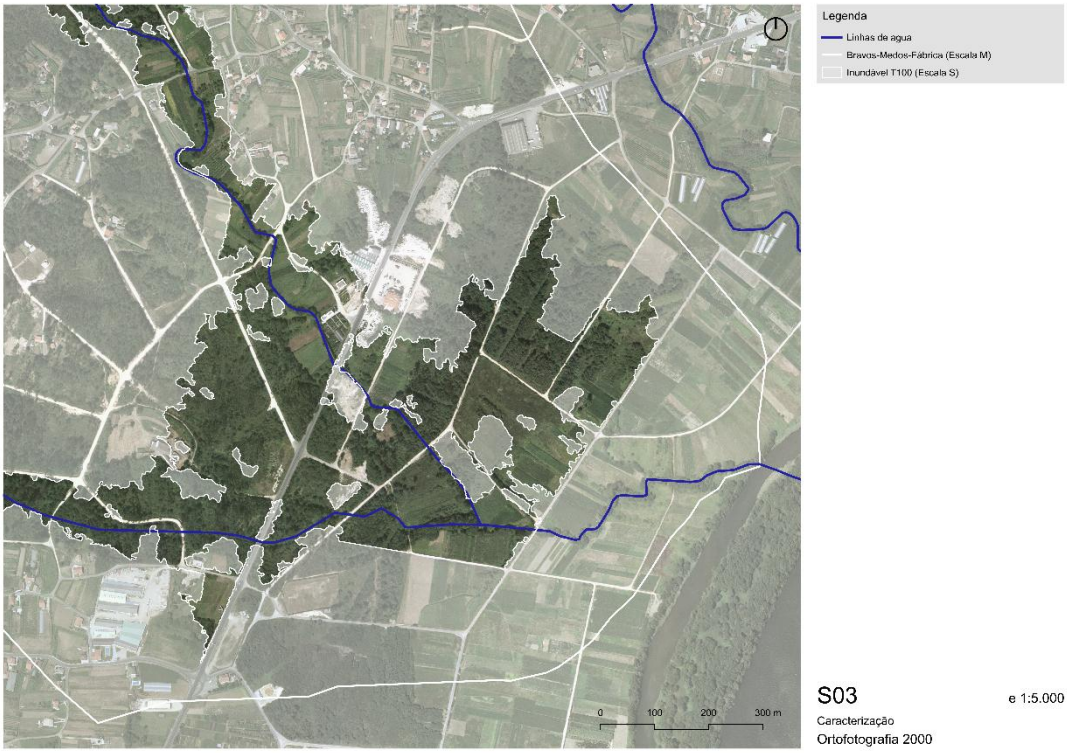
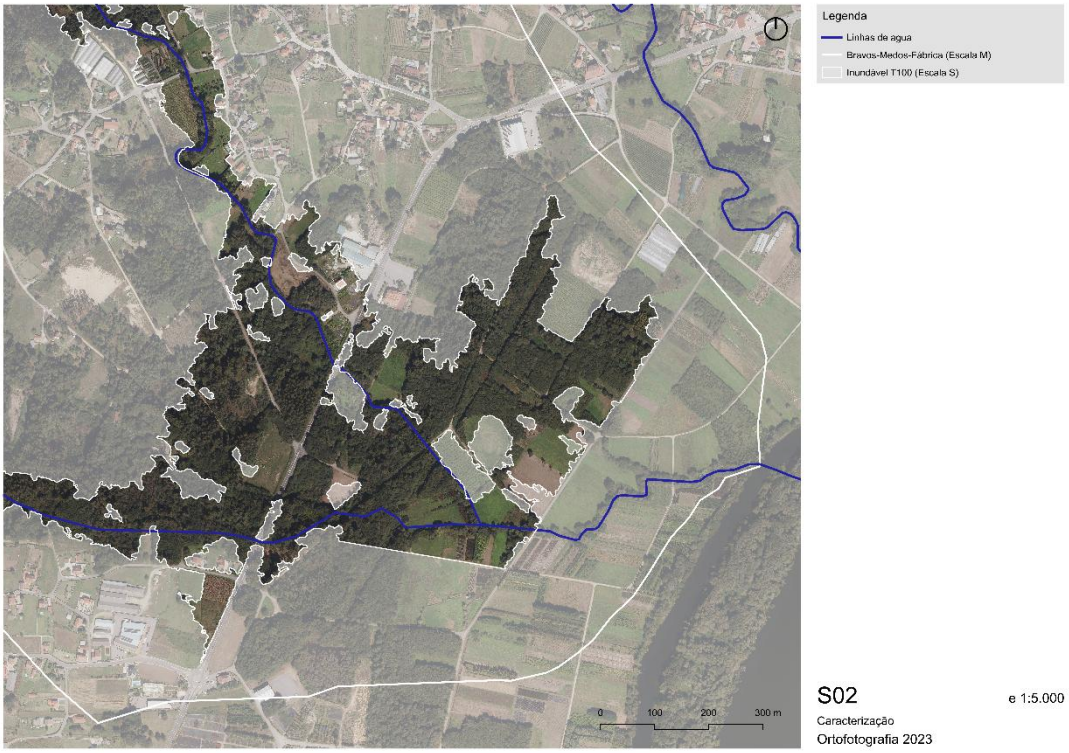


Figura 46. Processo de concentração parcelária. Fonte: elaboração própria a partir de Xunta de Galicia (2004)

No ano 2000 (já com o viário moderno), persistia uma forte ocupação agrícola na várzea, sobretudo com prados e hortícolas, mas já se notava a presença de manchas arbóreas de frondosa caducifólia mais extensas ao longo dos regatos e em parcelas marginais abandonadas. Esta recuperação não se explica por plantações florestais exóticas, mas sim pela regeneração natural de bosquetes autóctones, dominados por espécies caducifólias que colonizaram zonas menos produtivas ou áreas sujeitas a inundação frequente. A vegetação ripária, embora ainda descontínua, apresentava já uma maior expressão do que em 1956, constituindo os primeiros indícios de um processo de restauro espontâneo das margens.



Atualmente, em 2023, observa-se uma recuperação significativa da vegetação ripária, com o estabelecimento de amiais (*Alnus glutinosa*) e esparganais (*Sparganium erectum)* nas zonas mais húmidas e inundáveis, que reforçam a conectividade ecológica e aumentam a resiliência do sistema fluvial. Este processo confirma a capacidade de regeneração espontânea das margens, descrita na literatura internacional como um dos mecanismos mais eficazes de restauro natural em várzeas (González et al., 2017; Naiman & Décamps, 1997).



No entanto, a ocupação humana continua a ser intensa. O mapa S06 destaca a forte presença de cultivos, principalmente viveiros de planta ornamental, nas zonas mais planas, em contacto com o Minho. Estes sistemas produtivos, de grande valor económico, implicam elevado consumo de água (proveniente em grande parte do aquífero aluvial) e uso de substratos e fertilizantes, o que gera riscos de contaminação difusa.

Um dos fatores de transformação mais determinantes no futuro próximo é a via de alta capacidade (VAC). O traçado, representado no Mapa S06, acompanha ao futuro polígono agroindustrial, atravessado polos dois regatos que comfluem no Regato da Fábrica, o eixo central de drenagem da sub-bacia. A implantação da infraestrutura com aterros e passagens hidráulicas de pequena dimensão, tal como previsto no projecto original, funcionaria como uma barreira transversal, dificultando a passagem das cheias e fragmentando a continuidade ecológica dos corredores ripários. Esta situação representa um risco evidente, mas também pode ser interpretada como uma oportunidade de integração: se a VAC for concebida como infraestrutura híbrida, com viadutos elevados e sistemas de drenagem sustentável, poderá reforçar a conectividade ecológica e melhorar a regulação hidrológica que existe na atualidade.

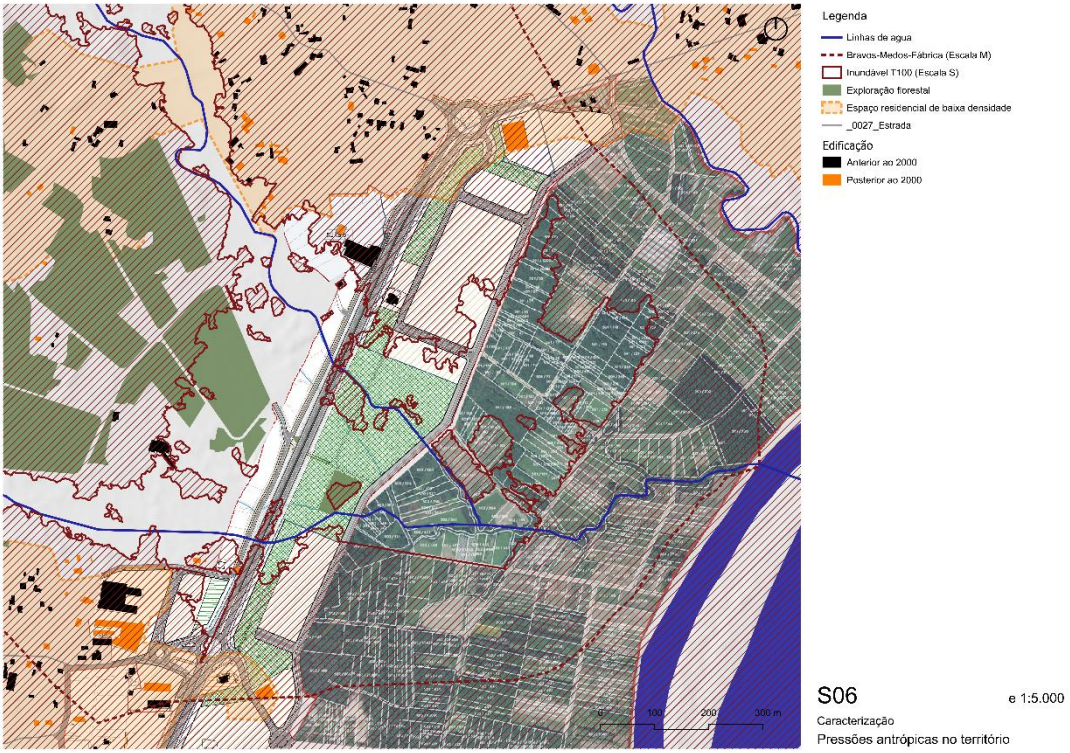


Figura 47. S06-Pressões antrópicas. Fonte: elaboração própria

Assim, a ARPSI pode ser entendida como laboratório de adaptação climática, onde a gestão do risco se articula com o restauro ecológico e a valorização paisagística. A criação de parques de inundação multifuncionais, zonas de amortecimento agrícolas adaptadas e corredores ripários contínuos constituem estratégias para compatibilizar produção, segurança e identidade territorial.

8.2 Diagnóstico: desafios ecológicos e paisagísticos

O diagnóstico constitui a segunda etapa do estudo de caso, dando continuidade à caracterização territorial realizada no ponto anterior. O objetivo é interpretar de forma integrada os elementos biofísicos, sociais e antrópicos que moldam a paisagem fluvial de Tomiño, identificando os principais fatores de degradação e as oportunidades de restauro.

A abordagem adotada organiza-se em três eixos: (i) retos da infraestrutura verde, (ii) definição do carácter da paisagem nas diferentes escalas de análise e (iii) avaliação dos novos projetos como potenciais riscos ou oportunidades de requalificação

8.2.1 Retos na infraestrutura verde

O diagnóstico cartográfico foi concentrado na escala M, por constituir o nível de análise mais adequado para cruzar dados de teledeteção com informação territorial. Esta escala permite captar a continuidade do sistema fluvial ao longo de todo o seu percurso e, simultaneamente, discriminar diferenças entre usos do solo e tipologias de vegetação. Nas escalas L e S também se desenvolveram diagnósticos, mas de natureza distinta: no primeiro caso, mais descritivo e baseado em caracterização estrutural; no segundo, associado à formulação operativa de medidas.

A sub-bacia dos regatos Medos–Bravos–Fábrica apresenta um conjunto de condicionantes ecológicos e territoriais que ajudam a compreender a sua situação actual e os riscos e potencialidades que enfrenta. A análise de índices de vegetação derivados de teledeteção (NDVI, NDMI e NDWI, calculados a partir de imagem de 4 agosto de 2025 e integrados em polígonos da carta de usos do solo 2017) permite descrever de forma integrada o estado ecológico, a disponibilidade hídrica, as pressões exercidas pelos usos do solo e as áreas de conflito ou prioridade de conservação.

Os valores médios de NDVI confirmam a forte heterogeneidade do território. As áreas de frondosas caducifólias e as margens dos regatos apresentam os valores mais elevados, frequentemente acima de 0,50, o que corresponde a uma vegetação vigorosa e a processos de regeneração natural em curso. A análise mostrou que as plantações de kiwi apresentam valores de NDVI elevados, até superiores aos registados nas frondosas caducifólias. Isto explica-se pela sua estrutura agronómica: cultivos em emparrado de alta densidade foliar, que produzem uma cobertura contínua e semelhante, do ponto de vista espectral, à de uma floresta. As coníferas e outras plantações florestais e agrícolas presentam um valor menor.

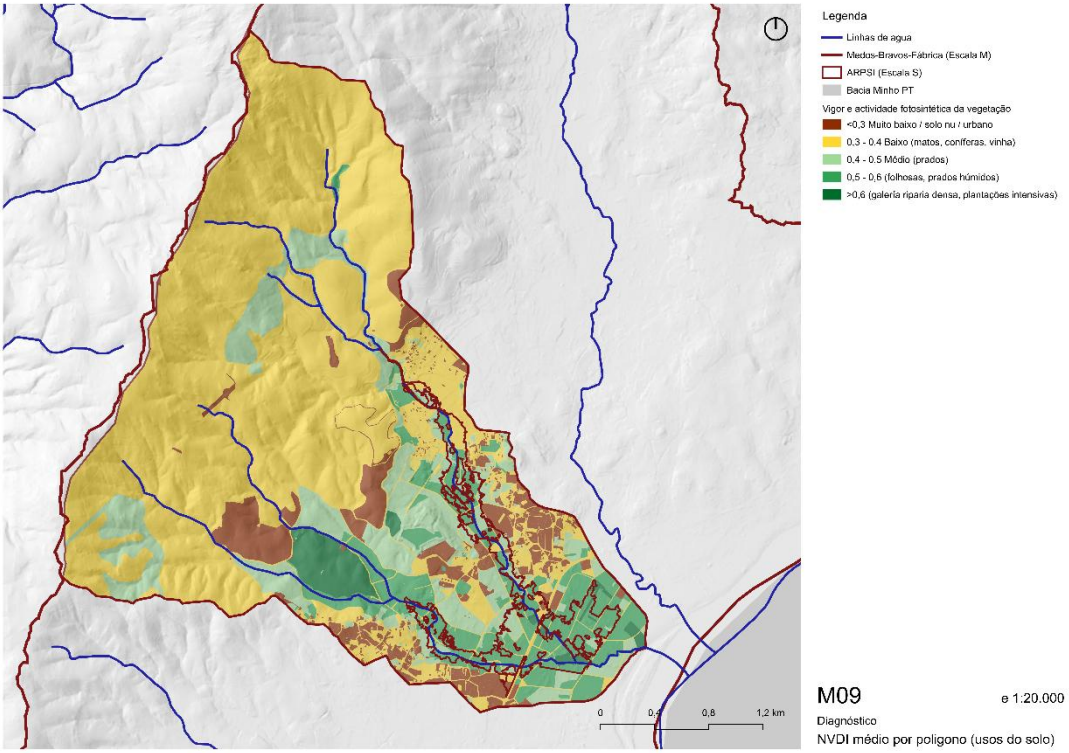


Figura 48. M09-NVDI médio e usos do solo. Fonte: elaboração própria a través de imagens satelitais

O NDMI, indicador da humidade na biomassa, reforça esta leitura. A maior parte dos usos agrícolas e florestais intensivos apresenta valores baixos, frequentemente inferiores a 0,15, evidenciando condições de stress hídrico durante o verão. Apenas as plantações de kiwi e as manchas de folhosas caducifólias atingem valores mais elevados (superiores a 0,20), destacando-se como reservatórios de humidade relativa no sistema. Estes resultados confirmam que a sub-bacia enfrenta uma limitação estrutural de disponibilidade de água no solo, agravada pela fragmentação da cobertura ripária em determinados sectores e pela dependência da rega nos cultivos intensivos. Isto traduz-se não apenas em vulnerabilidade hídrica, mas também em aumento do risco de incêndio, dada a maior inflamabilidade dos combustíveis finos em condições de seca

estival.

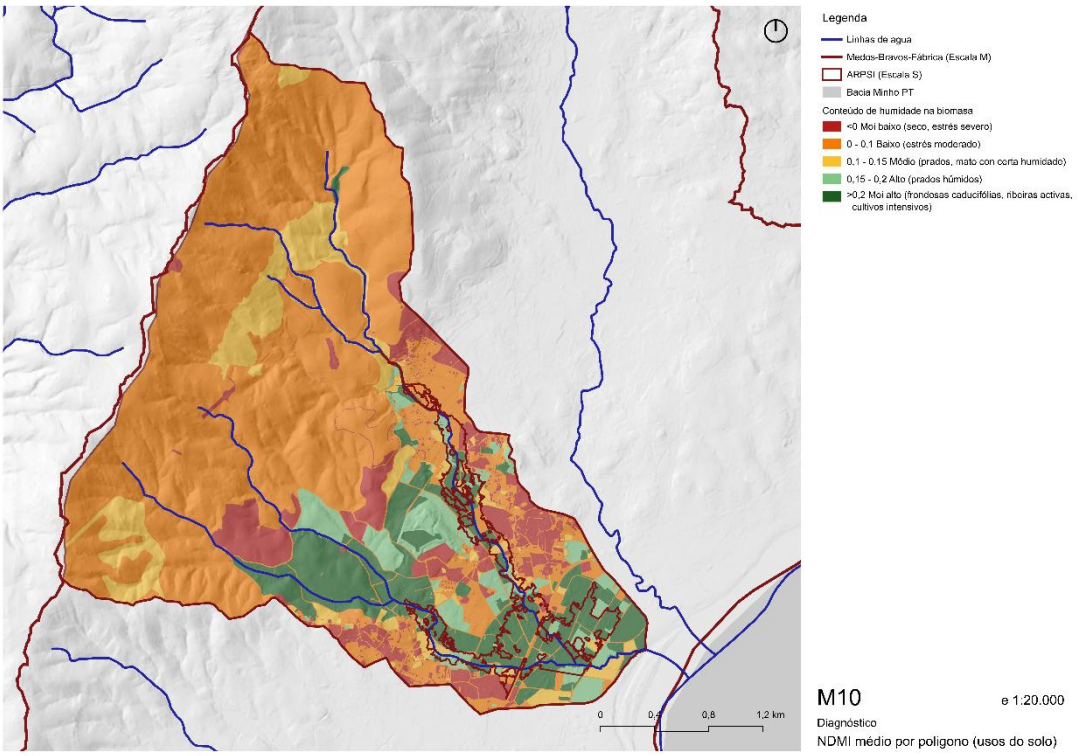


Figura 49. M10-NDMI médio e usos do solo. Fonte: elaboração própria a través de imagens satelitais

O Mapa M11 (NDWI) revela um padrão dominado por valores negativos (naranja e vermelho), o que confirma a escassa disponibilidade hídrica em grande parte da sub-bacia durante o verão. Tanto as superfícies agrícolas abertas como as margens ripárias mostram índices muito baixos, entre –0,25 e –0,60, o que evidencia um estado de stress hídrico generalizado. Apenas pequenas depressões húmidas ou sectores de sombra mais densa registam valores ligeiramente superiores, mas sem chegar a inverter a tendência global. Esta situação reflete a vulnerabilidade estrutural do território a episódios de seca estival e reforça a necessidade de estratégias de infraestrutura verde orientadas para a retenção e infiltração de água.

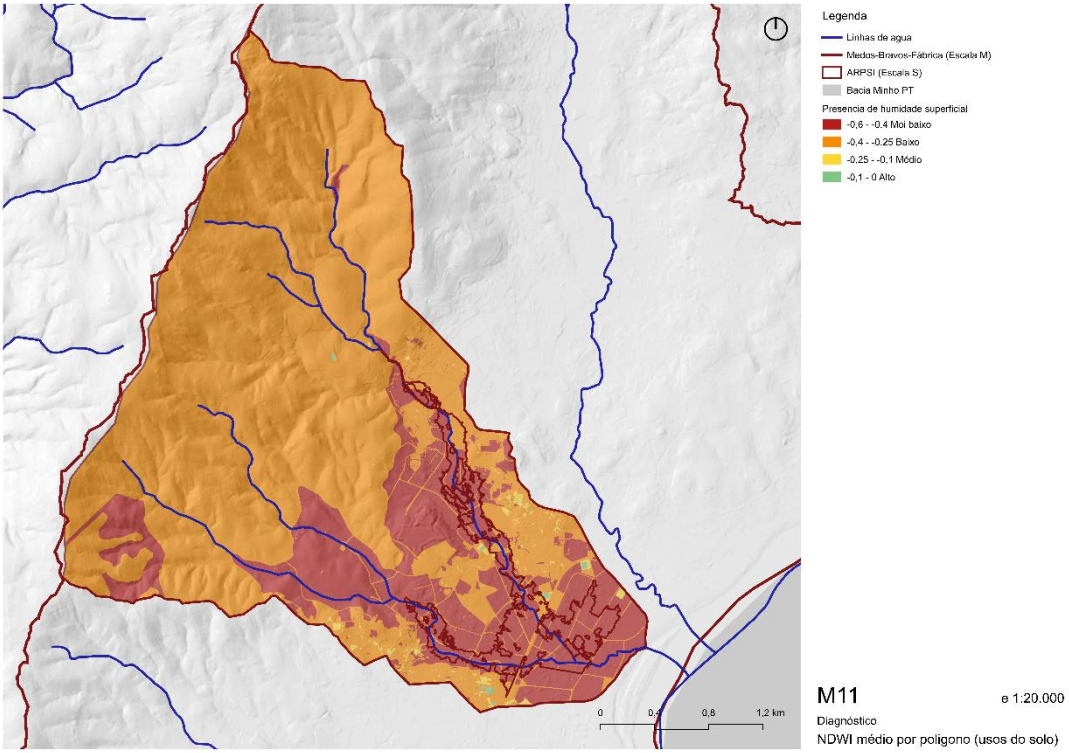


Figura 50.M11-NDWI médio e usos do solo. Fonte: elaboração própria a través de imagens

O mapa de prioridades de conservação para as folhosas caducifólias não apresenta nenhuma área classificada como de alta prioridade, o que indica a ausência de núcleos totalmente degradados. A maioria das manchas encontra-se em situação de conservação moderada, refletindo valores intermédios de vigor (NDVI) associados a baixa disponibilidade hídrica (NDMI). Estas áreas correspondem a bosques fragmentados ou sujeitos a pressões agrícolas e urbanas, e requerem medidas de gestão para reforçar a sua vitalidade e conectividade. Por outro lado, as manchas classificadas como de boa conservação coincidem com os trechos mais densos e húmidos de caducifólias, funcionando como núcleos de referência ecológica que devem ser preservados e utilizados como modelo para orientar o restauro noutras partes da

sub-bacia.

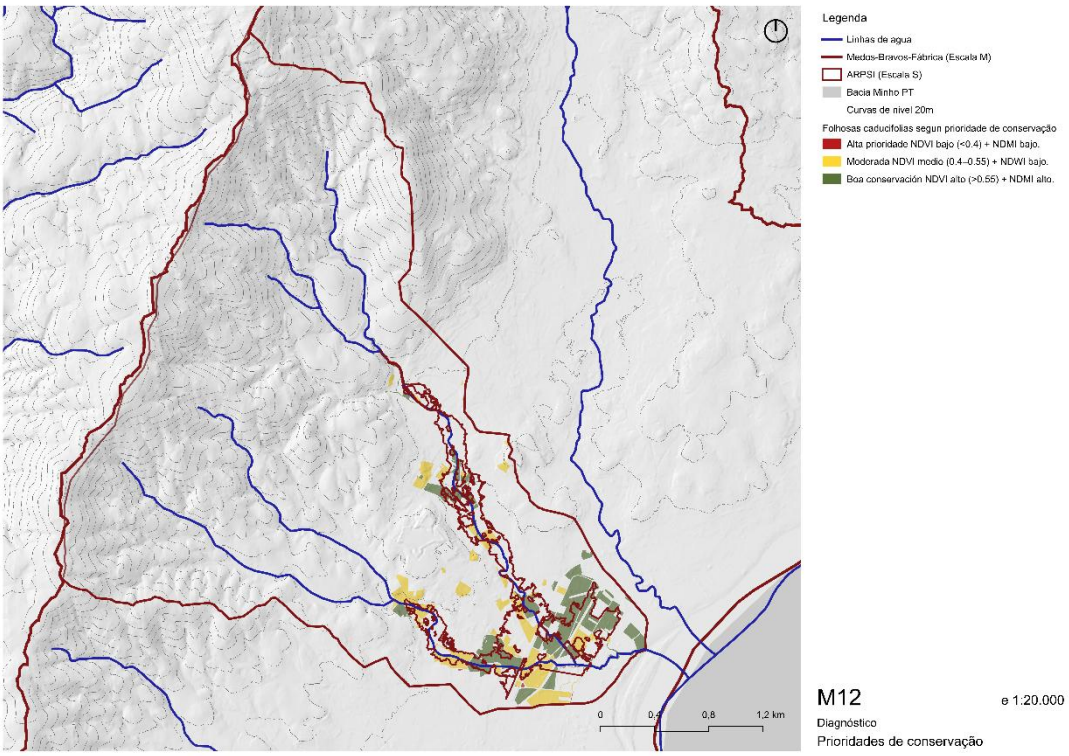


Figura 51. Prioridades de conservação. Fonte: elaboração própria

Os Mapas M13–M15 permitem observar a evolução histórica e a fragmentação atual da cobertura. O M13 mostra a evolução das frondosas entre 1956 e 2023: se em meados do século XX estavam praticamente ausentes, hoje representam uma componente crescente do mosaico, resultado do abandono de certas parcelas agrícolas e da regeneração espontânea. Esta evolução confirma o que a literatura internacional descreve como capacidade de regeneração espontânea de ecossistemas ripários (Naiman & Décamps, 1997; González et al., 2017): quando a pressão agrícola diminui, a vegetação autóctone recoloniza e reforça a resiliência.

O M14 e o M15 (2000 e 2023) ilustram a fragmentação do mosaico agroflorestal, destacando a pressão das plantações de kiwi, vinha e dos viveiros ornamentais, que reduzem a continuidade das faixas de vegetação natural e criam uma matriz de usos intensivos de grande impacto.

O Mapa M16 – Conflitos territoriais es el resultado de sobreponer las capas del mapa M06 (presiones antrópicas, del que se extrae la capa de explotaciones forestales porque introduce ruido: es una superficie muy amplia y poco precisa, al incluir bosque mixto y abandonado) y la M07 (condicionantes ecológicos). Resume as sobreposições críticas:

na várzea, as áreas de maior acessibilidade, fertilidade e produtividade agrícola coincidem com as zonas de risco de inundação, de elevada permeabilidade e de interesse ecológico. Também, as áreas de risco de erosão, nascente de linhas de água e presença de habitats prioritários coincidem com as grandes áreas vitícolas.

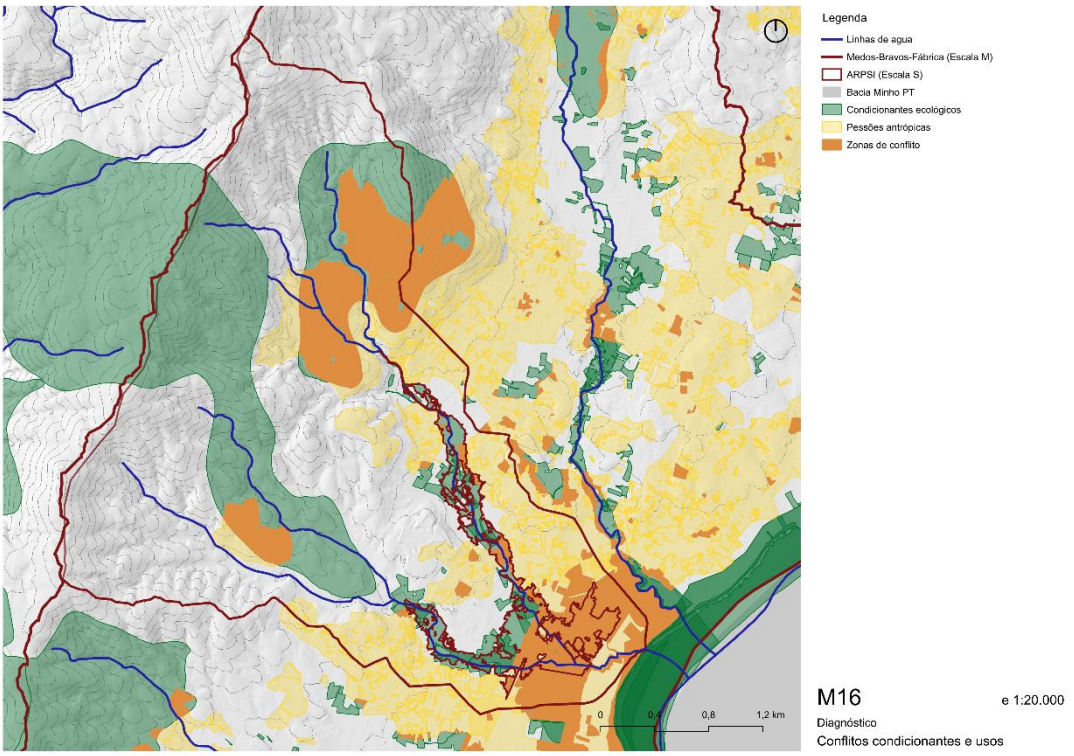


Figura 52. Usos, condicionantes e zonas de conflito. Fonte: elaboração própria

Tabela 11. Principais problemas detetados e possíveis medidas. Fonte: elaboração propria

Problema identificado	Fonte / cartografia que comprova	Área afectada	Função potencial de IV
Stress hídrico em encostas vitícolas	NDMI baixo, NDWI negativo	Encostas do Bravos e Medos	Sebes vivas, coberto herbáceo permanente entre linhas, terraços vegetados
Contaminação difusa em cultivos anuais	Plano hidrológico DHMS	Várzea agrícola	Zonas tampão húmidas, valas filtrantes, fitorremediação
Erosão e assoreamento dos regatos	NDVI baixo ou intermédio, ortofoto	Rede hidrográfica	Recuperação de galerias ripárias, reconexão de várzeas, reforço de sombreamento

Impermeabilização urbana dispersa	Usos do solo, ortofoto	Toda a subbacia	SUDS, pavimentos permeáveis, corredores verdes urbanos
Fragmentação de frondosas caducifólias	Usos do solo, ortofoto	Toda a subbacia	Corredores ecológicos, aumento da continuidade florestal
Agricultura em zonas inundáveis	Usos do solo, projeto Os Panascos	ARPSI	Prados húmidos, zonas de inundação controlada, restauro de sapais
Fragmentação por novas infraestruturas (VAC)	Projeto VAC	Toda a subbacia	Passagens de fauna, bacias de retenção integradas, corredores verdes lineares
Usos industriais previstos (polígono agroindustrial)	Projeto polígono	Toda a subbacia	Zonas verdes internas, renaturalização ripária, drenagem sustentável

No seu conjunto, os condicionantes ecológicos e territoriais da sub-bacia podem sintetizar-se em três grandes vetores. Primeiro, a vulnerabilidade hídrica, refletida nos baixos valores de NDMI e NDWI em grande parte da superfície agrícola, que expõe o território a episódios de stress climático e limita a produtividade futura. Segundo, a pressão agrícola intensiva, concentrada em cultivos de kiwi, viticultura em encosta e viveiros ornamentais, que introduzem riscos de erosão, contaminação difusa e sobreexploração hídrica. Terceiro, a fragmentação ecológica, visível na descontinuidade das galerias riparias que compromete a conectividade do sistema e reduz a sua resiliência.

Apesar destas limitações, o diagnóstico também revela áreas de oportunidade. As manchas de frondosas caducifólias com bom vigor vegetativo, as galerias ripárias em recuperação e os prados húmidos em zonas baixas constituem núcleos que podem servir de base para o restauro ecológico. O processo de regeneração espontânea observado entre 1956 e 2023 confirma que a várzea possui uma elevada capacidade de resiliência se as pressões forem mitigadas. A integração das novas infraestruturas e projetos produtivos em estratégias de infraestrutura verde poderá transformar alguns dos atuais conflitos em oportunidades de reforço da conectividade e da regulação hídrica.

8.2.1 A carácter da paisagem

O conceito de caráter da paisagem constitui uma ferramenta central na prática da arquitetura paisagista, ao permitir compreender a singularidade de um território através da combinação dos seus atributos biofísicos, culturais e perceptivos (Swanwick, 2002). Ao contrário da análise ecológica, que incide sobretudo sobre o funcionamento biofísico,

a avaliação do caráter procura captar como a paisagem é vivida, percebida e valorizada, reconhecendo que os elementos tangíveis (uso do solo, estrutura agrária, coberto vegetal) e intangíveis (memória, identidade, valores culturais) interagem de forma indissociável.

No caso da sub-bacia do Miño X, o caráter da paisagem resulta de uma dialética complexa entre fertilidade produtiva e fragmentação ecológica, entre continuidade histórica e transformação recente. Três dimensões ajudam a compreender a sua singularidade: a estrutura biofísica da várzea e dos regatos, a matriz agrícola produtiva, e os valores culturais e identitários associados à raia húmida.

A horizontalidade da planície aluvial do Miño X é um dos traços mais marcantes do caráter paisagístico local. A várzea abre-se como grande cenário agrícola, moldado pela presença constante da água e pela proximidade do rio. Os regatos Medos, Bravos e Fábrica acrescentam variedade, criando vales secundários que separam encostas, frequentemente ocupadas por viticultura, e zonas húmidas mais baixas. A vegetação ripária, embora fragmentada, desempenha papel visual fundamental, oferecendo sombreamento, linhas de contraste e enquadramento natural aos usos agrícolas.

Figura 53. Espaços abertos na ribeira do Minho. Ao fundo, as montanhas de Portugal. Fonte:elaboração própria

Até finais do século XX, a paisagem agrícola caracterizava-se por um mosaico fragmentado de pequenas parcelas, definidas por sebes vivas, caminhos e cursos de água. Este padrão, associado à agricultura de subsistência e policultura, conferia ao território uma textura fina, cheia de diversidade formal e cromática.

A parcelaria realizada no início dos anos 2000 alterou radicalmente esta configuração. A regularização das parcelas produziu manchas maiores e mais homogéneas, facilitando a mecanização e a intensificação produtiva. O caráter da paisagem mudou, passando de uma leitura intrincada e artesanal para uma organização mais racional e geométrica.

Esta transformação abriu espaço à instalação de viveiros ornamentais nas zonas baixas. Visualmente, estas atividades introduziram uma estética híbrida: extensos talhões de plantas enfileiradas, de cores e texturas marcadamente diferentes da vegetação autóctone. O contraste entre as massas regulares dos viveiros e a irregularidade orgânica das frondosas caducifólias gera uma paisagem singular, simultaneamente estranha e bela, onde a produção intensiva convive com os fragmentos de natureza espontânea.

Figura 54. Contrastes estéticos e cromáticos. Fonte: elaboração própria

O caráter atual da paisagem fluvial de Tomiño constrói-se assim num jogo de contrastes visuais:

- entre a várzea agrícola aberta e plana e as encostas cobertas por florestas, mato ou vinha,
- entre a regularidade geométrica das novas plantações e a organicidade dos corredores ripários;
- entre a tradição agrícola de minifúndio e autosubsistencia e a produtividade contemporânea intensiva.

Para o observador, este mosaico não é homogéneo: a presença das linhas de água, dos prados húmidos e das massas de caducifólias cria enclaves de naturalidade, que se entrelaçam com grandes manchas de produção agrícola especializada. A paisagem torna-se, deste modo, uma síntese viva da tensão entre economia e ecologia, marcada por dinâmicas de mudança rápida, mas também por sinais de resiliência.

Para além da sua estrutura visual, o caráter da paisagem de Tomiño está profundamente ligado ao contexto cultural da raia húmida. O rio Minho não é apenas um elemento físico, mas também um símbolo identitário de fronteira partilhada. A presença de moinhos, levadas, pontes e travessias de barcaça testemunha séculos de práticas quotidianas centradas na água. A memória destas atividades, mesmo quando já não funcionam, molda a perceção coletiva da paisagem e reforça a sua dimensão cultural.

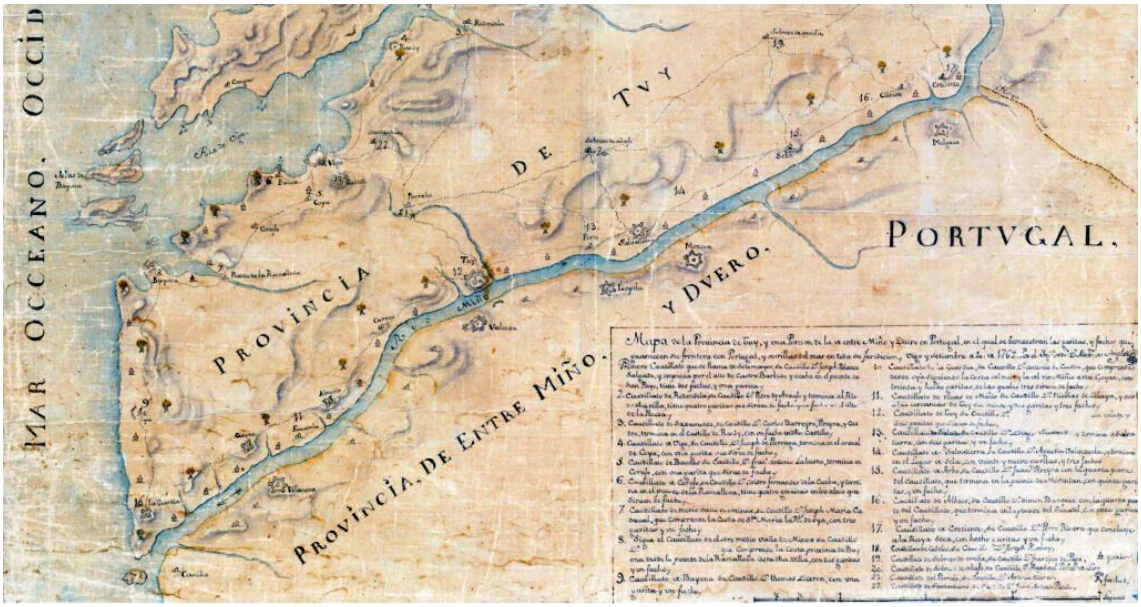


Figura 55. Mapa de 1762. Fonte: Serviço Geografico do Ejercito

A dispersão da habitação unifamiliar, intensificada nas últimas décadas, introduziu novos elementos no caráter: casas isoladas com jardins privados, muitas vezes em posição dominante sobre as várzeas, que fragmentam a leitura contínua da paisagem agrícola. Ainda assim, este processo deve ser entendido como parte da construção identitária contemporânea, em que o habitar disperso é expressão de uma forma de vida profundamente enraizada no território galego.

Em síntese, o caráter da paisagem fluvial de Tomiño pode ser descrito como híbrido e contrastante:

- mantém a fertilidade produtiva como traço central,
- revela fragmentação ecológica e urbanística crescente,
- e combina estética natural e produtiva de modo único.

Este caráter não deve ser visto apenas como diagnóstico, mas como orientação para a proposta. A infraestrutura verde a conceber deve dialogar com este mosaico: reforçar a identidade agrícola, valorizar a memória da raia húmida e, ao mesmo tempo, atenuar os impactos da intensificação e da fragmentação. Assim, a avaliação do caráter da paisagem não é apenas exercício descritivo, mas instrumento operativo para o desenho, em linha com a abordagem defendida por Swanwick (2002) e pela Comissão Europeia (2013) sobre integração paisagística e restauro ecológico.

Figura 56. Prados na zona de concentração parcelária. Fonte: elaboração própria

Figura 57. Galería ripicola ,a ortogonalidade dos novos caminhos e plantação ornamental. Fonte: elaboração própria

Figura 58. Contraste entre o coberto vegetal. Fonte: elaboração própria

Figura 59. Contraste entre o coberto vegetal. Fonte: elaboração própria

Figura 60. Contraste entre o coberto vegetal. Fonte: elaboração própria

Figura 61. Contraste entre o coberto vegetal. Fonte: elaboração própria

8.2.3 Novos projetos como oportunidade

O território do Miño X encontra-se perante um conjunto de transformações estruturantes que podem ser lidas, de forma tradicional, como pressões acrescidas ou, numa perspetiva inovadora, como oportunidades de restauro e integração na infraestrutura verde. A literatura recente sobre planeamento paisagístico defende que novos projetos podem tornar-se catalisadores de regeneração quando integrados em estratégias multiescalares (UNEP, 2014; Comissão Europeia, 2021). No caso de Tomiño, três iniciativas concentram esta potencialidade: a via de alta capacidade (VAC), o polígono agroindustrial transfronteiriço e o polígono agroflorestal de Os Panascos.

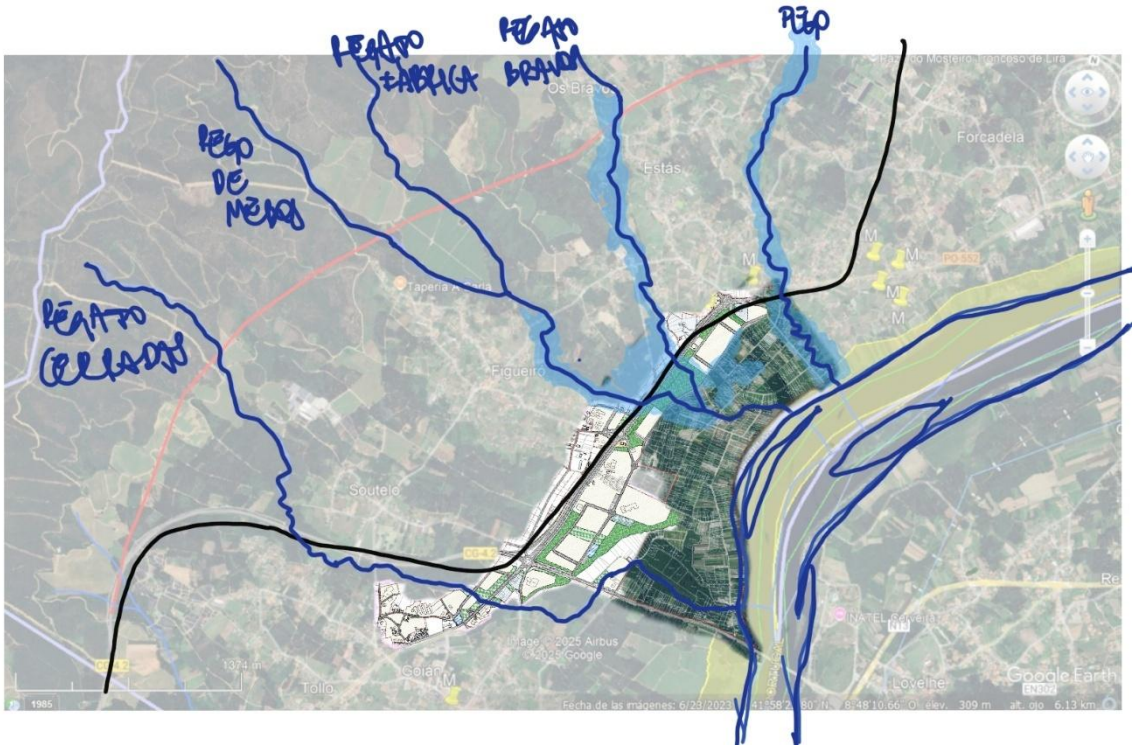


Figura 62. Esquema dos principais projetos e núcleos habitados. Fonte: elaboração própria

A via de alta capacidade (VAC)

A PO552 constitui atualmente o principal eixo viário de ligação entre Goián e Tui, concentrando um tráfego muito elevado de veículos ligeiros e pesados. A sua configuração como estrada de faixa única já não responde à intensidade do tráfego, o que motivou a proposta de desdobramento para via de alta capacidade (VAC). Esta pressão rodoviária traduz-se em problemas de segurança, ruído e poluição atmosférica, afetando diretamente os núcleos habitacionais próximos e as atividades agrícolas da várzea.

O projeto da VAC prevê, portanto, o desdobramento da PO552 sobre o mesmo corredor existente. Contudo, este traçado coincide com áreas agrícolas de elevada fertilidade e com zonas inundáveis. A combinação de elevada intensidade de tráfego e vulnerabilidade ecológica reforça o caráter sensível deste território, que exige soluções de integração mais robustas do que as contempladas no projeto inicial.

Figura 63. PO552 na atualidade. Fonte: elaboração própria

A cartografia oficial sobrepõe o traçado previsto sobre a carta de habitats de interesse comunitário já estudada, nomeadamente o **91E0 – bosques aluviais de amieiros e freixos**, além de mosaicos de bosque autóctone e prados húmidos. Trata-se de ecossistemas de grande valor, associados à rede Natura 2000, que desempenham funções críticas de regulação hidrológica e conservação da biodiversidade. O atravessamento de tais habitats por uma via rápida representa, assim, um risco elevado de fragmentação ecológica.

Ao localizar-se numa várzea aluvial, esta faixa territorial cumpre ainda um papel de zona tampão natural, facilitando a infiltração, a recarga do aquífero e a dissipação de cheias. O desdobramento da estrada sem medidas específicas de proteção ameaça comprometer estes processos, agravando a vulnerabilidade do sistema fluvial e reduzindo a resiliência ecológica da paisagem.

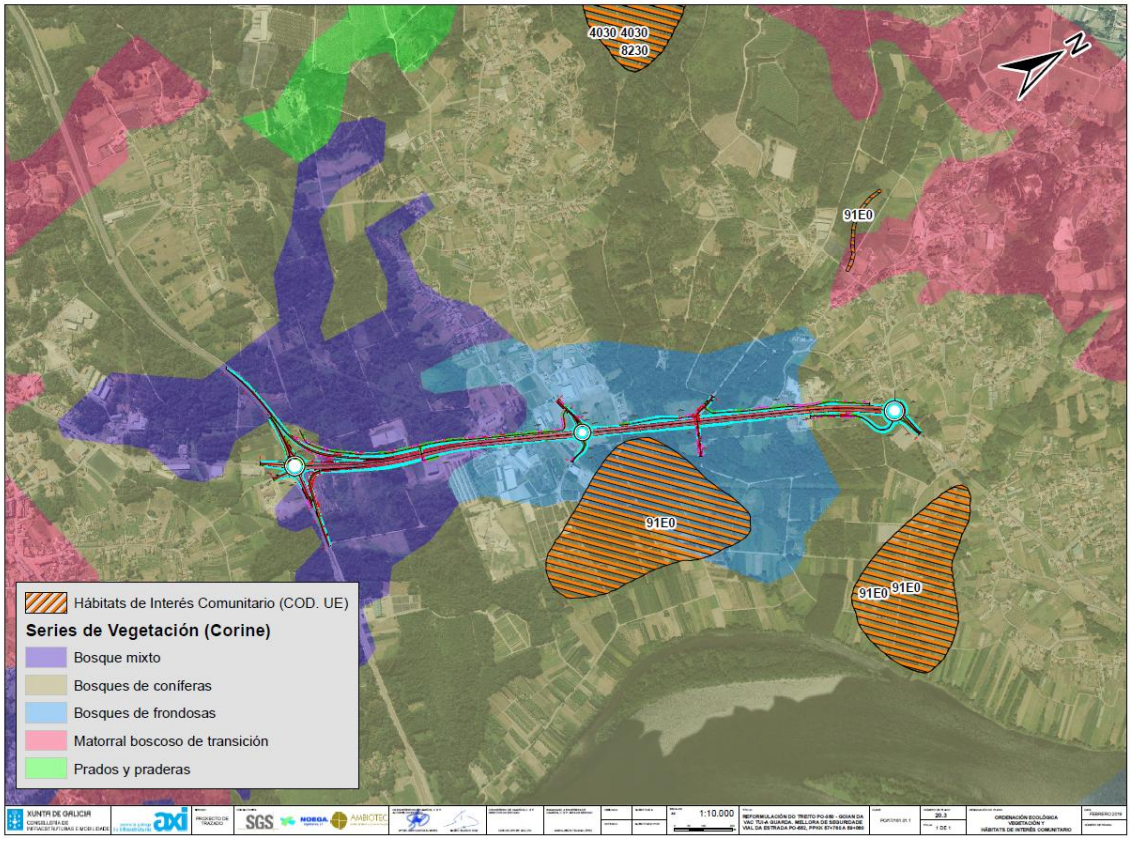


Figura 64. Interseção da VAC com habitats de interesse comunitário e séries de vegetação (Corine). Fonte: Xunta de Galicia (2022)

O projeto atual de drenagem assenta em pequenas passagens hidráulicas de secção reduzida (2,0 × 2,0 m), concebidas apenas para escoar águas pluviais. Do ponto de vista ecológico, estas estruturas são manifestamente insuficientes: não permitem o fluxo de fauna de médio porte, nem asseguram a passagem de cheias rápidas típicas de cursos pluviais-oceânicos. Ao invés de garantir conectividade, funcionam como pontos de estrangulamento do sistema hídrico.

A ausência de viadutos ou estruturas de maior amplitude compromete a continuidade natural das linhas de água que confluem no Regato da Fábrica. Isto significa que, em eventos de cheia, o efeito barragem pode aumentar o risco de inundação a montante, ao mesmo tempo que se interrompem corredores ecológicos fundamentais. Uma

solução baseada em viadutos elevados seria, neste contexto, a única capaz de compatibilizar mobilidade rodoviária com integridade ecológica.

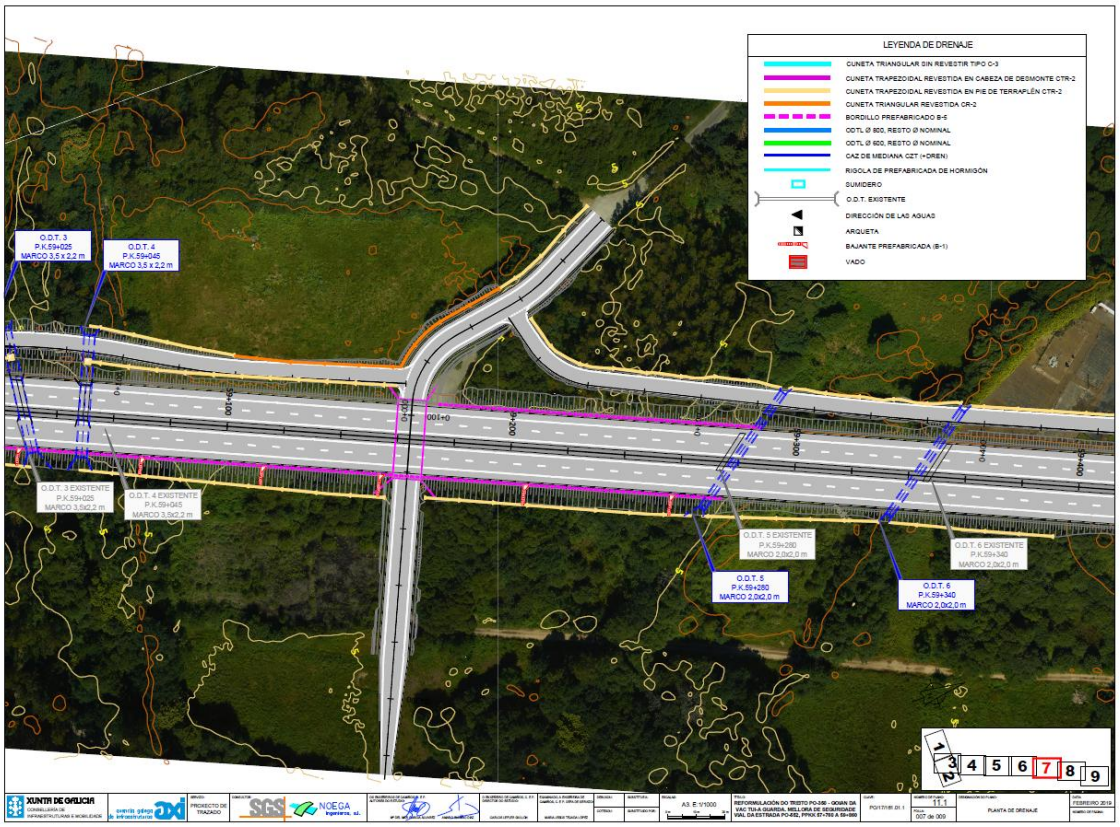


Figura 65. Sistema de drenagem transversal previsto no projeto da VAC. Fonte: Xunta de Galicia (2022)

O plano de restauro paisagístico previsto limita-se a hidrossementeiras generalistas, extensões de terra vegetal e pequenas plantações lineares nos taludes. Para uma via rápida com velocidade de projeto de 100 km/h, este tipo de tratamento é meramente cosmético: garante apenas a estabilização inicial do solo e uma mitigação visual superficial, sem acrescentar funções ecológicas relevantes.

Além de pobre em diversidade, esta revegetação carece de espécies arbóreas e arbustivas autóctones que poderiam reforçar corredores de continuidade ecológica. Em vez de integrar a infraestrutura na matriz paisagística, o projeto atual perpetua uma lógica minimalista, desajustada à escala da intervenção e à sensibilidade ecológica do vale. A ausência de soluções multifuncionais — como taludes verdes estruturados, jardins de chuva ou zonas tampão arborizadas — confirma que se trata de um desenho insuficiente para o contexto em causa.

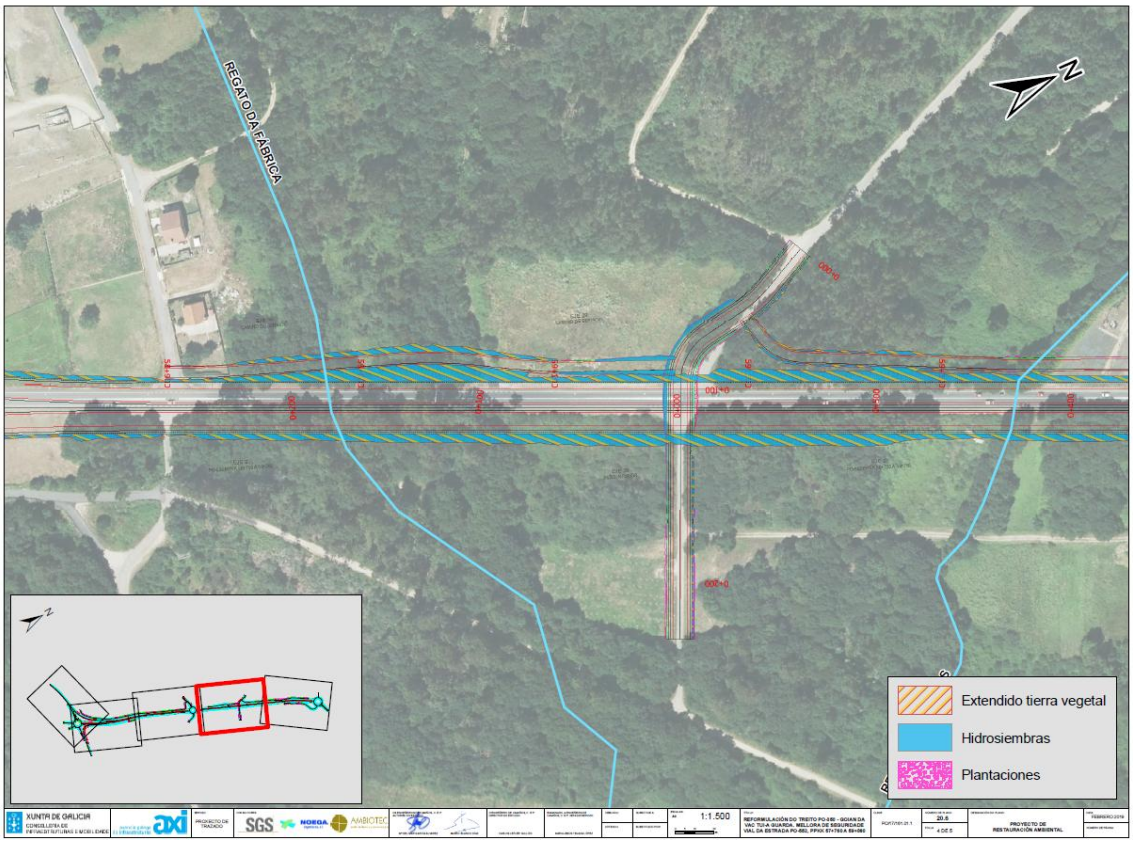


Figura 66. Projeto de revegetação de taludes na VAC: hidrossementeiras, plantações lineares e extensões de terra vegetal.

Assim, em vez de representar apenas uma barreira, a VAC pode converter-se em espinha dorsal de uma rede de drenagem sustentável, servindo de suporte a jardins de chuva, zonas tampão e passagens para fauna.

O polígono agroindustrial transfronteiriço

O projeto do polígono agroindustrial transfronteiriço de Goián–Estás abrange uma superfície de mais de 113 ha, dos quais cerca de 65 ha são reclassificados como solo urbanizável para novos desenvolvimentos industriais e agroindustriais, distribuídos em oito setores. O projeto prevê a regularização das atividades empresariais já implantadas, a criação de novas parcelas produtivas, bem como a reserva de espaços para dotações públicas e zonas verdes, respondendo à necessidade de oferecer solo empresarial ordenado e de coesionar o território com a VAC e com a fronteira portuguesa.

A sua localização, no coração da várzea agrícola, sobrepõe-se parcialmente a áreas inundáveis e a setores de elevada permeabilidade do solo, o que poderá aumentar

significativamente o risco de escorrência superficial, de contaminação difusa e de rutura da conectividade ecológica. O planeamento reconhece esta condição e incorpora a proteção de 23,6 ha como solo rústico de águas e canais, assim como de 25,7 ha de proteção de infraestruturas vinculadas ao traçado da VAC. Contudo, a reclassificação afeta também 56,5 ha de solo rústico de proteção agropecuária, o que representa uma transformação substancial do mosaico agrário tradicional.

O projeto inclui reservas de solo para equipamentos comunitários. Estas dotações, se concebidas em chave multifuncional, podem atuar como interface entre a zona produtiva e o tecido residencial, reduzindo impactos e gerando novos serviços para a população.

Do ponto de vista ambiental e paisagístico, o planeamento introduz critérios de integração, como a criação de parques e corredores verdes vinculados aos regatos da Fábrica e dos Bravos e a incorporação de massas arbóreas autóctones existentes. Não obstante, a magnitude da intervenção e a pressão derivada dos usos intensivos expõem riscos claros de incremento de escorrência superficial, contaminação difusa por fertilizantes e perda de conectividade ecológica. O desafio reside em transformar o polígono num exemplo de eco-parque produtivo, incorporando zonas húmidas interiores, SUDS, sistemas de mobilidade suave e estratégias de bioeconomia circular.

Finalmente, o caráter transfronteiriço do projeto oferece uma oportunidade singular: coordenar-se com as áreas empresariais de Vila Nova de Cerveira e com as iniciativas de conservação do lado português, configurando uma infraestrutura verde partilhada que funcione como suporte tanto para a competitividade económica como para a identidade cultural da raia húmida.

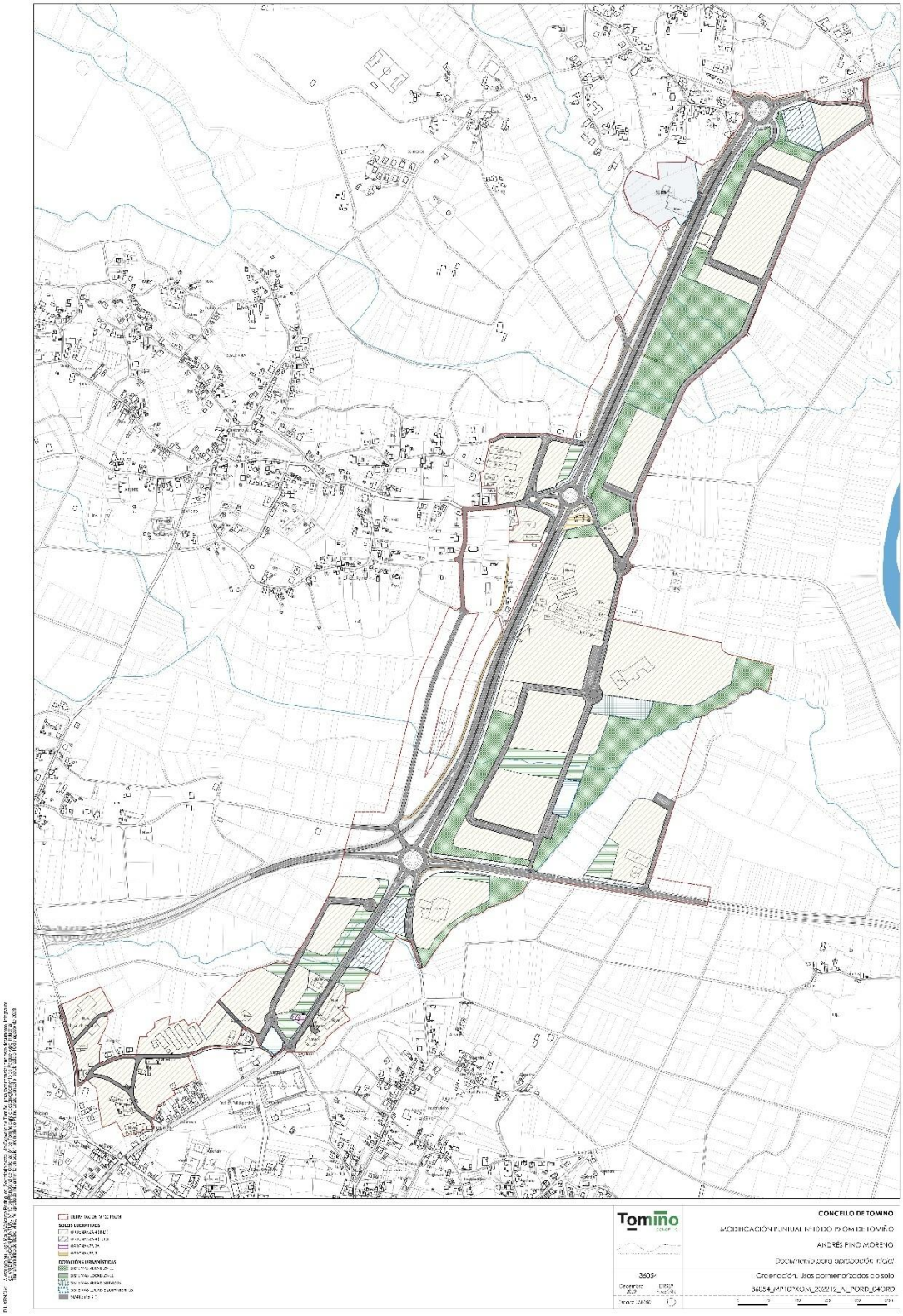


Figura 67. Projeto do polígono agroindustrial transfronteirizo, com o traçado previsto da VAC incorporado. Fonte: Concello de Tomiño (2023)

O polígono agroflorestal de Os Panascos

O terceiro grande projeto em curso, o polígono agroflorestal, insere-se num enquadramento legislativo recente da Galiza, destinado a promover o uso eficiente do solo e a recuperação de áreas abandonadas através de fórmulas de gestão coletiva.

O discurso oficial sobre a área de Os Panascos insiste em defini-la como uma "zona abandonada", suscetível de ser "recuperada" para novos usos produtivos (La Voz de Galicia, 2021). Contudo, esta interpretação é redutora. É certo que se trata de terras subutilizadas do ponto de vista agrícola, mas esse abandono permitiu a regeneração espontânea de bosquetes de frondosas caducifólias, matos autóctones e prados húmidos. Longe de constituírem espaços inúteis, estas formações fornecem serviços ecossistémicos fundamentais: armazenamento de carbono, proteção do solo contra a erosão, regulação hídrica, melhoria da qualidade da água e criação de habitats para a biodiversidade.

Assim, a caracterização da zona como "abandonada" ignora a sua produtividade ecológica e cultural. A várzea de Os Panascos transformou-se num mosaico de vegetação autóctone que acrescenta valores ambientais significativos ao território. Qualquer intervenção deve, por isso, reconhecer e integrar estes serviços ecossistémicos existentes, em vez de partir da premissa de que abandono equivale a ausência de valor. Só deste modo poderá compatibilizar-se uma nova atividade agroindustrial com a conservação da identidade paisagística e ecológica do Baixo Minho.

Se bem que a sua execução levanta incógnitas quanto à possível intensificação futura, o polígono agroflorestal pode ser visto como laboratório vivo para a implementação de práticas de agroecologia e silvicultura sustentável. A promoção de sistemas agroflorestais mistos, a valorização de espécies autóctones e a criação de faixas de proteção em torno das linhas de água podem transformar Os Panascos em referência para a integração entre produção, biodiversidade e adaptação climática. Além disso, a gestão cooperativa pode favorecer práticas inovadoras que, de forma individual, seriam muito difíceis ou mesmo impossíveis de implementar.

Figura 68. Parcelario Os Panascos. Fonte: Xunta de Galicia (2021)

O diagnóstico mostra que estes três projetos — VAC, polígono agroindustrial e polígono agroflorestal — implicam riscos ambientais claros, mas também possuem um potencial transformador se forem concebidos como oportunidades de infraestrutura verde. Em todos os casos, a chave está na passagem de um modelo de desenho centrado apenas na função produtiva ou viária para um modelo integrado, em que cada projeto contribui simultaneamente para a regulação hídrica, a conectividade ecológica, a multifuncionalidade paisagística e a valorização cultural.

Figura 69. Caminhos dentro da zona da concentração parcelaria. Fonte: elaboração própria

Embora a diagnose incida sobretudo na escala M, importa sublinhar que:

- na escala L, representam transformações com impacto territorial mais amplo, pois redefinem a posição do Baixo Minho na rede produtiva e viária transfronteiriça;
- na escala S, a sua concretização deve ser detalhada nas áreas críticas como as ARPSI, onde o risco de inundação exige soluções locais de infiltração e armazenamento.

A metodologia de *Landscape Character Assessment* ensina-nos que as propostas de ordenamento devem respeitar e valorizar o carácter da paisagem. Aplicado a Tomiño, isto significa que os novos projetos devem dialogar com a identidade agrícola e cultural da várzea, com a memória da raia húmida e com os núcleos de biodiversidade em regeneração. A leitura multiescalar mostra que, longe de serem apenas ameaças, os novos projetos podem constituir motores de reconciliação entre economia e ecologia. A condição é clara: devem ser concebidos não como elementos isolados, mas como peças de uma infraestrutura verde que atravesse toda a sub-bacia, articulando várzea, encostas e regatos. Só assim será possível transformar pressões em oportunidades e alinhar o desenvolvimento territorial com os objetivos de restauro ecológico e de adaptação climática discutidos nos capítulos 6 e 7.

8.3 Proposta: projetar para o equilíbrio

A transição da diagnose para a proposta exige um enquadramento que permita compreender a lógica subjacente às intervenções recomendadas. Como se destacou nos capítulos anteriores, o restauro ecológico deixou de ser entendido como mera recuperação de estados de referência naturais, passando a integrar de forma explícita as dimensões sociais, económicas e culturais (Palmer et al., 2005; Clewell & Aronson, 2013). Este novo paradigma reconhece que nem sempre é possível restituir condições originais, mas é viável restaurar processos ecológicos, reforçar a resiliência territorial e gerar benefícios múltiplos para a sociedade (Comissão Europeia, 2021).

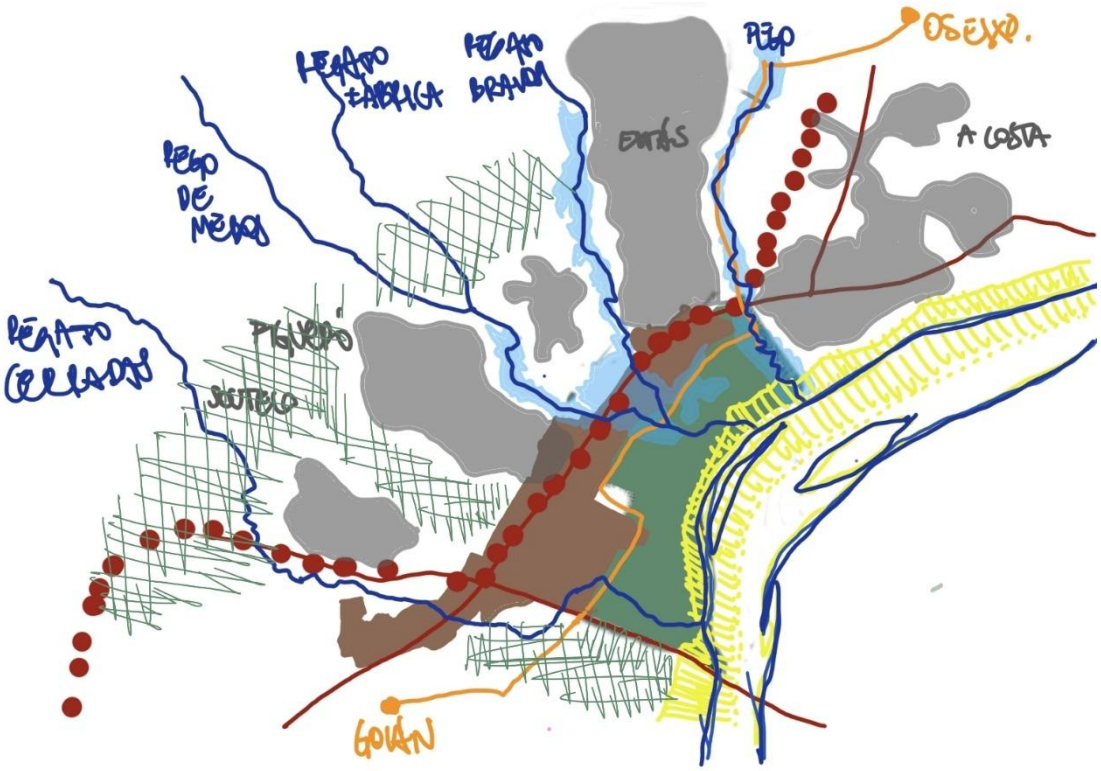


Figura 70. Esquema da área de atuação. Fonte: elaboração própria

No caso de Tomiño, o diagnóstico multiescalar revelou um território de contrastes: de um lado, elevado valor ecológico e paisagístico, refletido na presença de áreas protegidas e habitats prioritários; do outro, pressões intensas relacionadas com a agricultura intensiva, a urbanização dispersa e a implantação de grandes projetos infraestruturais. Esta condição híbrida confirma que a paisagem fluvial não deve ser vista apenas como espaço vulnerável, mas como campo de oportunidade para aplicar estratégias e técnicas inovadoras de ordenamento e de projeto para a adaptação climática. A proposta considera tamén a valorização da produção ornamental local como parte da bioeconomia verde.

A proposta assenta, assim, na implementação de uma estratégia de infraestrutura verde inspirada nas recomendações da UNEP (2014) e nos princípios das Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Também está alinhada com a Guía de Infraestructura Verde Municipal (Calaza, 2020), que recomenda a adaptação às escalas operativas locais. Em termos práticos, isto significa estruturar as intervenções em três níveis interligados:

- Escala L (Sub-bacia “Río Miño X”) → medidas territoriais amplas, dirigidas a melhorar o estado ecológico da massa de água, reduzir a poluição difusa e reforçar a conectividade ecológica.

- Escala M (Regatos Medos–Bravos–Fábrica) → intervenções locais que transformem pressões agrícolas e industriais em oportunidades de restauro e conectividade.
- Escala S (ARPSI Goián–Tomiño) → desenho de espaços de inundação multifuncionais que conciliem segurança hídrica, usos produtivos e valorização cultural.

Cada nível responde a um conjunto específico de problemas e potencialidades, mas todos se articulam para configurar uma paisagem mais equilibrada, resiliente e identitária. A proposta, portanto, não é apenas técnica, mas estratégica e paisagística, orientada por uma visão integradora que se prolonga desde a escala territorial até ao detalhe do espaço público.

8.3.1 Escala de intervenção L

O objetivo da escala L é identificar padrões espaciais amplos e fragilidades estruturais que não são visíveis nas escalas mais detalhadas, fornecendo diretrizes para a integração da infraestrutura verde a nível municipal.
A leitura cartográfica evidencia três elementos centrais:

- Gradiente altitudinal. Da serra à várzea observa-se uma sequência marcada: nas cabeceiras, plantações florestais de rápido crescimento (pinheiro e eucalipto); nas encostas intermédias, mosaico agrícola em transformação (vinha, kiwi); na várzea, solos férteis ocupados por usos produtivos intensivos e atravessados por infraestruturas e habitação dispersa.
- Grandes manchas de ocupação. A 1:50.000 destacam-se os blocos contínuos de monocultura florestal e agrícola, que reduzem a diversidade da paisagem. Estes contrastam com pequenas manchas de vegetação caducifólia e corredores ripários fragmentados.
- Estrutura territorial. A dispersão residencial e a expansão viária criam descontinuidades na rede ecológica. A várzea surge como área crítica, tanto pelo risco de inundação como pela pressão produtiva e urbana.

Os problemas principais são:

1. Fragmentação estrutural da vegetação nativa, com perda de conectividade em larga escala.

2. Perda do mosaico tradicional: blocos de monocultura florestal, encostas agrícolas intensivas e várzea ocupada por múltiplos usos produtivos e residenciais.
3. Vulnerabilidade da várzea, sujeita a cheias periódicas e ocupada por usos incompatíveis com a sua função de regulação hidrológica.
4. Expansão de infraestruturas e dispersão residencial, que aumentam a impermeabilização e reduzem a resiliência do território.

A 1:50.000 as medidas assumem caráter orientador, funcionando como diretrizes de enquadramento:

- Reforço da conectividade ecológica, criando corredores longitudinais que unam as cabeceiras com a várzea, integrando manchas de frondosas caducifólias e cursos de água.
- Diversificação dos usos florestais e agrícolas, incentivando mosaicos multifuncionais que reduzam a homogeneização em blocos extensos.
- Proteção da várzea como infraestrutura natural de regulação, limitando novos processos de impermeabilização e incentivando usos compatíveis (prados húmidos, parques inundáveis).
- Contenção da dispersão residencial, através de franjas buffer de vegetação em torno dos núcleos e de green belts periurbanos que articulem espaços agrícolas e ecológicos.
- Integração das práticas agrícolas no quadro da infraestrutura verde, reduzindo químicos em áreas sensíveis e reforçando zonas tampão em margens e cabeceiras.

A escala L permite compreender o Río Miño X como sistema territorial completo, evidenciando gradientes, contrastes e padrões que não são percetíveis em análises mais detalhadas. Estas orientações oferecem o contexto necessário para que as intervenções das escalas M e S se inscrevam num quadro coerente de restauro ecológico e de adaptação climática.

Tabela 12. Problemas e medidas de IV na escala L. Fonte: elaboração própria basada en UNEP (2014)

Problema identificado	Medidas de infraestrutura verde (UNEP, 2014 e adaptações)

Fragmentação estrutural da vegetação nativa	Criação de corredores ecológicos longitudinais; reforço de sebes e conectores
Perda de mosaico	Diversificação em mosaicos multifuncionais; introdução de espécies autóctones
Vulnerabilidade da várzea inundável	Proteção como área de regulação hidrológica; promoção de usos compatíveis
Dispersão residencial e expansão viária	Green belts periurbanos; franjas buffer de frondosas; integração paisagística
Contaminação difusa ligada à agricultura intensiva	Zonas tampão em margens e cabeceiras; redução de químicos; práticas agroecológicas

8.3.2 Escala de intervenção M

A escala M corresponde a um nível de planeamento estratégico, no qual as diretrizes gerais definidas na escala L se concretizam no território. A diferença do nível anterior é que aqui as medidas são já espacializadas, ainda que de forma esquemática, identificando a sua localização aproximada e configurando um plano de ação operativa. Trata-se, assim, de transformar princípios em propostas concretas que articulam usos agrícolas, florestais, infraestruturais e urbanos, sempre a partir da lógica da infraestrutura verde.

A leitura cartográfica evidencia a presença de extensas monoculturas de eucalipto e coníferas nas zonas altas da sub-bacia, configurando um esquema homogéneo que reduz a conectividade ecológica e aumenta a vulnerabilidade ao fogo. Neste contexto, propõe-se a diversificação estrutural destas áreas, tanto ao nível das técnicas de produção florestal (privilegiando, por exemplo, povoamentos de alto fuste em linhas de festo ou sistemas de desbaste seletivo) como da variedade de produtos e usos, incentivando o aproveitamento de produtos secundários que reduzam a acumulação de biomassa e, consequentemente, a carga combustível disponível. Paralelamente, recomenda-se a experimentação com espécies ou cultivos alternativos de maior valor ecológico e económico, integrados em mosaicos agroflorestais, de modo a diminuir a pressão sobre os solos e a diversificar as funções da paisagem. Complementarmente, a introdução progressiva de franjas de vegetação autóctone permite recuperar a continuidade ecológica, reforçar a resiliência climática e criar zonas tampão entre diferentes usos, contribuindo para um território mais heterogéneo e adaptado às perturbações.

Segundo o *Atlas de Hábitats Naturais e Seminaturais de Espanha*, as cabeceiras correspondiam originalmente a céspedes crasifólios e matos higrófilos, hoje em parte ocupados por plantações florestais de crescimento rápido. Recomenda-se a criação de buffers de 50 metros orientados para a regeneração desses habitats, privilegiando prados húmidos e vegetação arbustiva em vez de plantações florestais. A análise de ortofotos demonstra que a regeneração espontânea é já visível sobretudo nas galerias ripárias arborizadas, confirmando a eficácia das técnicas de restauro passivo em contextos onde a pressão antrópica foi eliminada. No entanto, nas áreas de nascente não existem ainda evidências claras de recuperação dos céspedes e matos higrófilos originais, pelo que a estratégia deve combinar o restauro passivo como primeira opção com possíveis medidas ativas de revegetação sempre que a resposta natural se revele insuficiente.

A proteção das linhas de água constitui outra prioridade fundamental. Propõe-se a instalação de faixas ripárias contínuas de 20 a 50 metros, compostas por caducifólias autóctones, que funcionem simultaneamente como filtros de poluição difusa e como corredores de conectividade. Estas margens desempenham também uma função microclimática, reduzindo o stress térmico e oferecendo refúgio para a fauna. Complementarmente, a implantação de zonas húmidas artificiais de fitodepuração, localizadas a jusante das áreas agrícolas mais intensivas, permitirá reter nutrientes, pesticidas e sólidos em suspensão, reforçando a biodiversidade através da integração de macrófitas e prados húmidos.

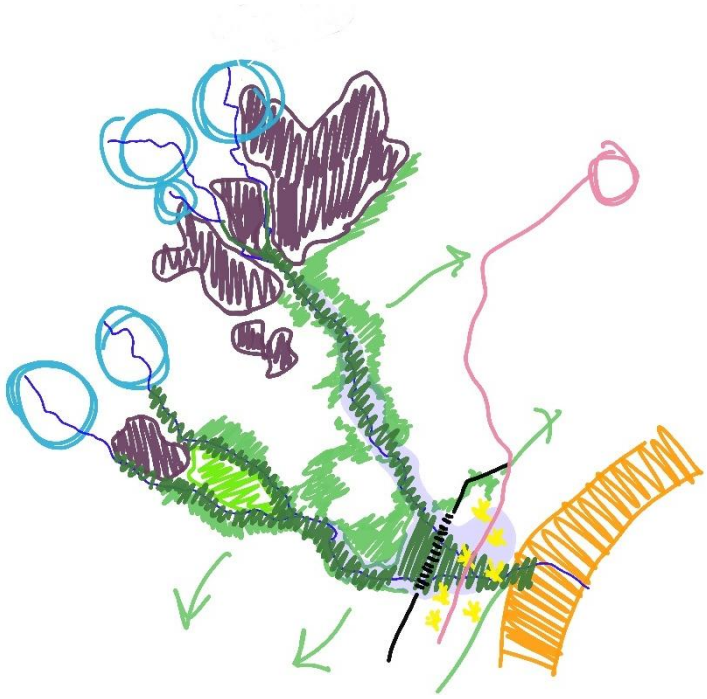


Figura 71. Esquema conceptual do sistema de regatos da escala M. Fonte: elaboração própria

No que respeita aos cultivos permanentes, identificam-se diferentes medidas adaptativas. Nas vinhas implantadas de acordo com as curvas de nível, recomenda-se o reforço com faixas herbáceas perpendiculares para limitar processos erosivos, enquanto que nas parcelas dispostas perpendicularmente ao relevo se propõe a reconversão progressiva em patamares ou linhas curvas, sempre associadas a cobertos herbáceos permanentes. Nos trechos onde os regatos atravessam áreas de vinha, devem garantir-se buffers de pelo menos 20 metros. O cultivo de kiwi, caracterizado por uma forte dependência hídrica e elevada carga de fertilização, requer igualmente uma adaptação estrutural que inclua a rega localizada, a instalação de cobertos herbáceos sob a cultura e a criação de zonas húmidas artificiais para retenção e reaproveitamento das águas de drenagem. Nas parcelas próximas de regatos ou áreas húmidas, torna-se necessário o estabelecimento de faixas arbustivas que atuem como filtros ecológicos.

As áreas agrícolas de encosta, dedicadas principalmente a cultivos familiares, exigem uma gestão integrada orientada para a contenção da erosão, favorecendo a manutenção e recuperação de sebes vivas, muros de pedra seca e sistemas agroflorestais que estabilizam o solo e aumentam a heterogeneidade paisagística.

Nas zonas baixas da várzea propõe-se privilegiar a presença de viveiros ornamentais adaptados a uma gestão sustentável, com eliminação progressiva do uso de químicos e integração de técnicas baseadas na natureza. Esta área pode assumir um duplo papel:

produtivo, assegurando a continuidade da atividade económica local, e paisagístico, funcionando como um espaço de fruição onde a população possa admirar as espécies ornamentais, a floração sazonal das árvores e a diversidade botânica característica do vale.

A expansão das infraestruturas constitui outro vetor crítico. A futura Via de Alta Capacidade (VAC) e os novos polígonos agroindustriais representam potenciais barreiras à continuidade ecológica. Para mitigar este efeito, recomenda-se a sua integração na rede verde-azul através de passagens de fauna, drenagens verdes e soluções de permeabilidade ecológica. No caso dos solos industriais, torna-se essencial incorporar sistemas de drenagem urbana sustentável (SUDS), corredores verdes e espaços de infiltração, de forma a reduzir o risco de inundação e assegurar a sua articulação com a infraestrutura verde.

Por fim, a escala M identifica a necessidade de melhorar a relação entre os núcleos urbanos e a matriz agrícola envolvente. Propõem-se buffers de transição constituídos por faixas arborizadas de frondosas (política municipal já posta en marcha polo Concello de Tomiño), que atuam como zonas tampão ecológicas e produtivas entre a urbanização dispersa e os usos agrícolas intensivos. Neste mesmo eixo de integração destaca-se a proposta de uma senda verde que ligue o núcleo urbano de Tomiño a Goián, aproveitando margens de regatos e campos agrícolas para criar um corredor ecológico-recreativo que, para além de promover mobilidade sustentável e o uso público do espaço fluvial, fortalece a coesão territorial e estabelece uma ligação direta à travessia internacional para Vila Nova de Cerveira.

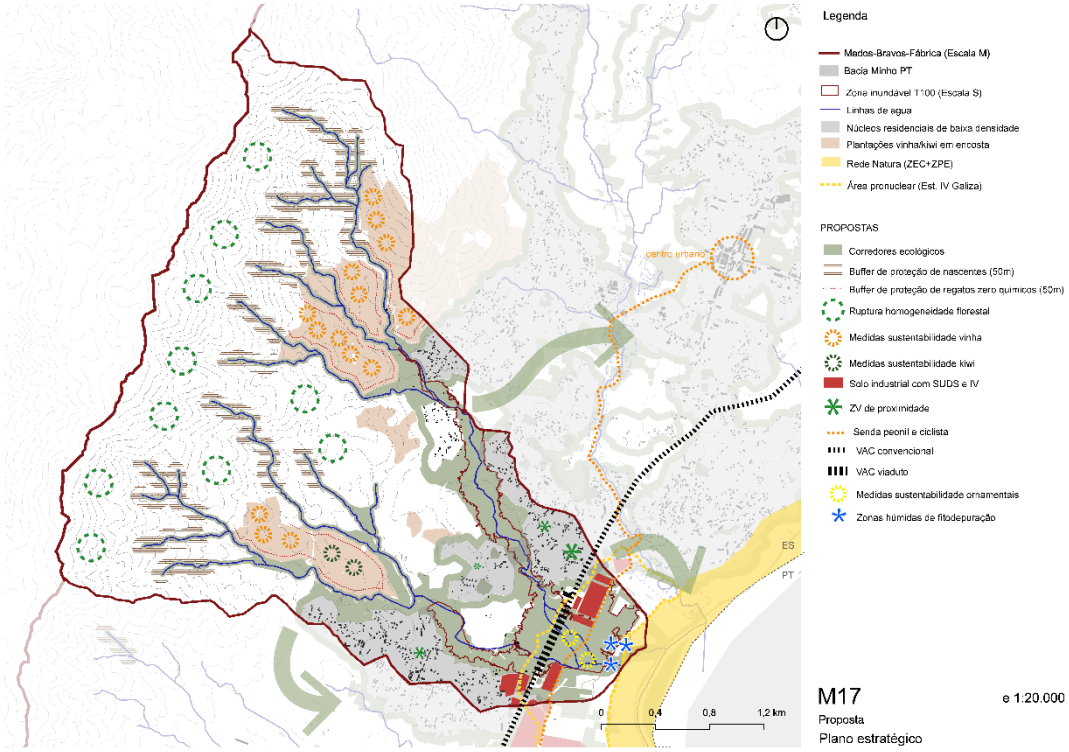


Tabela 13. Problemas e medidas de IV na escala M. Fonte: elaboração própria basada en UNEP (2014)

Problema identificado	Medidas de infraestrutura verde (UNEP, 2014 e adaptações)
Monocultura florestal de eucalipto e coníferas nas zonas altas	Diversificação estrutural com técnicas de produção diferenciadas, aproveitamento de produtos secundárioS, experimentação com espécies ou cultivos alternativos, e introdução de franjas de vegetação autóctone.
Degradação das nascentes e cabeceiras	Criação de buffers de 50 m orientados para a regeneração natural de prados crassifólios e matos higrófilos.
Poluição difusa agrícola nas linhas de água	Instalação de faixas ripárias contínuas de 20–50 m com caducifólias autóctones como filtros ecológicos e corredores; integração de zonas húmidas artificiais de fitodepuração a jusante das áreas agrícolas intensivas.
Cultivos permanentes de vinha	Reforço com faixas herbáceas perpendiculares nas vinhas já adaptadas; reconversão progressiva de parcelas perpendiculares ao relevo em patamares ou linhas curvas com cobertos herbáceos permanentes; buffers ripários de 20 m onde os regatos atravessam a vinha.

Cultivos permanentes de kiwi	Rega localizada e eficiente, instalação de cobertos herbáceos sob a cultura, criação de zonas húmidas artificiais para retenção e reaproveitamento das águas de drenagem, e implantação de faixas arbustivas protetoras em proximidade de regatos.
Áreas agrícolas de encosta	Gestão integrada com manutenção e recuperação de sebes, muros de pedra seca e sistemas agroflorestais para contenção da erosão e aumento da heterogeneidade paisagística.
Zona de várzea com viveiros ornamentais	Promoção de viveiros ornamentais geridos sem químicos, integrando técnicas baseadas na natureza; valorização da paisagem como espaço de fruição e contemplação pública das espécies ornamentais e árvores em floração.
Expansão de infraestruturas (VAC e polígonos agroindustriais)	Integração na rede verde-azul através de passagens de fauna, drenagens verdes e soluções de permeabilidade; nos solos industriais, adoção de SUDS, corredores verdes e espaços de infiltração.
Interface urbano–agrícola	Buffers de transição com faixas arborizadas de frondosas e hortas comunitárias; senda verde entre Tomiño e Goián como corredor ecológico-recreativo, reforçando a coesão territorial e a ligação internacional a Vila Nova de Cerveira.

8.3.3 Escala de intervenção S

A escala S permite detalhar as propostas no território da várzea, uma área altamente vulnerável devido à sua localização em zona de inundação recorrente. O mapa de profundidade hidráulica evidencia que a cheia de probabilidade média (T100) atinge aqui valores superiores a 1,6 metros em determinados pontos, configurando um espaço de elevada perigosidade, mas também de grande potencial para a criação de soluções baseadas na natureza. Neste contexto, propõe-se a criação de um parque inundável, que desempenha simultaneamente funções ecológicas, recreativas e simbólicas. Localizado na área de maior profundidade de inundação, o parque converte o risco em oportunidade, oferecendo um espaço multifuncional que contribui para a laminagem das cheias e, ao mesmo tempo, para o uso público da várzea.

Atualmente, a zona encontra-se ocupada por vegetação mista, com plantações florestais abandonadas e presença significativa de espécies invasoras (*Acacia melanoxylon*). A proposta prevê a sua substituição por um mosaico de espécies

autóctones características dos bosques ripários atlânticos (amieiros, freixos, salgueiros) combinadas com espécies ornamentais selecionadas que reforcem o valor estético e funcionem como um muestrario botânico acessível à população. Esta abordagem permite conjugar funções ecológicas e educativas, favorecendo a perceção pública da biodiversidade e valorizando a identidade paisagística do vale. O parque incluirá um equipamento público integrado, situado próximo da fronteira, de modo a assumir um papel transfronteiriço no reforço da coesão entre Tomiño e Vila Nova de Cerveira.

O parque inundável será ainda complementado por zonas húmidas artificiais e áreas de infiltração integradas no solo industrial projetado, de modo a criar sinergias entre o espaço produtivo e o ecológico. A implementação de telhados verdes e SUDS em áreas urbanizadas reforçará o ciclo natural da água, permitindo reduzir o escoamento superficial e apoiar a função laminadora do parque.

Figura 72. Bocetos de projeto. Fonte: elaboração própria

Um elemento crítico nesta escala é o viaduto da Via de Alta Capacidade (VAC), que atravessa a várzea. Longe de ser encarado como uma barreira, o viaduto pode ser convertido em infraestrutura de permeabilidade ecológica, prevendo passagens de fauna, drenagens verdes e enquadramento paisagístico com vegetação adaptada. A estrutura elevada do viaduto, associada a uma adequada gestão da vegetação e das cotas, pode inclusive reforçar a função simbólica do parque, marcando a entrada no território e evidenciando a convivência entre sistemas antrópicos e processos naturais

Um dos eixos fundamentais é a recuperação da infraestrutura verde na várzea, onde as plantações florestais não são ecologicamente apropriadas. A presença de coníferas ou eucaliptos em áreas sujeitas a inundações recorrentes apresenta vários problemas: estas espécies não estão adaptadas a solos saturados e a encharcamentos prolongados, sofrendo elevada mortalidade; a sua estrutura radicular reduz a capacidade natural de infiltração, comprometendo a recarga dos aquíferos; e a acumulação de biomassa lenhosa aumenta o risco de queda de árvores em episódios de cheia, representando uma ameaça para pessoas e bens num território já densamente ocupado. Além disso, estes povoamentos pouco contribuem para a depuração da água, ao contrário das comunidades ripárias autóctones, que possuem maior capacidade de filtração e retenção de nutrientes.

Por estes motivos, nas zonas mais baixas e inundáveis propõe-se privilegiar vegetação ripária autóctone (amieiros (*Alnus glutinosa*), freixos (*Fraxinus angustifolia*), salgueiros (*Salix atrocinerea*)) em combinação com mosaicos de prados húmidos e herbáceas higrófilas, que melhoram a infiltração, promovem a depuração e asseguram habitats adaptados ao regime de cheia. As manchas de coníferas, eucaliptos ou povoamentos mistos poderão manter-se ou reconverter-se a montante, em cotas mais elevadas, onde a sua função produtiva é mais compatível com a gestão territorial e não interfere com os objetivos de redução de risco e de proteção da várzea.

Nas parcelas dedicadas a cultivos ornamentais na várzea, a proposta assenta na criação de uma franja ripária contínua de 50 metros com vegetação autóctone e na proibição do uso de químicos, dado tratar-se de um solo extremamente permeável e vulnerável à poluição difusa. Este modelo, baseado na produção ornamental sustentável, converte a várzea num espaço duplamente produtivo e paisagístico, onde o cultivo convive com a biodiversidade e a experiência pública da paisagem.

Na zona mais baixa da várzea, mantêm-se parcelas utilizadas como prados de sega extensiva, cuja vegetação corresponde ao tipo descrito no *Atlas de Hábitats Naturais e Seminaturais de Espanha* para os prados atlânticos de sega. Estas comunidades estão dominadas por gramíneas altas como *Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus* e *Dactylis glomerata*, associadas a leguminosas como *Trifolium pratense*. Trata-se de um mosaico semi-natural de elevada importância ecológica, que favorece a infiltração e a retenção da água, contribui para a depuração de nutrientes e oferece recursos valiosos para polinizadores e outra fauna dependente de meios herbáceos. Para além do seu papel hidrológico e ecológico, estes prados representam a continuidade de práticas agrícolas

tradicionais de baixo impacto, cuja manutenção reforça a diversidade paisagística e a identidade cultural da várzea.

As zonas húmidas artificiais de fitodepuração, localizadas na proximidade da Rede Natura 2000, assumem um papel estratégico na mitigação dos impactos agrícolas e urbanos. Estas áreas são concebidas como lagoas ou valas vegetadas capazes de reter nutrientes, pesticidas e sólidos em suspensão antes de chegarem às linhas de água principais. A vegetação proposta baseia-se em comunidades palustres higrófilas descritas no *Atlas de Hábitats Naturais e Seminaturais de Espanha*, incluindo espécies como *Sparganium erectum*, *Carex lusitanica* e *Oenanthe crocata*, adaptadas a condições de inundação prolongada. Para além da sua função depurativa e de regulação hídrica, estas zonas húmidas oferecem habitat a anfíbios, aves aquáticas e invertebrados, reforçando a conectividade ecológica com os espaços protegidos adjacentes. A proximidade à Rede Natura potência ainda o seu valor como áreas de transição ecológica, funcionando como tampão que absorve pressões externas e amplia a superfície útil de conservação.

Por fim, a rede pedonal e ciclável constitui um dos elementos estruturantes da proposta. Destaca-se a senda verde que ligará Tomiño a Goián, concebida como eixo principal de mobilidade suave e de integração transfronteiriça, articulando-se com a ponte internacional para Vila Nova de Cerveira. A este corredor somam-se percorridos secundários que aproveitam os caminhos de parcelária já utilizados pela população local, convertendo-os em trilhos integrados na infraestrutura verde e dotados de sistemas de drenagem sustentável (SUDS). Desta forma, a malha de mobilidade suave reforça a fruição pública da várzea e promove a ligação entre espaços agrícolas, áreas de lazer e núcleos urbanos.

O conjunto destas medidas traduz as linhas estratégicas da escala M num plano estratégico-operativo, capaz de reduzir o risco de inundação, restaurar habitats, valorizar os usos agrícolas e ornamentais, e oferecer à comunidade um espaço inovador de produção, recreio e identidade paisagística.

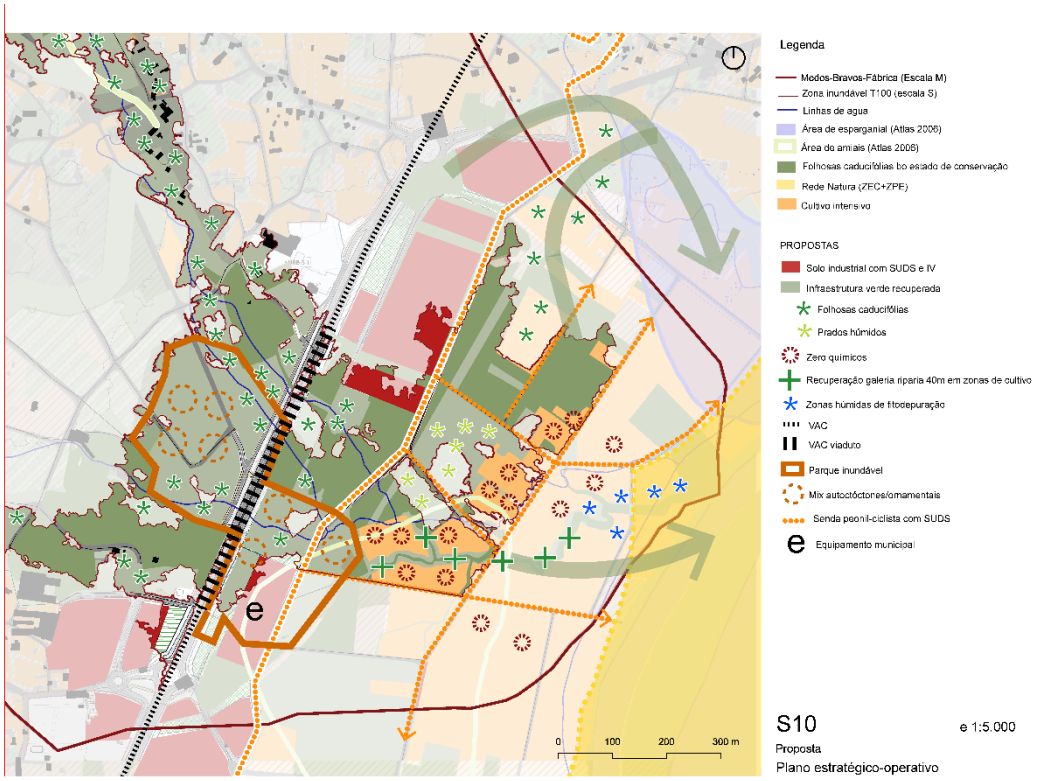


Tabela 14. Problemas e medidas de IV na escala S. Fonte: elaboração própria basada en UNEP (2014)

Problema identificado	Medidas de infraestrutura verde (UNEP, 2014 e adaptações)
Área de várzea sujeita a inundações profundas (T100 >1,6 m)	Criação de parque inundável multifuncional com funções ecológicas, recreativas e simbólicas, integrando vegetação ripária autóctone e ornamental como muestrario botânico.
Presença de vegetação mista com invasoras e plantações florestais abandonadas	Substituição progressiva por mosaico de espécies autóctones ripárias (amieiros, freixos, salgueiros) combinadas com ornamentais selecionadas; remoção de invasoras como *Acacia melanoxylon*. Plantios de coníferas e eucaliptos mantêm-se apenas a montante, fora da várzea
Projetos de solo industrial e expansão urbana	Integração de áreas de infiltração, telhados verdes e SUDS, criando sinergias entre espaço produtivo e parque inundável.
Via de Alta Capacidade prevista	Transformação em infraestrutura de permeabilidade ecológica com viaduto para passagens de fauna, bom funcionamento fluvial e integração paisagística; enquadramento como elemento simbólico do parque.

Cultivos ornamentais em solo extremamente permeável	Criação de franja ripária de 50 m com vegetação autóctone e proibição de químicos; promoção de viveiros ornamentais sustentáveis abertos à fruição pública.
Prados de sega extensiva	Manutenção de prados atlânticos de sega descritos no Atlas de Hábitats, dominados por gramíneas como *Arrhenatherum elatius, Holcus lanatus, Dactylis glomerata* e leguminosas como *Trifolium pratense*; valorização como habitats semi-naturais de infiltração e refúgio de polinizadores.
Impactos agrícolas e urbanos difusos	Implantação de zonas húmidas artificiais de fitodepuração com espécies palustres higrófilas como *Sparganium erectum, Carex lusitanica e Oenanthe crocata*, reforçando a conectividade com a Rede Natura 2000.
Déficit de mobilidade suave e integração transfronteiriça	Criação de senda verde Tomiño–Goián como eixo estruturante, articulada com a ponte internacional; aproveitamento dos caminhos de parcelária como rede secundária com SUDS.

Conclusões

Um dos pontos de partida desta dissertação foi a constatação, já evidenciada na literatura, de que existe uma grande diversidade de conceitos associados ao termo "restauro", frequentemente aplicado a intervenções que não correspondem ao que o restauro ecológico significa em sentido rigoroso. Essa confusão terminológica não é apenas teórica: tem efeitos práticos na forma como se planeiam e executam projetos, podendo reduzir a restauro a ações de reabilitação paisagística ou de renaturalização parcial que não asseguram a recuperação funcional dos ecossistemas. Ao longo do trabalho procurou-se clarificar essa distinção, assumindo explicitamente o enquadramento de restauro ecológico como um processo que não visa apenas recompor ecossistemas degradados, mas restabelecer processos e funções ecológicas em diferentes escalas, promover a continuidade e a conectividade dos habitats e, ao mesmo tempo, integrar dimensões sociais, culturais e económicas no desenho das propostas.

A análise desenvolvida demonstra que esta abordagem só pode ser compreendida numa perspetiva multiescalar, particularmente relevante no caso das paisagens fluviais, onde a continuidade ecológica e hidrológica depende da articulação entre diferentes níveis de intervenção. A escala L permitiu enquadrar o Baixo Minho no contexto da bacia hidrográfica, evidenciando as pressões estruturais e os grandes processos de conectividade. A escala M traduziu essas orientações em diretrizes espaciais, identificando zonas de conflito entre usos agrícolas, florestais e urbanos e propondo medidas de compatibilização. A escala S, por sua vez, trouxe o detalhe necessário para experimentar soluções locais e avaliar a sua viabilidade, mostrando que o restauro não é apenas uma estratégia abstrata, mas também um plano operativo para territórios concretos. Este percurso confirma que o restauro ecológico é inseparável da questão da escala e que apenas a articulação entre diferentes níveis de análise e ação assegura a coerência e eficácia das propostas.

Do ponto de vista teórico, o trabalho dialoga com os postulados de que o restauro deve conciliar funções ecológicas com aspetos sociais, culturais e económicos. Um aspeto central da proposta é a forma como os projetos previstos para a zona foram reinterpretados a partir da lógica do restauro. O polígono agroindustrial, concebido como um novo desenvolvimento de solo industrial que poderia agravar a impermeabilização e a contaminação difusa, passa a ser entendido como oportunidade para integrar Soluções Baseadas na Natureza com SUDS e zonas verdes que se articulam

diretamente com o parque inundável e com uma rede pedonal e ciclável. O polígono agroflorestal de Ospanascos transforma-se em área de viveiros ornamentais sem químicos, funcionando como vitrina botânica que valoriza a identidade cultural e os percorridos paisagísticos e culturais da várzea. Finalmente, a nova Via de Alta Capacidade, em vez de ser apenas mais uma barreira, converte-se em oportunidade para melhorar o funcionamento hidrológico da planície de inundação, prevendo drenagens verdes e integrando parte do seu traçado em viaduto, de modo a reforçar a permeabilidade ecológica e a continuidade visual da paisagem. Assim, aquilo que poderia constituir pressões acrescidas transforma-se em suporte para uma paisagem resiliente, multifuncional e culturalmente valorizada.

Outro contributo conceptual prende-se com a valorização do restauro passivo. A literatura tem salientado a sua eficácia e baixo custo quando as condições de regeneração natural se mantêm. A análise de ortofotos confirmou que, ao eliminar as causas de degradação, a vegetação ripária tende a recuperar espontaneamente, validando na prática este princípio. Ao mesmo tempo, o estudo revelou os limites do restauro passivo em contextos como as nascentes, onde os prados húmidos e matos higrófilos originais não apresentam sinais claros de recuperação, possivelmente porque as pressões antrópicas persistem, como a presença de plantações florestais em cabeceiras. Neste sentido, conclui-se que o restauro passivo deve ser a primeira opção, mas frequentemente acompanhado da eliminação das causas de degradação e, se necessário, de medidas ativas de revegetação.

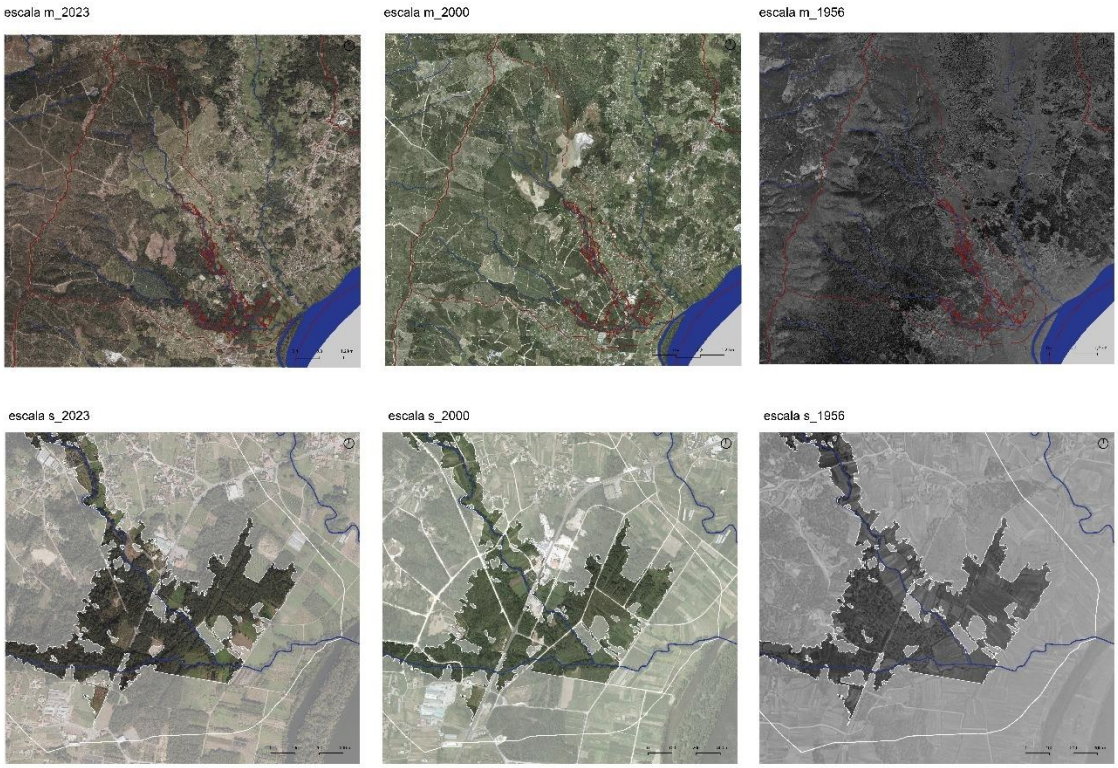


Figura 73. Composição da ortofotografia histórica. Fonte: elaboração própria a partir de PNOA, SIGPAC e voo americano

Em termos metodológicos, a dissertação demonstrou a utilidade da análise espacial em SIG como ferramenta para apoiar processos de restauro. A combinação de cartografia oficial, ortofotos, índices de vegetação (NDVI, NDMI, NDWI) e dados do Atlas de Hábitats permitiu elaborar diagnósticos robustos, identificar áreas críticas e fundamentar propostas adaptadas à realidade local. Esta metodologia, replicável noutros contextos ribeirinhos, mostra que é possível estruturar estratégias sólidas a partir de informação existente, constituindo uma base para fases posteriores de planeamento e projeto.

A nível de governança, o estudo confirma que o restauro ecológico não pode ser dissociado das políticas públicas e da ação local. O alinhamento com a Estratégia Europeia de Infraestrutura Verde e com a Lei de Restauro da Natureza mostra a relevância do quadro supranacional, mas o caso de Tomiño evidencia que a sua concretização depende da escala municipal e da capacidade de integrar diferentes setores (agrícola, florestal, industrial e urbano) e de promover processos participativos.

Apesar das contribuições, importa reconhecer limitações. O trabalho não desenvolveu um sistema robusto de indicadores ecológicos, hidrológicos e sociais que permitisse monitorizar resultados a médio e longo prazo. A participação pública, embora identificada como essencial, não pôde ser incorporada por razões de tempo e alcance.

A proposta não foi formalmente articulada com o PXOM e outros instrumentos de planeamento, o que condiciona a sua força normativa. A ausência de verificações de campo gerou incertezas sobre o estado real de alguns habitats, como esparganiais ou amieirais, cuja confirmação depende de levantamentos in situ. Além disso, a conceção das medidas limitou-se ao lado galego do rio, quando a bacia é um sistema transfronteiriço que exige cooperação com Portugal. Finalmente, a escala de bacia, embora considerada, não pôde ser trabalhada em profundidade, e a avaliação quantitativa dos serviços ecossistémicos ficou por desenvolver devido a restrições de tempo e recursos técnicos.

Em síntese, as conclusões confirmam que restaurar paisagens fluviais é um exercício de integração: de escalas, de setores, de saberes e também de valores ecológicos e culturais. O caso do Baixo Minho mostra que o restauro pode ser simultaneamente uma estratégia de proteção contra riscos, uma oportunidade de valorização económica e um projeto de identidade cultural, contribuindo para a construção de territórios mais resilientes e sustentáveis.

Nota: Este trabalho foi revisto quanto ao estilo, à estrutura e à fluidez e traduzido para português através do ChatGPT.

Referências

Abbott et al. (2024). Scaling up river restoration in the Anthropocene. *Nature Reviews Earth & Environment*, *5*(2), 122–137. https://doi.org/10.1038/s43017-023-00472-8

Amorim, R. R. de. (2019). Infraestrutura verde urbana: conceitos, abordagens e perspectivas. *Cadernos Metrópole*, *21*(44), 923–942. https://doi.org/10.1590/2236-9996.2019-4412

Aronson et al. (2011). Restoration ecology: The new frontier. *In J. van Andel & J. Aronson (Eds.)*, Restoration ecology: The new frontier (2nd ed., pp. 3–8). Chichester: Wiley-Blackwell.

Aronson et al. (2020). A world of possibilities: Six restoration strategies to support the United Nations Decade on Ecosystem Restoration. *Restoration Ecology*, *28*(4), 730–736.

Associação Portuguesa dos Arquitectos Paisagistas. (s.f.). Corredor Verde do Rio Leça. *Recuperado em 29 de setembro de 2025*, de https://apap.pt/corredor-verde-do-rio-leca/

Beechie et al. (2010). Process-based principles for restoring river ecosystems. *BioScience*, *60*(3), 209–222.

Benedict et al. (2006). *Green infrastructure: Linking landscapes and communities*. Washington, DC: Island Press.

Bernhardt et al. (2005). Synthesizing U. *S. river restoration efforts. Science*, *308*(5722), 636–637.

Bernhardt et al. (2011). River restoration: The fuzzy logic of repairing reaches to reverse catchment scale degradation. *Ecological Applications*, *21*(6), 1926–1931.

Bernhardt et al. (2011). River restoration: The fuzzy logic of repairing reaches to reverse catchment scale degradation. *Ecological Applications*, *21*(6), 1926–1931. https://doi.org/10.1890/10-1574.1

Bertule et al. (2014). *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects*. United Nations Environment Programme.

Brondízio et al. (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem

Services (IPBES). *Bonn*, Germany: IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673

Calaza, P. (2019). *Infraestructura verde: Sistema natural de salud pública*. Xardinería e Paisaxismo en Galicia. Recursos e novos enfoques. Monografías do IBADER, Serie Biodiversidade, USC.

Calaza, P. (dir.). (2020). *Guía de Infraestructura Verde Municipal*. Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP).

Callicott et al. (1999). Current normative concepts in conservation. *Conservation Biology*, *13*(1), 22–35.

Cengiz, B. (2013). *Urban River Landscapes*. Advances in Landscape Architecture. InTech.

Chou, R. (2016). Flood risk and green infrastructure: The role of landscape planning in climate adaptation. *Journal of Environmental Planning and Management*, *59*(5), 815–832.

Clewell et al. (2013). Ecological restoration: Principles, values, and structure of an emerging profession (2nd ed. *). Washington*, DC: Island Press.

Comissão Europeia. (2022). *Estratégia da UE para o restauro da natureza*. Bruxelas: Comissão Europeia. Recuperado de

Concello da Guarda. (s.f.). *Estuario del Miño*. Turismo A Guarda. Recuperado de https://www.turismoaguarda.es/gl/estuario-del-mino/

Concello de Ponteareas, Fundación Juana de Vega, & Calaza, P. (coord.). *Estratexia e Plan de Acción de Infraestrutura Verde de Ponteareas*.

Confederación Hidrográfica del Miño-Sil. (2023). *Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil*. Ciclo de planificación 2022–2027 (3.º ciclo). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Conference of the Parties (COP 7). (2004). *Programme of work on protected areas (Decision VII/28)*. Kuala Lumpur: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Convention on Biological Diversity (CBD). (2010). *Strategic Plan for Biodiversity 2011–2020 and the Aichi Biodiversity Targets*. Nagoya, Japan: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. revisar

Convention on Biological Diversity (CBD). (2019). *Global Biodiversity Outlook 5*. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. https://www.cbd.int/gbo5

Council of the European Communities. (1992). Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (Habitats Directive). *Official Journal of the European Communities*, L 206, 7–50.

D.P. (2015, 15 de novembro). *Fotografía de 1928 de una barca cruzando el Miño de Salvaterra a Monçao [Fotografía]*. Asociación Lazoiro. Faro de Vigo.

Davis et al. (2004). The science and values of restoration ecology. *Restoration Ecology*, *12*(1), 1–3.

Davis et al. (2004). The science and values of restoration ecology. *Restoration Ecology*, *12*(1), 1–3. https://doi.org/10.1111/j.1061-2971.2004.0351.x

Eggermont et al. (2015). Nature-based solutions: New influence for environmental management and research in Europe. *Science of the Total Environment*, *511*, 559–563. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.12.129

Elosegi et al. (2018). Rivers of the Anthropocene: The future of river restoration and management. *River Research and Applications*, *34*(7), 629–635. https://doi.org/10.1002/rra.3304

Emschergenossenschaft. (2021). *Emscher conversion – River restoration in the Ruhr area*. Essen: Emschergenossenschaft. Recuperado de https://www.eglv.de/app/uploads/2022/02/20220628-Emscher-Umbau-englisch_.pdf

European Commission. (2013). *Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe's Natural Capital*. Brussels: European Commission.

European Commission. (2013). *Green infrastructure (GI): Enhancing Europe's natural capital (COM(2013) 249 final)*. Brussels: European Commission. Recuperado de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249

European Commission. (2019). *The European Green Deal (COM(2019) 640 final)*. Brussels: European Commission. Recuperado de https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640

European Commission. (2020). *EU Biodiversity Strategy for 2030: Bringing nature back into our lives*. Brussels: European Commission. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380

European Commission. (2021). *EU Mission: Adaptation to Climate Change*. Brussels: European Commission. https://research-and-innovation.ec.europa.eu

European Environment Agency. (2013). *Isar-Plan (2000–2011): Water management plan and restoration of the Isar River, Munich (Germany)*. Climate-ADAPT.

European Environment Agency. (2015). *Lower Danube Green Corridor: Floodplain restoration for flood protection*. Climate-ADAPT.

European Parliament & Council of the European Union. (2000). Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy (Water Framework Directive). *Official Journal of the European Communities*, L 327, 1–73.

European Parliament & Council of the European Union. (2008). Directive 2008/56/EC of the European Parliament and of the Council of 17 June 2008 establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy (Marine Strategy Framework Directive). *Official Journal of the European Union*, L 164, 19–40.

European Parliament & Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2024 on nature restoration. *Official Journal of the European Union*, L 1991.

European Parliament & Council of the European Union. (2024). Regulation (EU) 2024/1991 of the European Parliament and of the Council of 13 July 2024 on nature restoration. *Official Journal of the European Union*, L, 1991.

Frantzeskaki et al. (2019). Nature-based solutions for urban climate change adaptation: Linking science, policy, and practice communities for evidence-based decision-making. *BioScience*, *69*(6), 455–466. https://doi.org/10.1093/biosci/biz042

Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, *93*, 101–111.

Gann et al. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Second edition. Restoration Ecology*, *27*(S1), S1–S46.

González Bernáldez, F. (1995). *Ecología y paisaje*. Madrid: H. Blume.

González et al. (2017). Integrative conservation of riparian zones. *Biological Conservation*, *211*, 20–29. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.035

Grill et al. (2019). Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, *569*(7755), 215–221. https://doi.org/10.1038/s41586-019-1111-9

Higgs, E. (2003). *Nature by design: People, natural process, and ecological restoration*. Cambridge, MA: MIT Press.

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2018). The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. *Bonn*, Germany: IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services. *Bonn*, Germany: IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673

International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2020). *Global standard for nature-based solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS*. Gland, Switzerland: IUCN.

Jørgensen, D. (2015). Rethinking rewilding. *Geoforum*, *65*, 482–488.

Keisman, J. (2022). Monitoring ecosystem restoration progress: Indicators and frameworks for the UN Decade. *Ecological Indicators*, *142*, 109227.

La Voz de Galicia. (2021, 15 de outubro). *Un polígono de planta ornamental, hortofruticultura y viverismo para Tomiño*. La Voz de Galicia. Recuperado de https://www.lavozdegalicia.es/noticia/somosagro/2021/10/15/poligono-planta-ornamental-hortofruticultura-viverismo-tomino/00031634269074962375142.htm

La Voz de Galicia. (2021, 17 de outubro). *Vinte obstáculos no río Lor*. La Voz de Galicia. Recuperado de https://www.lavozdegalicia.es/noticia/lemos/2021/10/17/veinte-obstaculos-rio-lor/0003_202110M17C12991.htm

Landuum. (2021, 15 de julho). *Diseñando un jardín con el río*. Landuum.

Leclère et al. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*, *585*(7826), 551–556. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705-y

Leopold, A. (1949). *A Sand County Almanac*. New York: Oxford University Press.

Lienhard et al. (2020). Historical geomorphic analysis to support river restoration: Insights from the Drôme River, France. *Geomorphology*, *359*, 107142.

Martin, D. M. (2017). Ecological restoration should be redefined for the twenty-first century. *Restoration Ecology*, *25*(5), 668–673. Blackwell Publishing Inc.

Mendes et al. (2023). Implementing the EU nature restoration law: Opportunities and challenges for member states. *Conservation Letters*, *16*(1), e12912. https://doi.org/10.1111/conl.12912

Mendes et al. (2023). Towards a legal definition of ecological restoration: Reviewing international, European and Member States' case law. *Review of European*, Comparative and International Environmental Law, 32(1), 3–17.

Millennium Ecosystem Assessment (MA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press.

Ministerio de Medio Ambiente, Dirección General para la Biodiversidad. (2006). *Atlas de los hábitats naturales y seminaturales de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.

Naiman et al. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *28*, 621–658.

Nesshöver et al. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of the Total Environment*, *579*, 1215–1227.

Oliveira et al. (2019). Avaliação do restauro de ecossistemas fluviais em Portugal: Desafios e oportunidades. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, *19*(3), 259–272.

Palmer et al. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, *42*(2), 208–217.

Palmer et al. (2014). Ecological restoration of streams and rivers: Shifting strategies and shifting goals. *Annual Review of Ecology*, Evolution, and Systematics, 45, 247–269. https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091935

Pauleit et al. (2017). *Nature-based solutions and climate change – four shades of green*. In N. Kabisch, H. Korn, J. Stadler, & A. Bonn (Eds.), Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice (pp. 29–49). Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_3

Penca et al. (2025). Governing ecosystem restoration in the European Union: Policy innovations and challenges ahead. *Environmental Politics*, *34*(2), 123–144.

Plataforma Ecologica do rio Minho. (s.f.). *Recuperado el 12 de septiembre de 2025, de https://www.pecriominho.org/*

Prior, J. (2016). Rethinking rewilding: Ecological restoration and the “messy” nature of politics. *Geoforum*, *69*, 43–51. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.12.009

Santé et al. (2020). La evaluación de servicios ecosistémicos como base para la planificación de la infraestructura verde. *Revista Montes*, *142*, 21–30.

Servicio Geográfico del Ejército. (1762). Mapa de 1762 [Mapa]. *Archivo del Servicio Geográfico del Ejército. Recuperado el 24 de septiembre de 2025*, de https://www.facebook.com/photo/?fbid=1338284211631972&set=a.529648979162170

Society for Ecological Restoration (SER). (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*

Society for Ecological Restoration (SER). (2019). *International principles and standards for the practice of ecological restoration (2nd ed*.)

Swanwick, C. (2002). *Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland*. Cheltenham: Countryside Agency and Scottish Natural Heritage.

Toth, L. A. (1995). Principles and guidelines for restoration of river/floodplain ecosystems: Kissimmee River, Florida. *Ecological Engineering*, *4*(2), 79–101. https://doi.org/10.1016/0925-8574(94)00037-4

United Nations Environment Programme (UNEP), & Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *Becoming #GenerationRestoration: Ecosystem restoration for people, nature and climate*. Nairobi: UNEP; Rome: FAO.

United Nations Environment Programme (UNEP). (2014). *Green Infrastructure Guide for Water Management: Ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects*. Nairobi: UNEP.

Waylen et al. (2024). Governing nature-based solutions: Lessons from practice. *Ambio*, *53*(1), 47–62.

Whalen et al. (2002). Kissimmee River restoration: A case study. *Water Science and Technology*, *45*(11), 55–62.

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard University Press.

Wohl et al. (2005). River restoration. *Water Resources Research*, *41*(10).

Wohl et al. (2015). The science and practice of river restoration. *Water Resources Research*, *51*(8), 5974–5997. https://doi.org/10.1002/2014WR016874

World Wide Fund for Nature (WWF). (2010). *Rivers for life: The case for conservation priorities in the Danube basin*. Gland, Switzerland: WWF International.

Xunta de Galicia. (2021). *Estratexia Galega de Infraestrutura Verde*. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Vivenda.

Yang, Y. (2014). **Artificial Wonderland II Taigu Descendants* [Obra de arte]*. Recuperado de https://www.yangyongliang.com

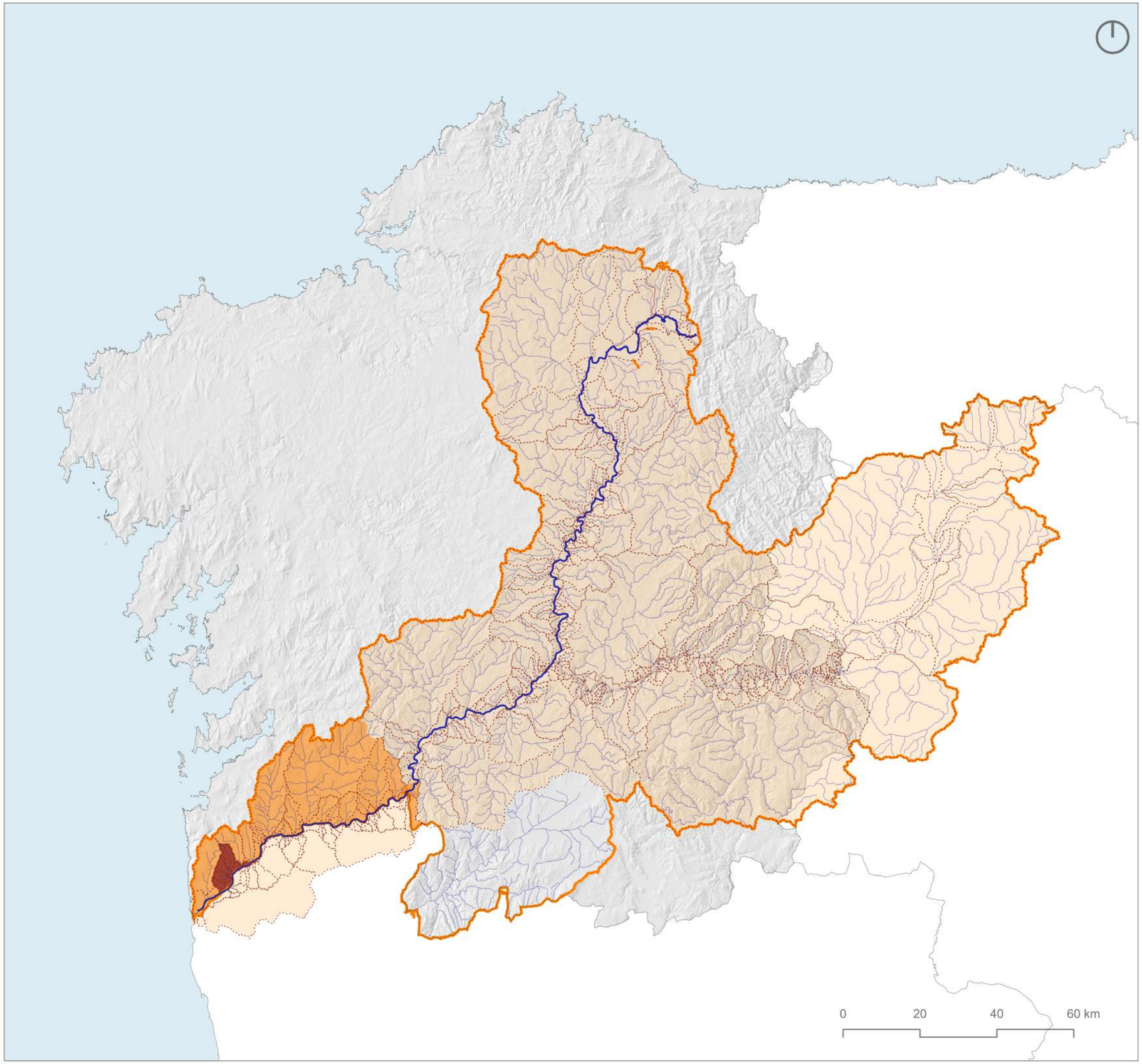
Zoido, F. (2004). El paisaje: patrimonio público y recurso para la mejora de la calidad de vida. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, *38*, 9–38

.

Anexos

Lista de mapas

Código	Título
001_XXL01	Contexto geográfico e administrativo (bacia do Minho)
002_XL01	Contexto geográfico e administrativo (Minho Baixo)
003_L01	Curvas de nível e hidrografia (rio Minho X)
004_L02	Geologia
005_L03	Geologia-riscos
006_L04	Permeabilidade
007_L05	Declives
008_L06	Exposição solar
009_L07	Usos do solo 2017
010_L08	Edificação e rede viaria
011_L09	Flora e zonas protegidas
012_L10	NVDI
013_L11	Pressões na rede hidrográfica
014_L12	Elementos da Estratégia de IV da Galiza
015_M01	Relevo e hidrografia + áreas inundáveis
016_M02	Ortofotografia 2023
017_M03	Ortofotografia 2000
018_M04	Ortofotografia 1956
019_M05	Usos do solo
020_M06	Pressões antrópicas no território
021_M07	Condicionantes ecológicos
022_M08	NVDI
023_M09	NVDI médio por polígono (usos do solo)
024_M10	NVMI médio por polígono (usos do solo)
025_M11	NVWI médio por polígono (usos do solo)
026_M12	Prioridades de conservação
027_M13	Caducifólias 1956/2017
028_M14	Caducifólias 2000/2017
029_M15	Caducifólias 2023/2017
030_M16	Conflitos, condicionantes e usos
031_M17	Plano estratégico
032_S01	Relevo e hidrografia + áreas inundáveis
033_S02	Ortofotografia 2023
034_S03	Ortofotografia 2000
035_S04	Ortofotografia 1956
036_S05	Usos do solo
037_S06	Pressões antrópicas no território
038_S07	Condicionantes ecológicos
039_S08	Viário atual/viário 1996
040_S09	Mapa de profundidades de inundação
041_S10	Plano estratégico-operativo
042	Leitura diacrónica de ortofotografia histórica



Legenda

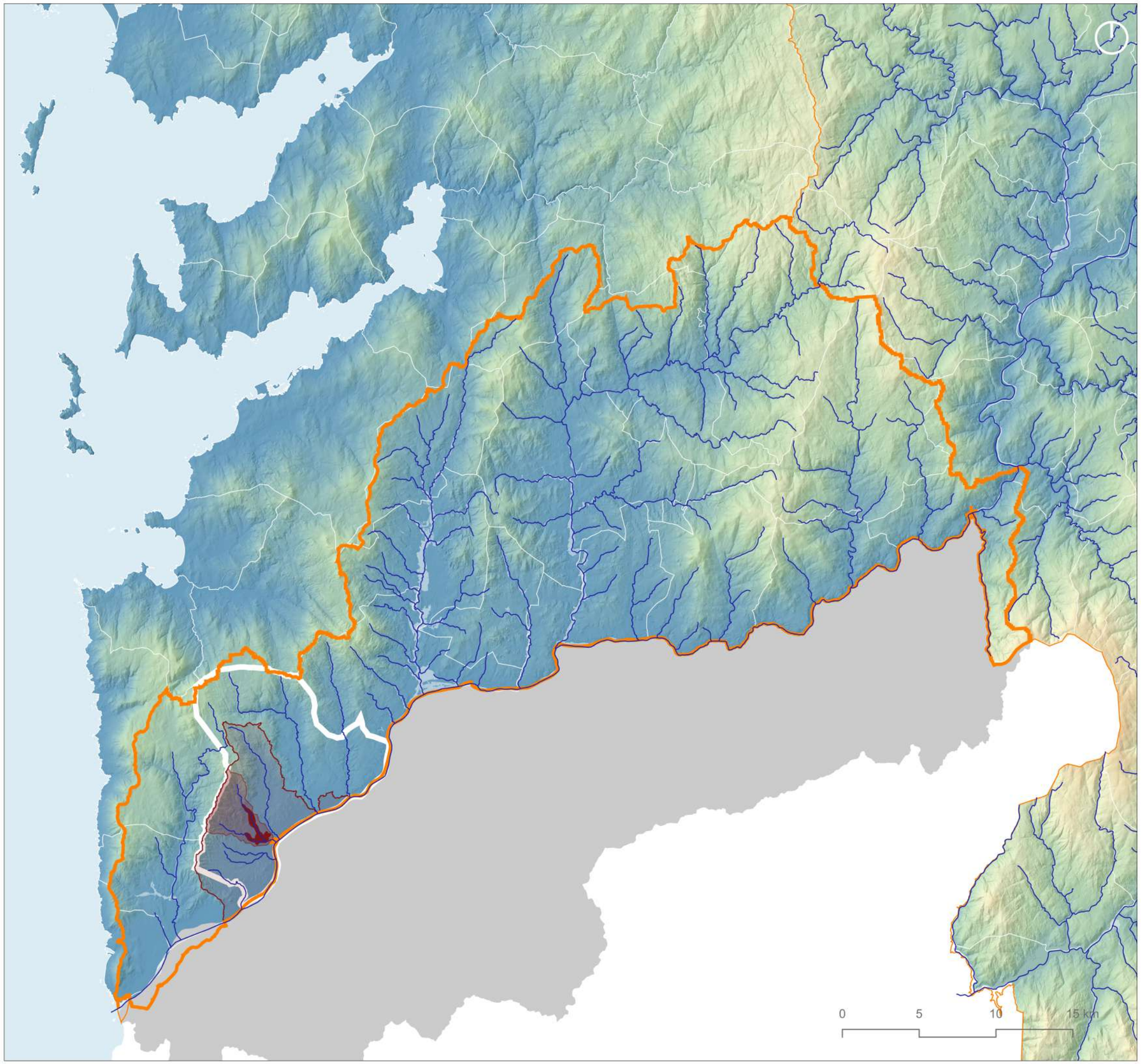
- Rio Miño
- Bacia do Rio Minho
- Sub-bacias
- Minho Baixo ES
- Demarcación Hidrográfica Miño-Sil
- Liñas de agua da DHMS
- Minho X (escala L)
- SUBBACIAS

XXL01

e 1:1.000.000

Caracterização

Contexto geografico e administrativo



Legenda

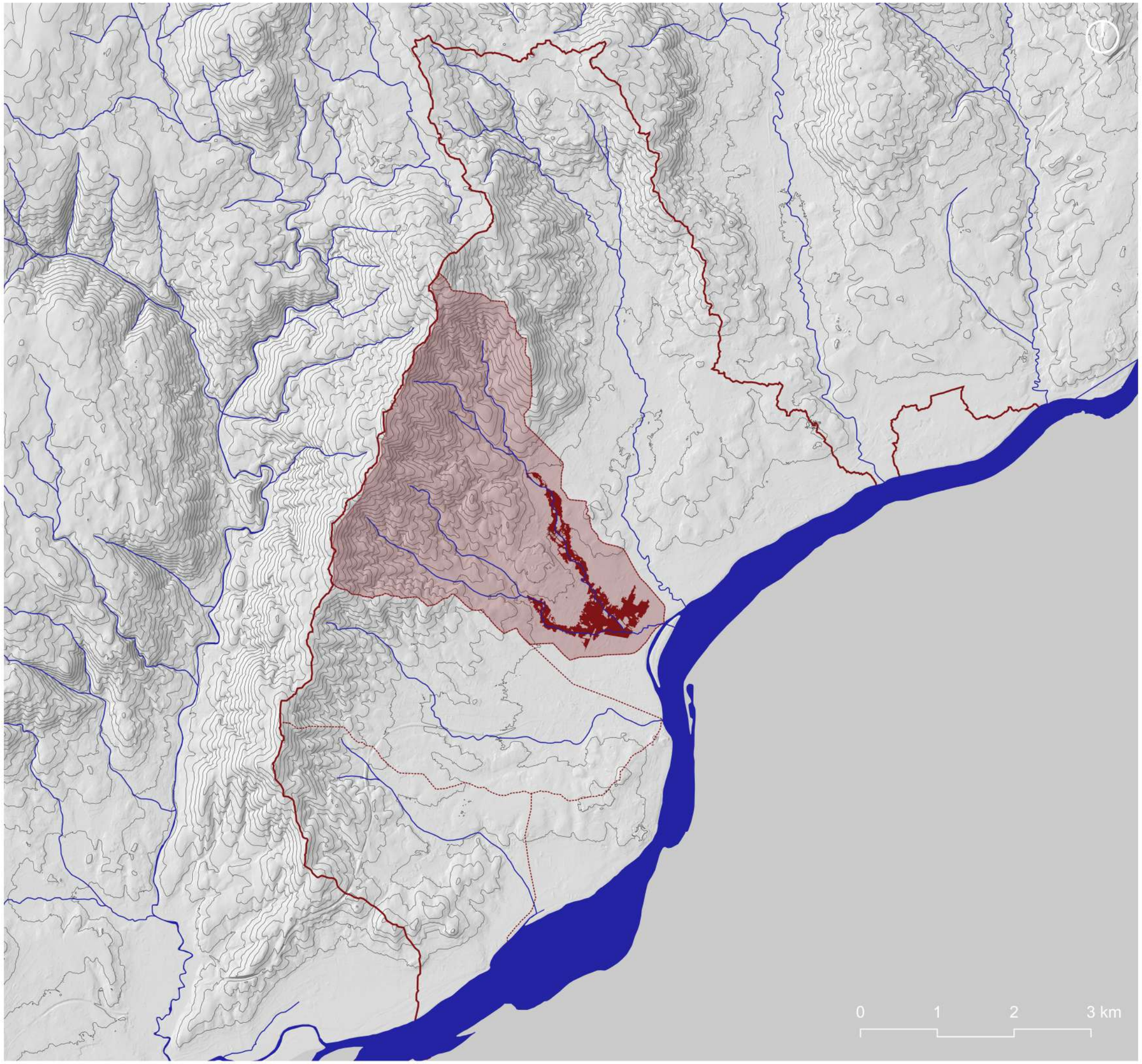
- Demarcación Hidrográfica Miño-Sil
- Liñas de agua da DHMS
- Minho Baixo ES
- Bacia Minho PT
- Municipios
- Tomiño
- Minho X (escala L)
- Fábrica-Cerradas-Bravos (Escala M)
- ARPSI (escala S)

XL01

e 1:250.000

Caracterización

Contexto geografico e administrativo



Legenda

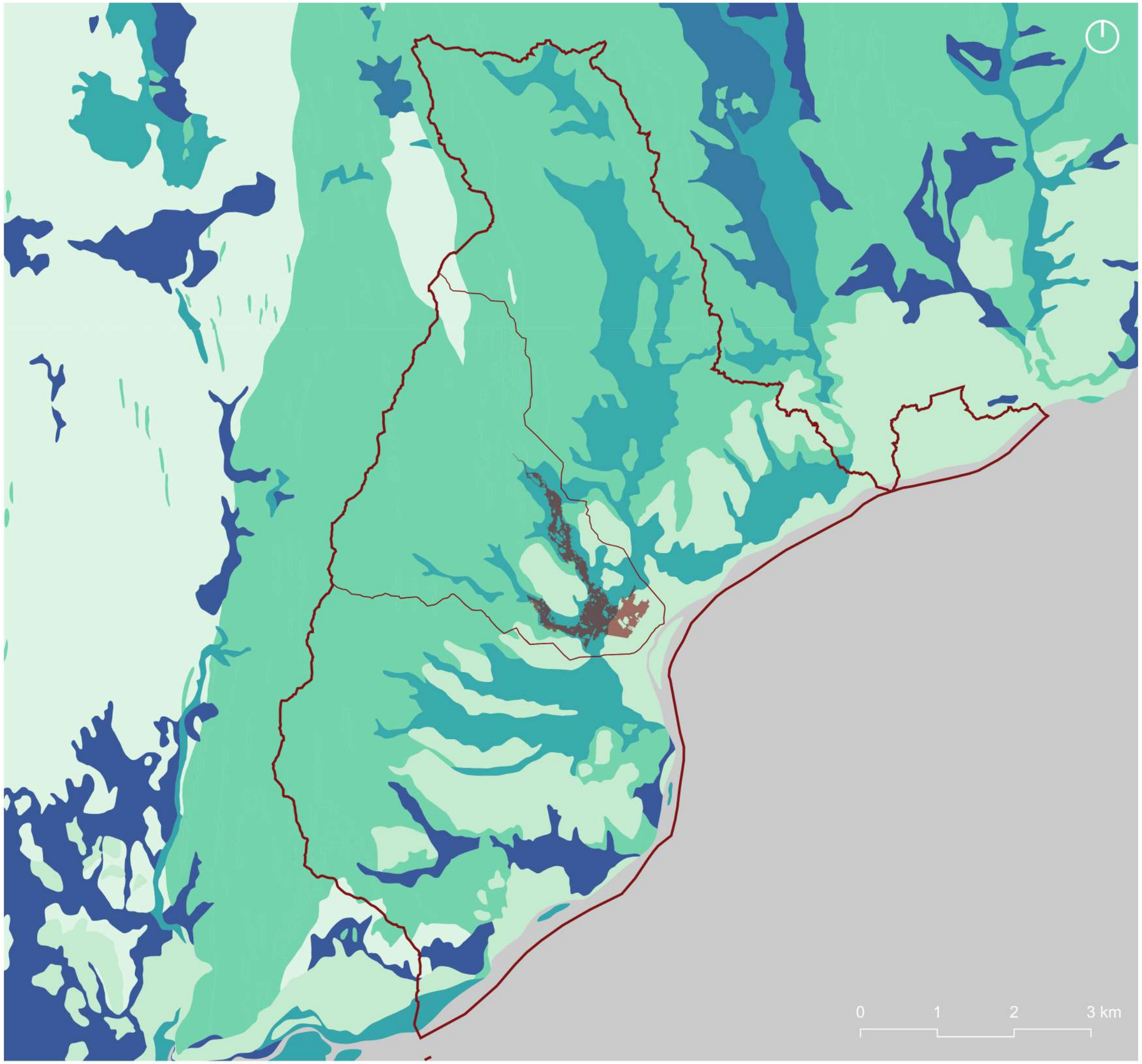
- Río Minho
- Linhas de agua
- Sub-bacias
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fñabrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Curvas de nivel 20m

L01

e 1:50.000

Caracterización

Curvas de nivel e hidrografía



Legenda

MIño X (escala L)

Medos-Bravos-Fábrica (escala M)

ARPSI (escala S)

Bacia Minho PT

Geologia

COLUVIONES

CONOS DE DEYECCIÓN

DEPÓSITOS ELUVIO-COLUVIALES

LLANURAS ASOCIADAS A DEP ALUVIALES

LLANURAS ASOCIADAS A DEP ALUVIO-COLUVIALES

PLAYAS

RELIEVES COLINARES SUAVES

TERRAZAS ALUVIALES

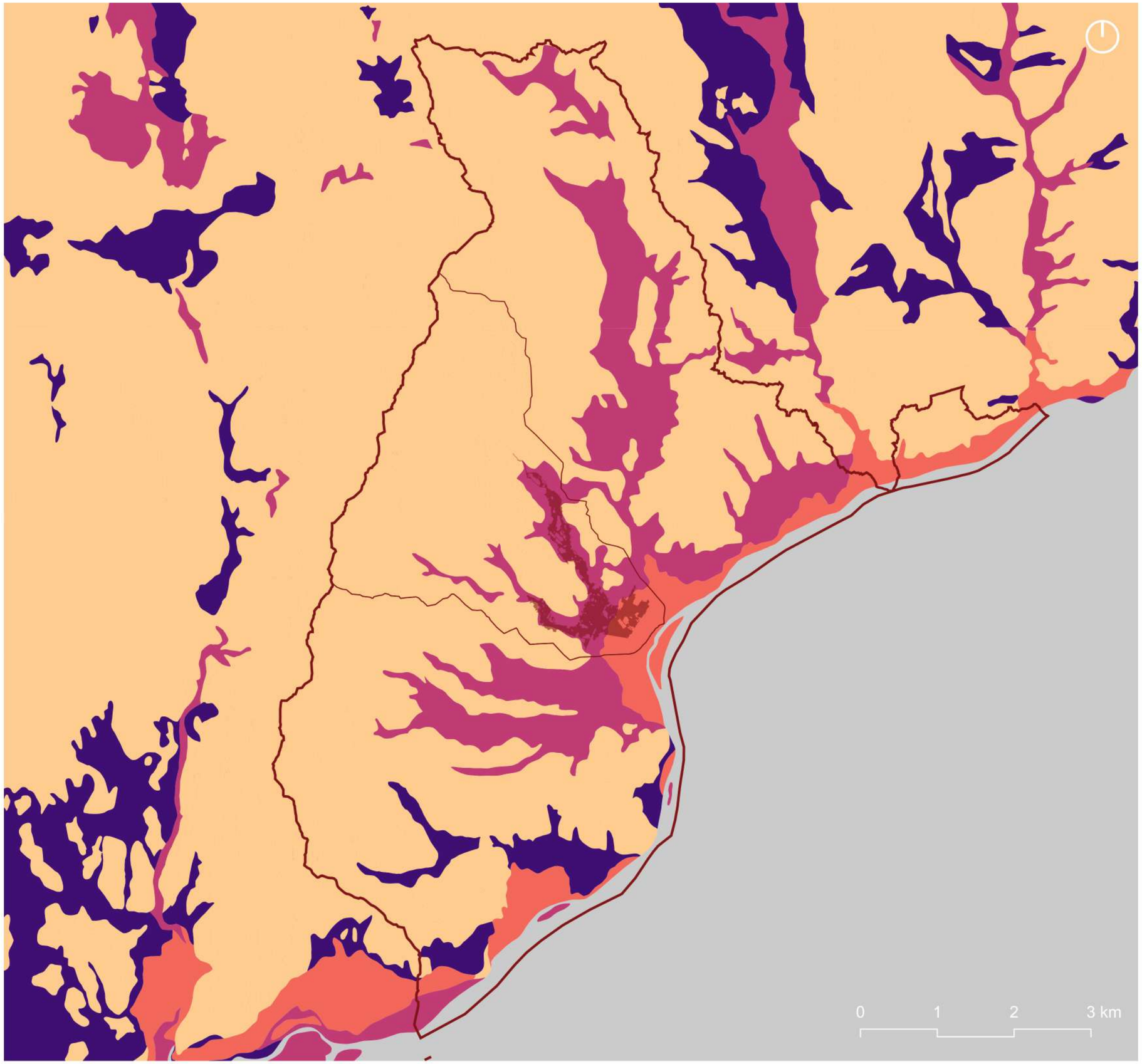
ZONAS CON BERROCALES "BOLOS O PEDRIZAS"

L01

e 1:50.000

Caracterização

Geologia



Legenda

- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Geologia_Riscos

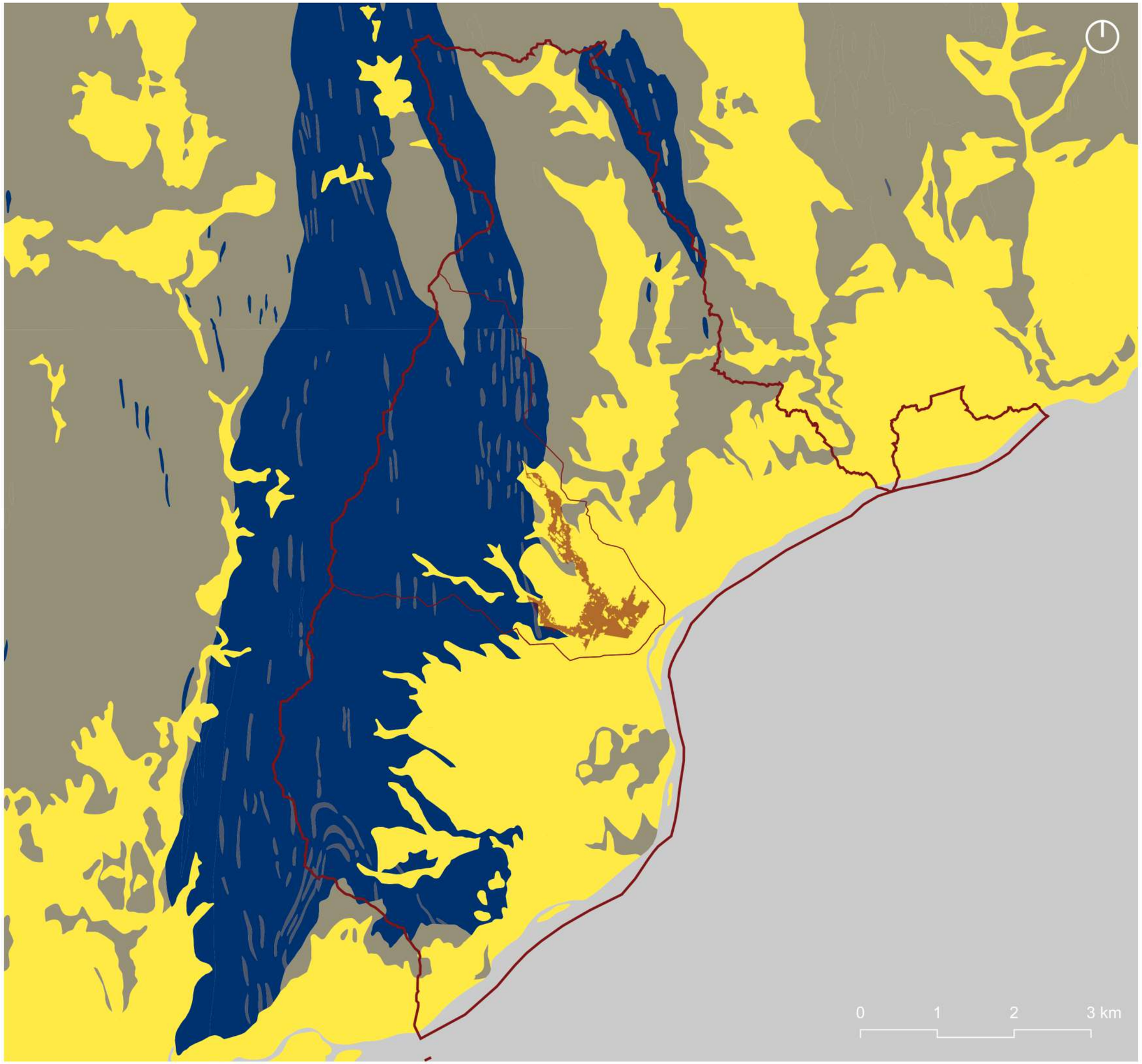
- ENCHARCAMIENTO
- INUNDACIÓN -RIESGO ALTO-
- INUNDACIÓN -RIESGO MEDIO-
- SIN RIESGO

L03

e 1:50.000

Caracterização

Geologia_Riscos



Legenda

- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Permeabilidade

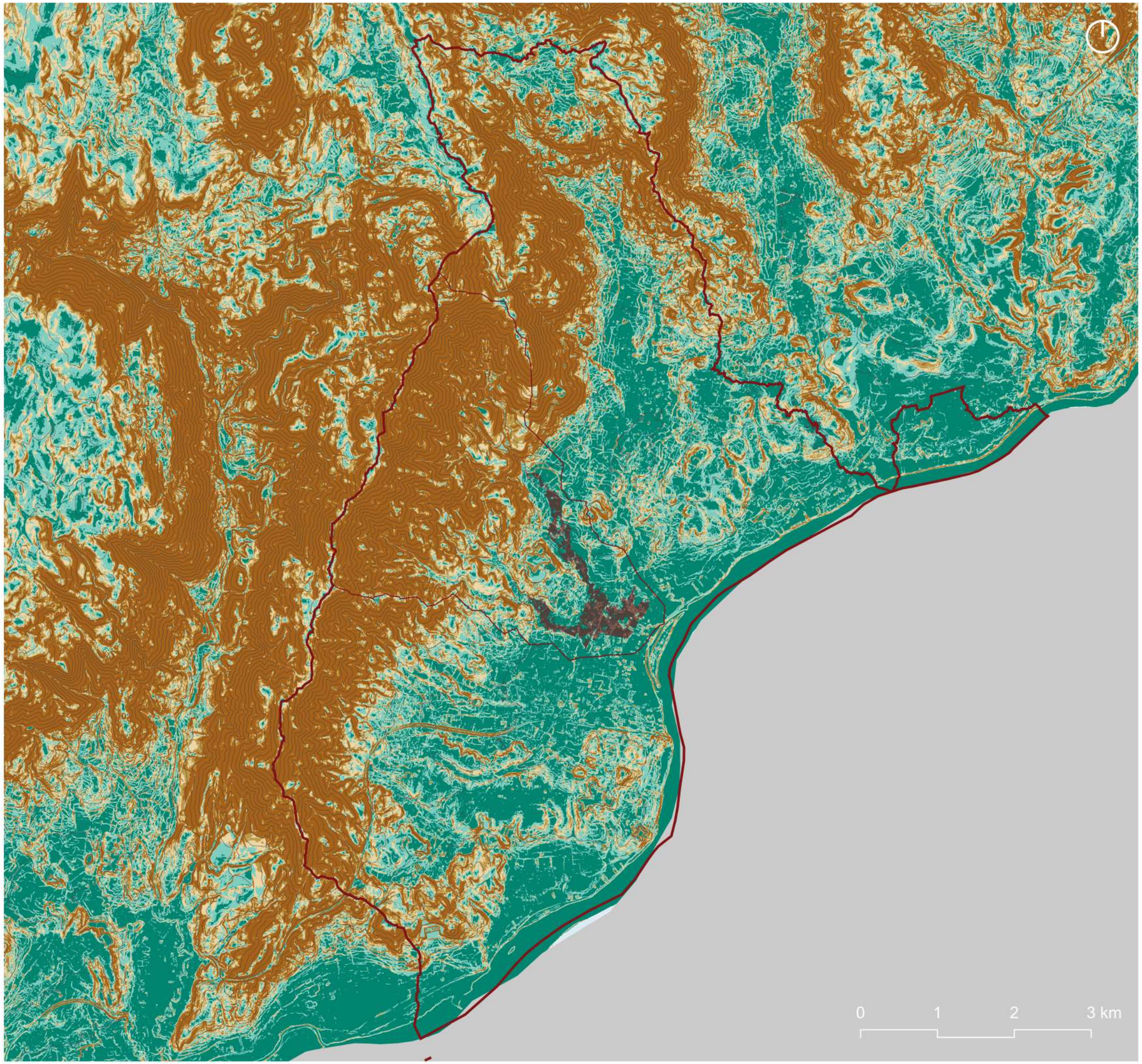
- ALTA
- BAJA
- MUY BAJA-IMPERMEABLE

L04

e 1:50.000

Caracterização

Permeabilidade



Legenda

- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Declives

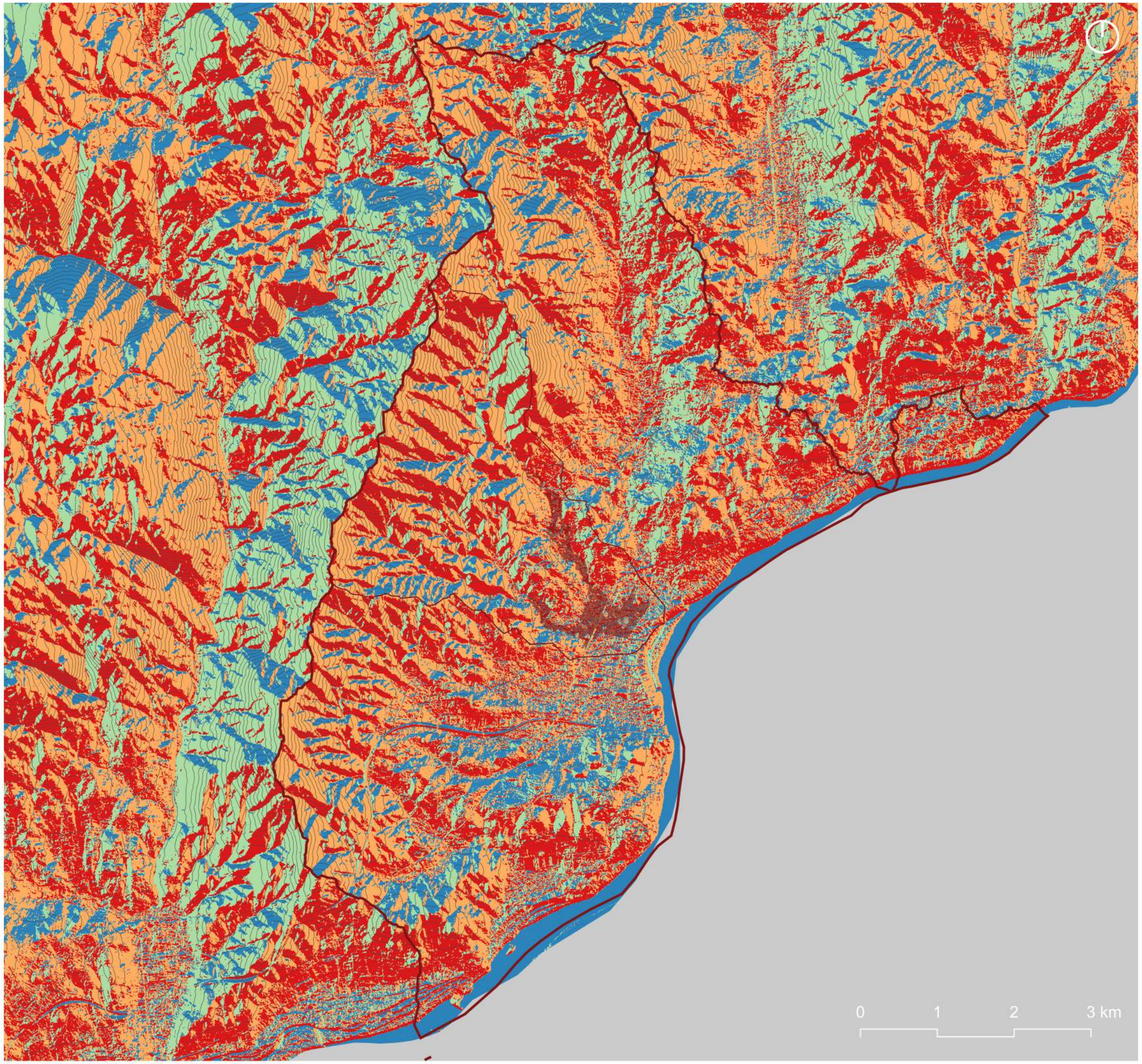
- <= 5,0000
- 5,0000 - 10,0000
- 10,0000 - 15,0000
- 15,0000 - 20,0000
- > 20,0000

L05

e 1:50.000

Caracterização

Declives



Legenda

- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Exposição solar

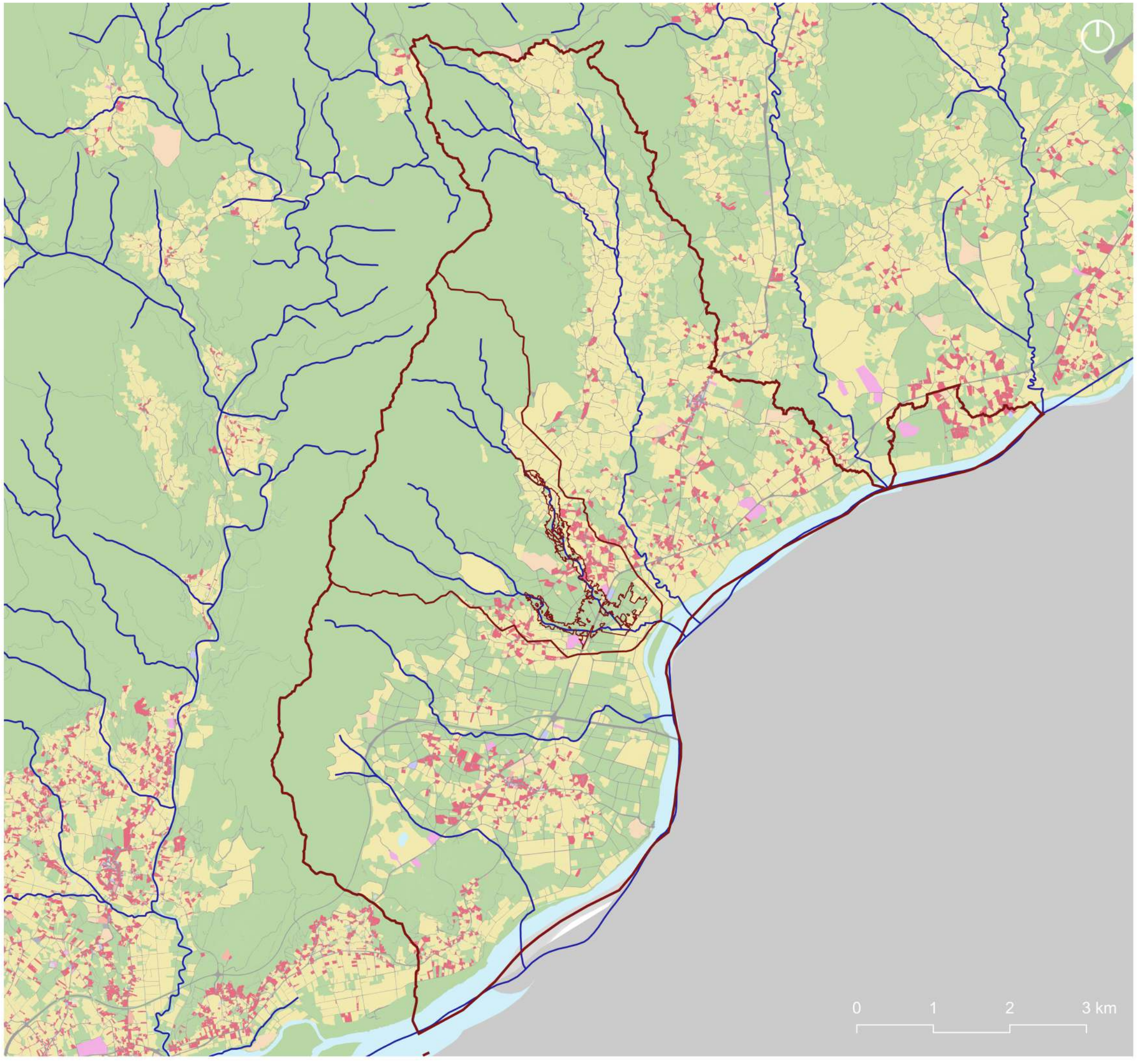
- N
- E
- S
- O

L06

e 1:50.000

Caracterização

Exposição solar



Legenda

hidrografia

- CHMS_CT_CaucesEjes1_25000
- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

36_PONTEVEDRA — SAR_36_T_USOS

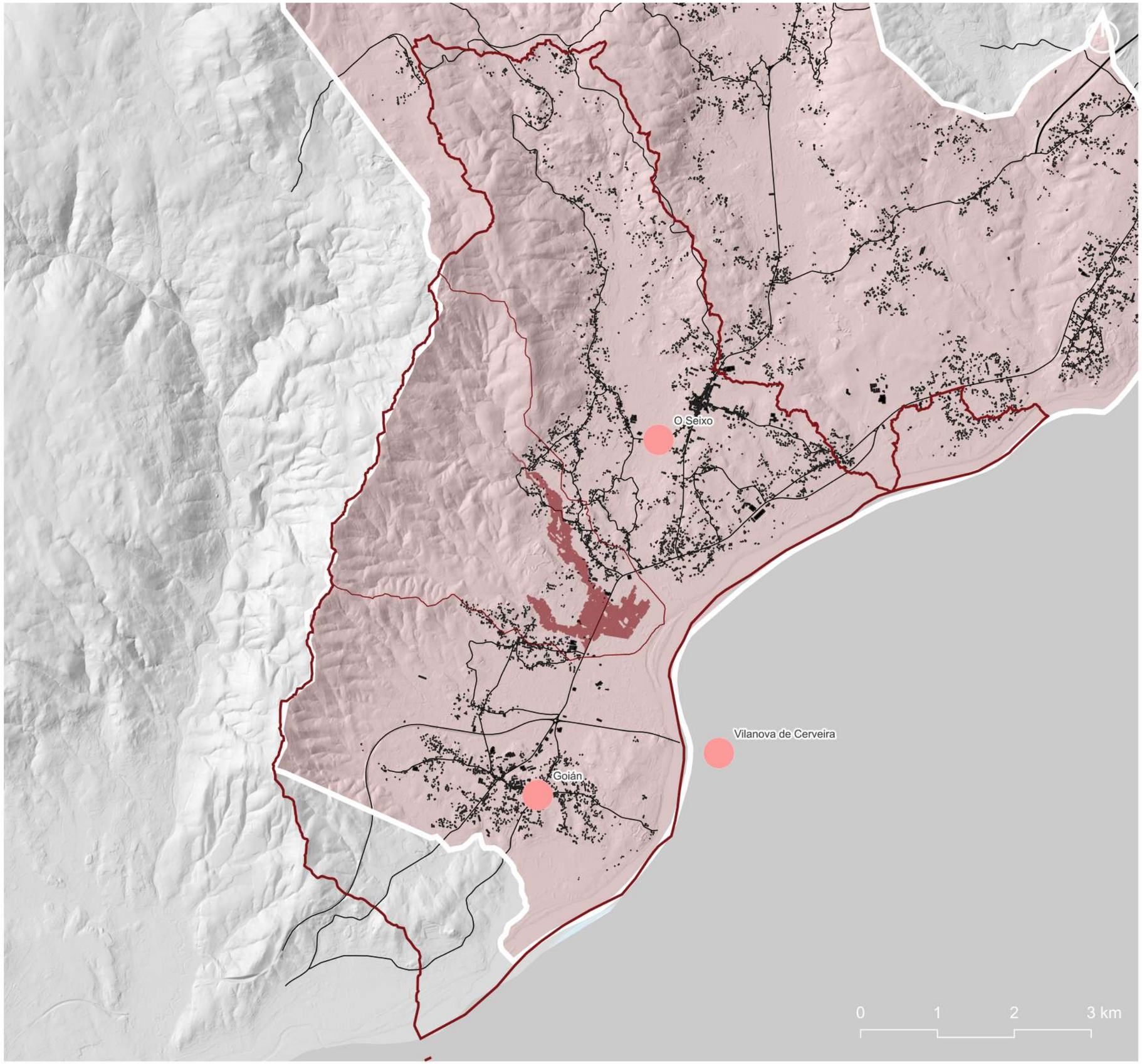
- Producción e infraestructuras agrícolas
- Silvicultura
- Producción secundaria
- Producción de energía
- Servicios comerciales
- Servicios financieros y otras actividades del s. terciario
- Servicios a la comunidad
- Servicios culturales, de ocio y recreativos
- Redes de transporte
- Servicios logísticos, almacenamiento y energía
- Infrestructuras hidráulicas y de aguas residuales
- Uso residencial
- Áreas transitorias y abandonadas
- Áreas naturales terrestres
- Áreas acuáticas
- Uso desconocido

L07

e 1:50.000

Caracterização

Usos do solo 2017



Legenda

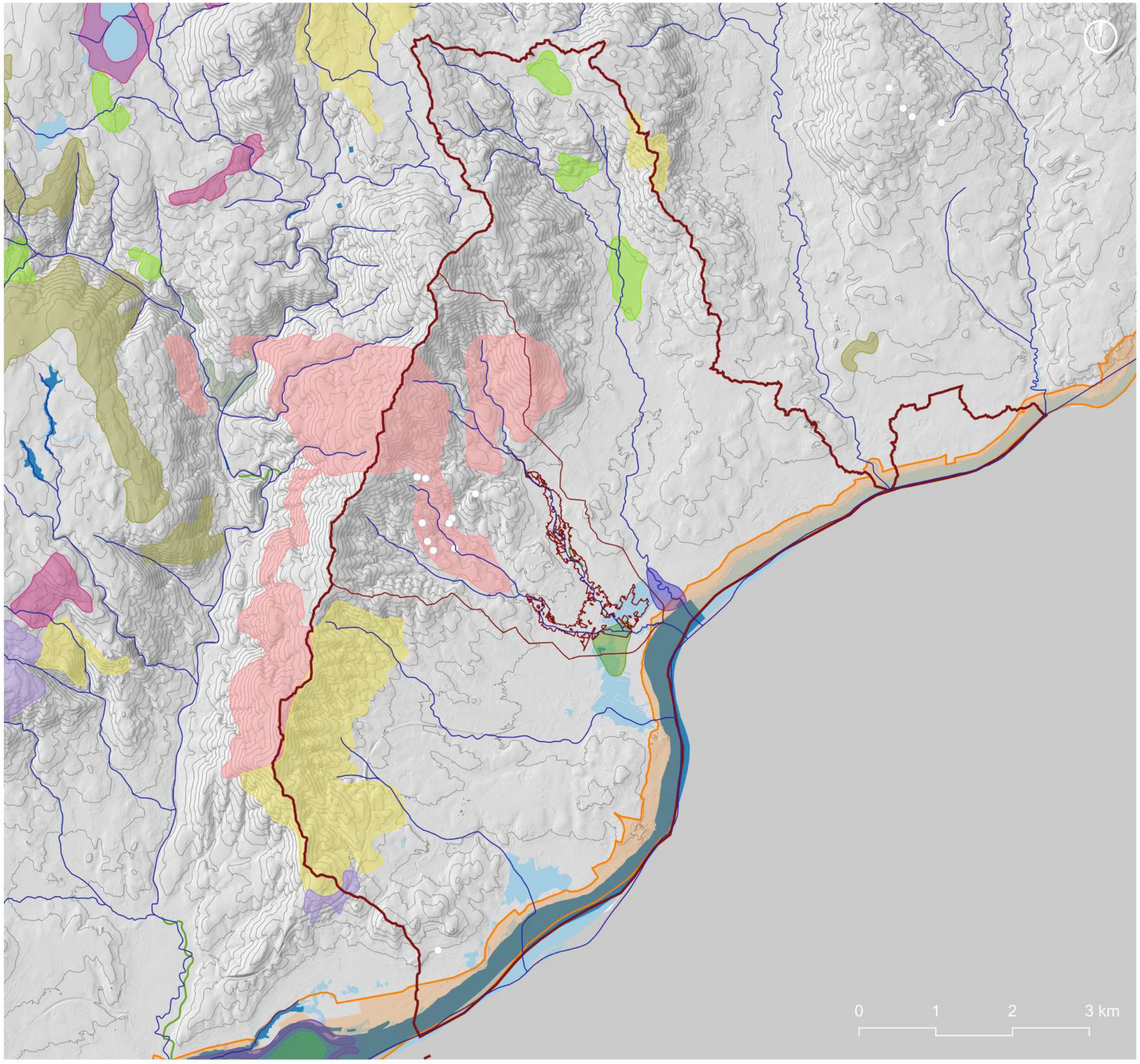
- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Municipio de Tomiño
- Núcleos urbanos
- Edificações
- Vias de comunicação principais

L08

e 1:50.000

Caracterização

Edificação + Rede viária



Legenda

- Linhas de agua
- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Fontes
- Inventario humidais (sem proteção)
- Inventario de humidais de Galicia
- Líneas
- ZEC
- ZEPA

Hábitats naturais e seminaturais (2005)

- Alisedas
- Brezales
- Carballedas
- Carrizales
- Céspedes crasifolios
- Escobonales
- Esparganiales
- Pastizales anuales
- Prados mesófilos de diente
- Tojal-brezales

L09

e 1:50.000

Caracterização

Flora + zonas protegidas

Legenda

- Linhas de agua
- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)

NVDI

- <= 0,00 (agua, sombra, nubes)
- 0,00 - 0,20 (urbano, suelo desnudo)
- 0,20 - 0,40 (vegetación rala, mosaico agrícola)
- 0,40 - 0,55 (vegetación media, cultivos activos)
- > 0,55 (vegetación vigorosa, bosques, riberas)

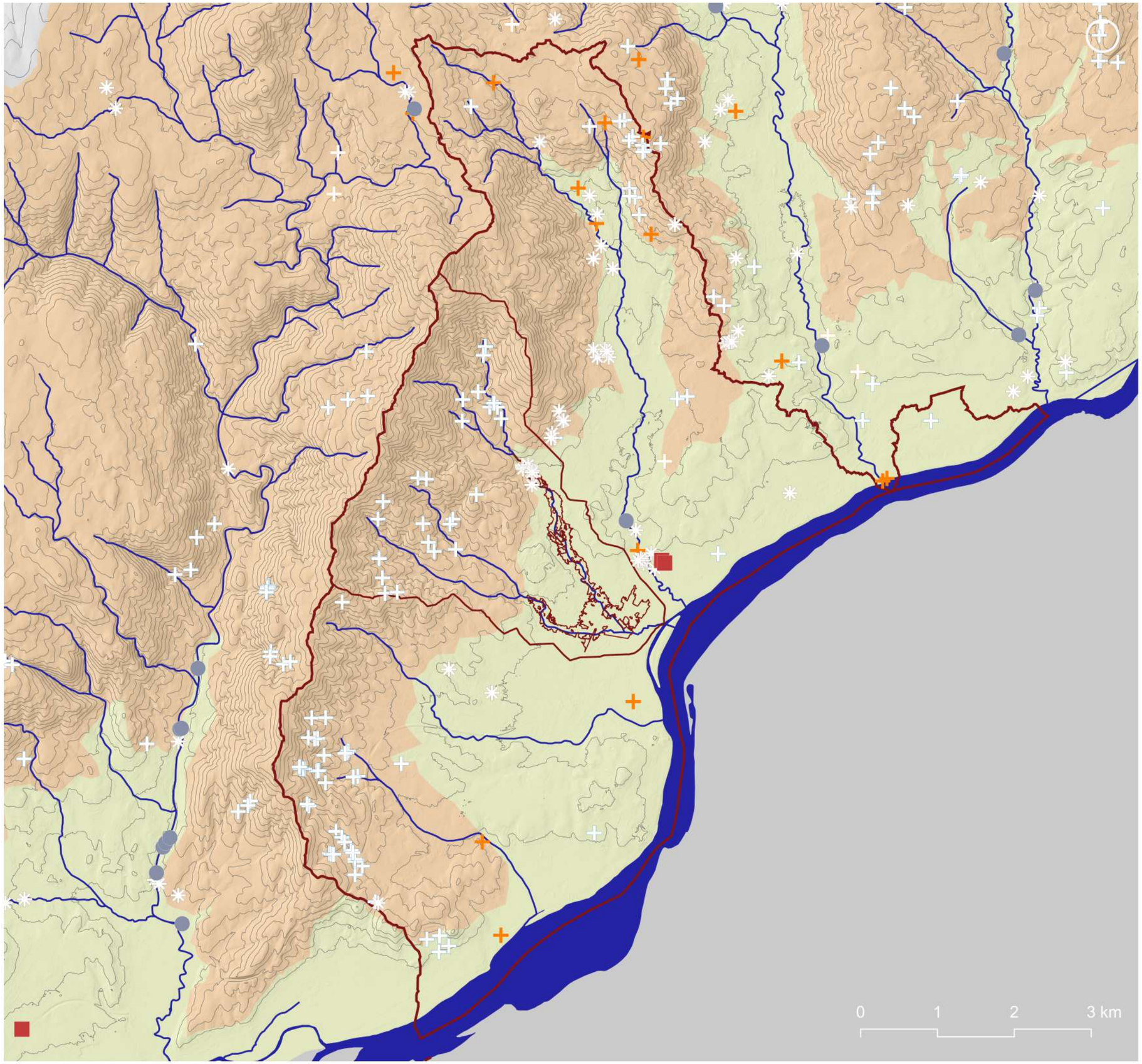
0 1 2 3 km

L10

e 1:50.000

Caracterização

NVDI



Legenda

- Linhas de agua
- CaucesMargenes_1_25000
- Miño X (Escala L)
- Medos–Bravos–Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Verquidos puntuais Msub
- Contaminação posto gasolina
- Extração agricultura Msub
- Extração agricultura Msup
- Extração abastecemento Msub
- Extração outras Msub
- Azudes

Masas de agua subterráneas

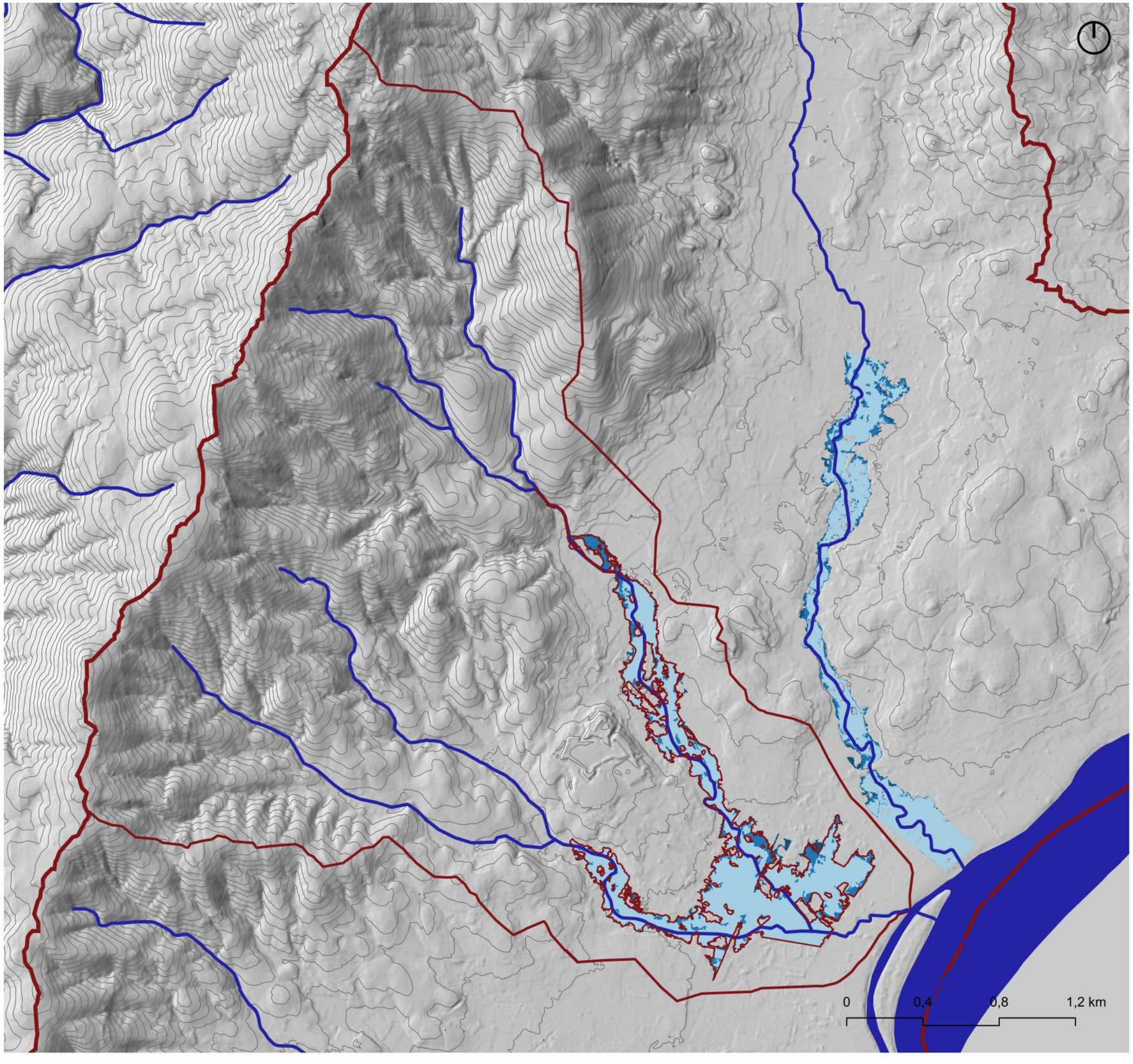
- Aluvial del Bajo Miño I
- Tea

L11

e 1:50.000

Caracterização

Pressões rede hidrográfica



Legenda

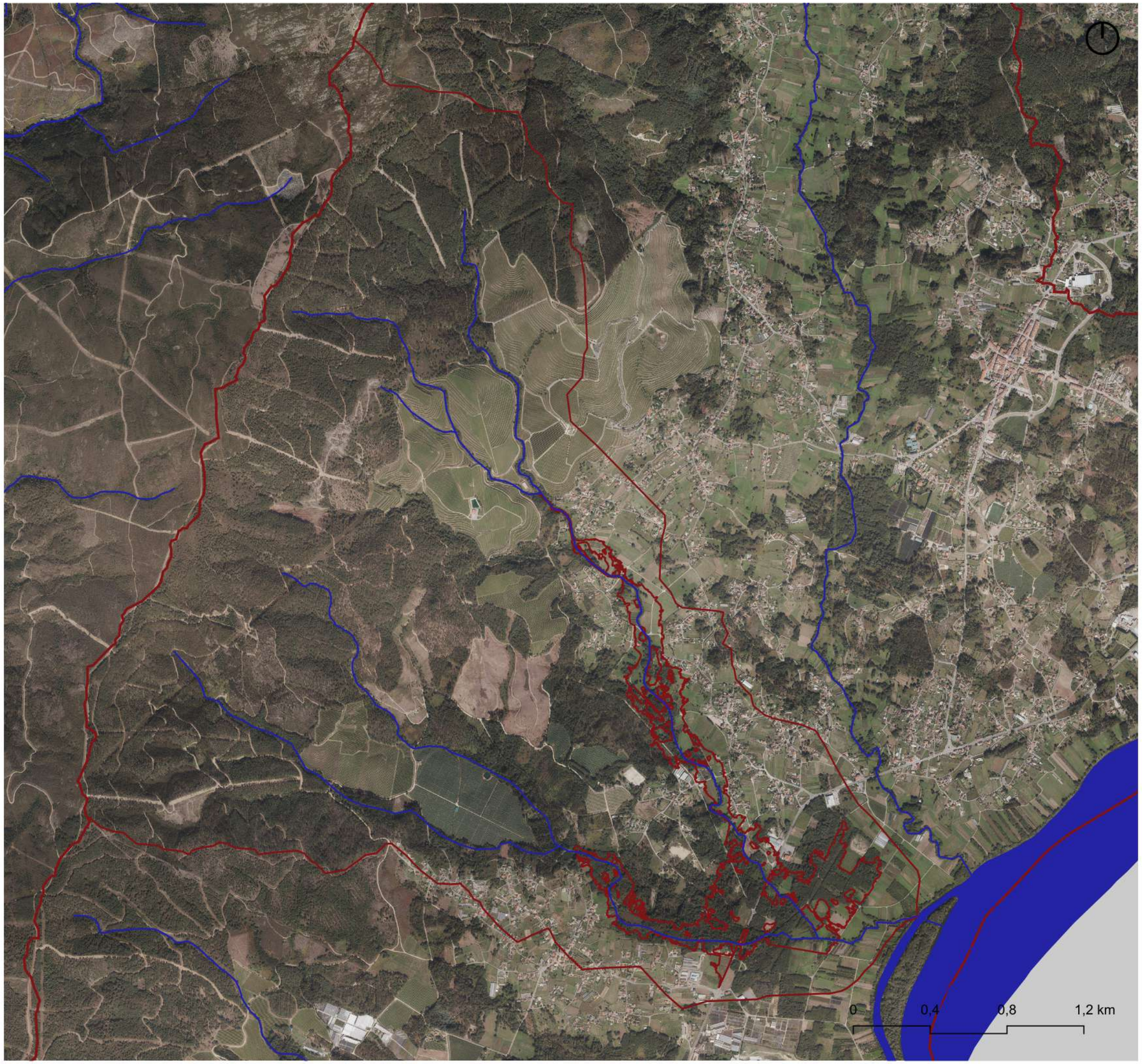
- Linhas de agua
- Río Minho
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Curvas de nivel 10m
- T10
- T100
- T500

M01

e 1:20.000

Caracterización

Relevo e hidrografía + áreas inundáveis



Legenda

- Linhas de agua
- Río Minho
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

M02

e 1:20.000

Caracterização

Ortofotografia 2023

Legenda

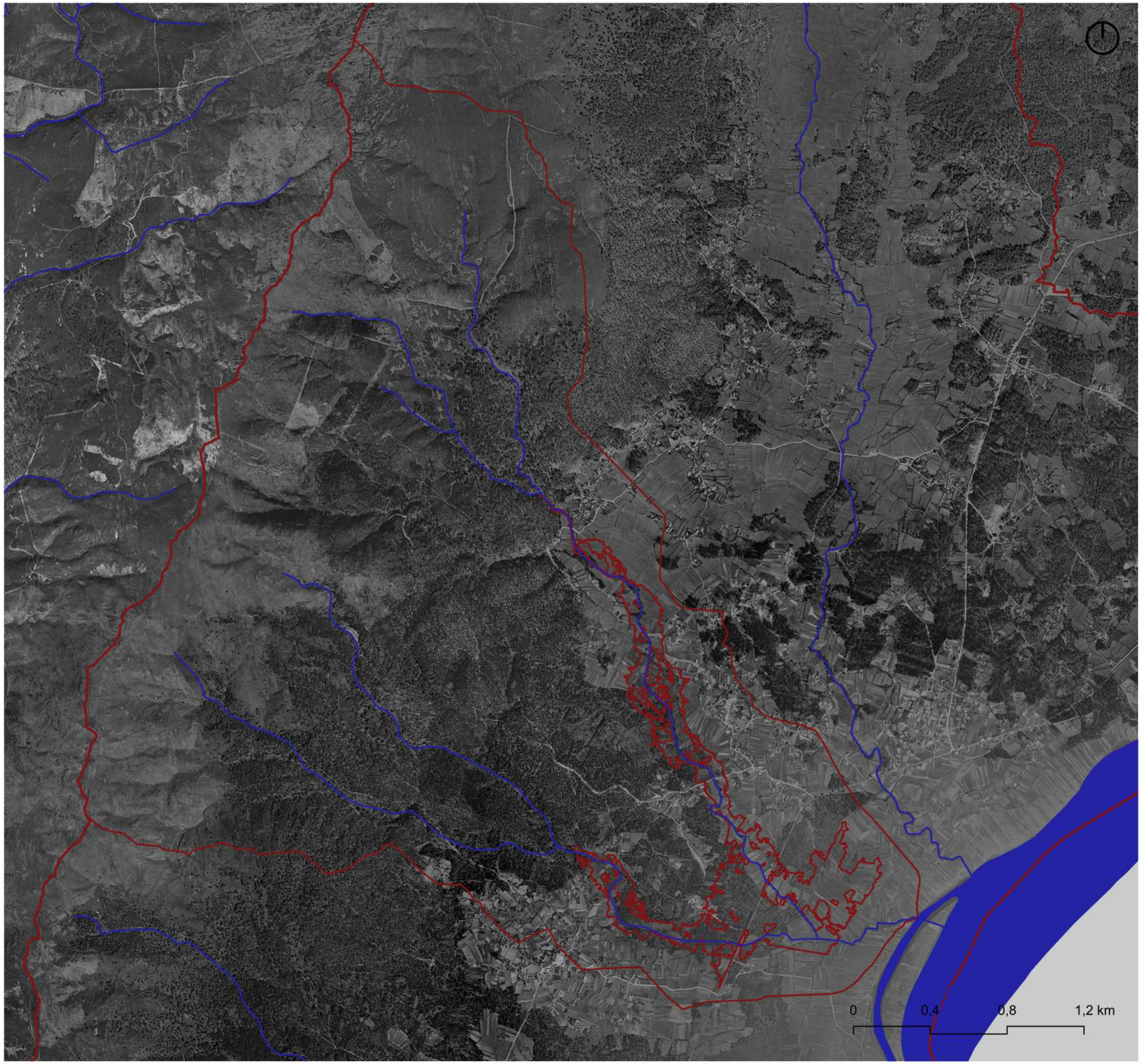
- Linhas de agua
- Río Minho
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

M03

e 1:20.000

Caracterización

Ortofotografia 2000



Legenda

- Linhas de agua
- Río Minho
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

M04

e 1:20.000

Caracterización

Ortofotografia 1956

Legenda

- Linhas de agua
- Río Minho
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Usos do solo

- Afloramientos rocosos y roquedo
- Cultivos
- Frondosas caducifolias
- Frondosas perennifolias y coníferas
- Frutales no cítricos
- Matorral
- Viñedo
- Zona verde artificial y arbolado urbano
- Zonas artificializadas

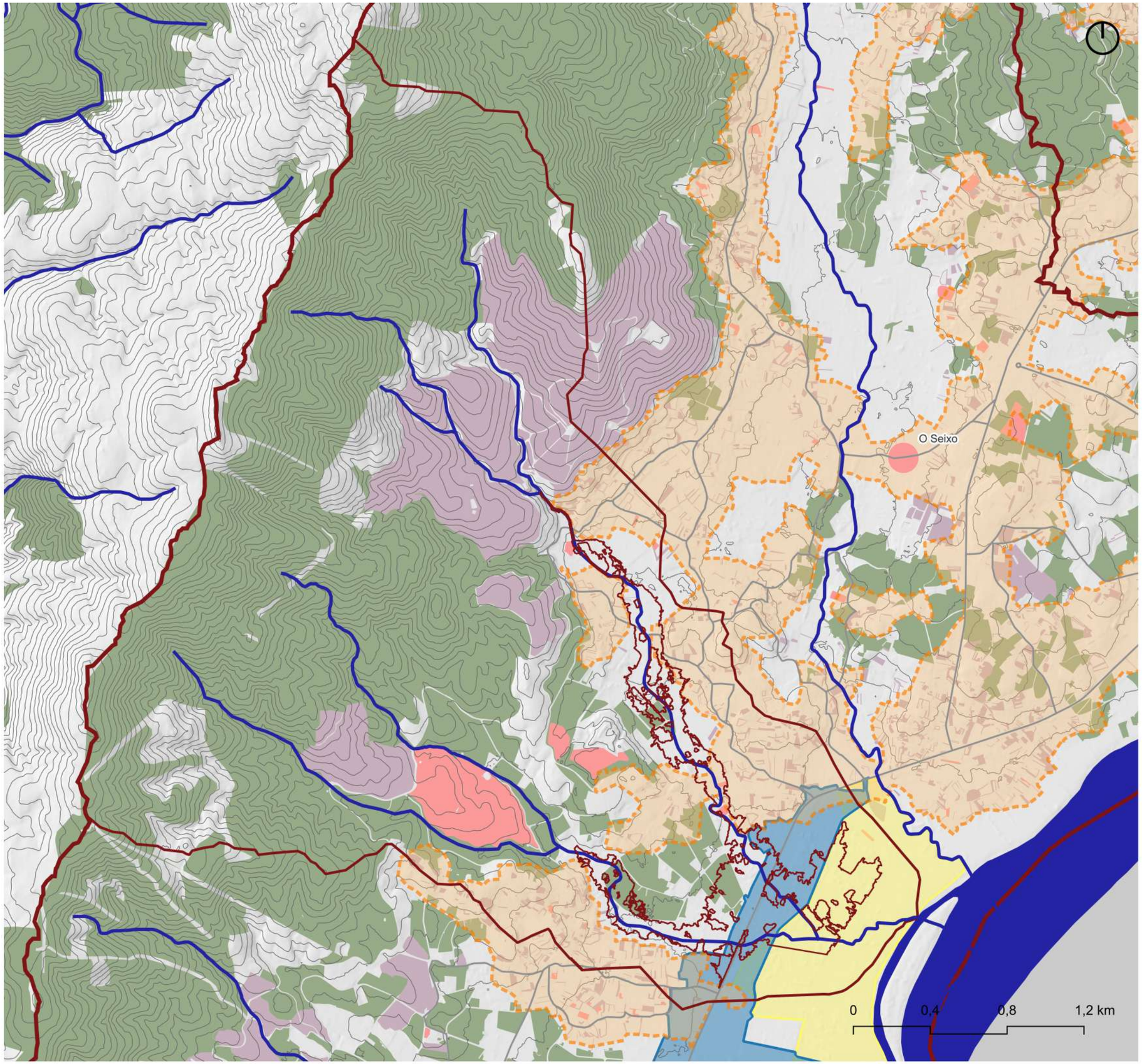
0 0,4 0,8 1,2 km

M05

e 1:20.000

Caracterización

Usos do solo



Legenda

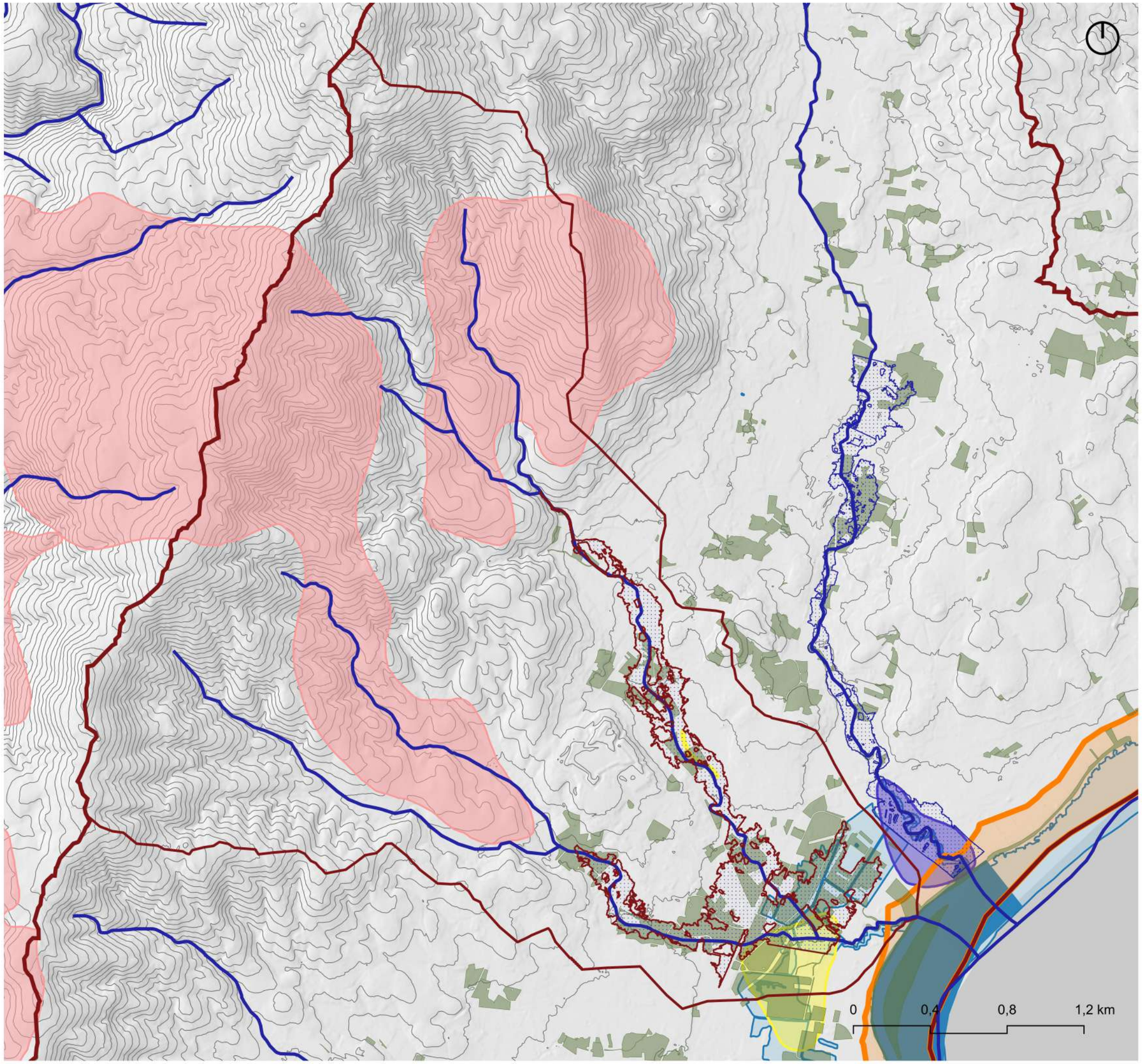
- Linhas de agua
- Río Minho
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Curvas de nivel 10m
- Núcleo urbano
- Espaços residenciais de baixa densidade
- Polígono agroindustrial e Vía Rapida
- Intensificação produtiva (planta ornamental)
- Plantações forestais
- Plantações frutais
- Vinha

M06

e 1:20.000

Caracterización

Pressões antrópicas no território



Legenda

- Linhas de agua
- Miño X (Escala L)
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Curvas de nivel 10m
- ZEPA
- ZEC
- Inventario_Humidais_Galicia
- Inventario Humidais (sem proteção)
- Inundação T100

Vegetação autóctone

- Frondosas caducifolias

Hábitats de interesse

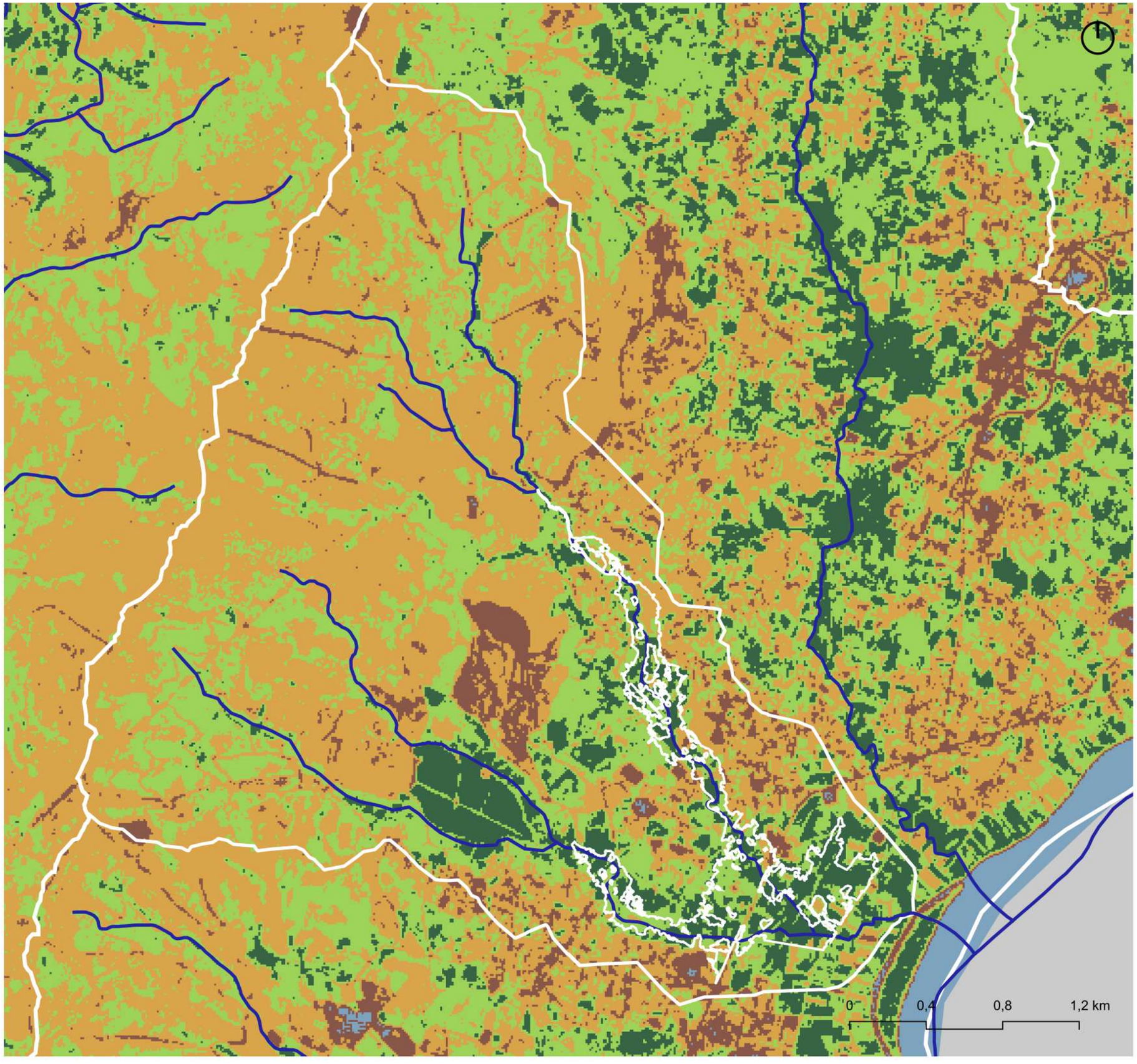
- Amiais
- Prados crassifolios
- Esparganietais

M07

e 1:20.000

Caracterização

Condicionantes ecológicos



Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

NVDI

- <= 0,00 (agua, sombra, nubes)
- 0,00 - 0,20 (urbano, suelo desnudo)
- 0,20 - 0,40 (vegetación rala, mosaico agrícola)
- 0,40 - 0,55 (vegetación media, cultivos activos)
- > 0,55 (vegetación vigorosa,bosques, riberas)

M08

e 1:20.000

Caracterização

NVDI

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Vigor e actividade fotosintética da vegetação

- <0,3 Muito baixo / solo nu / urbano
- 0,3 - 0,4 Baixo (matos, coníferas, vinha)
- 0,4 - 0,5 Médio (prados)
- 0,5 - 0,6 (folhosas, prados húmidos)
- >0,6 (galería riparia densa, plantações intensivas)

0 0,4 0,8 1,2 km

M09

e 1:20.000

Diagnóstico

NVDI médio por poligono (usos do solo)

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Conteúdo de humidade na biomasa

- <0 Moi baixo (seco, estrés severo)
- 0 - 0,1 Baixo (estrés moderado)
- 0,1 - 0,15 Médio (prados, mato con certa humidade)
- 0,15 - 0,2 Alto (prados húmidos)
- >0,2 Moi alto (frondosas caducifólias, ribeiras activas, cultivos intensivos)

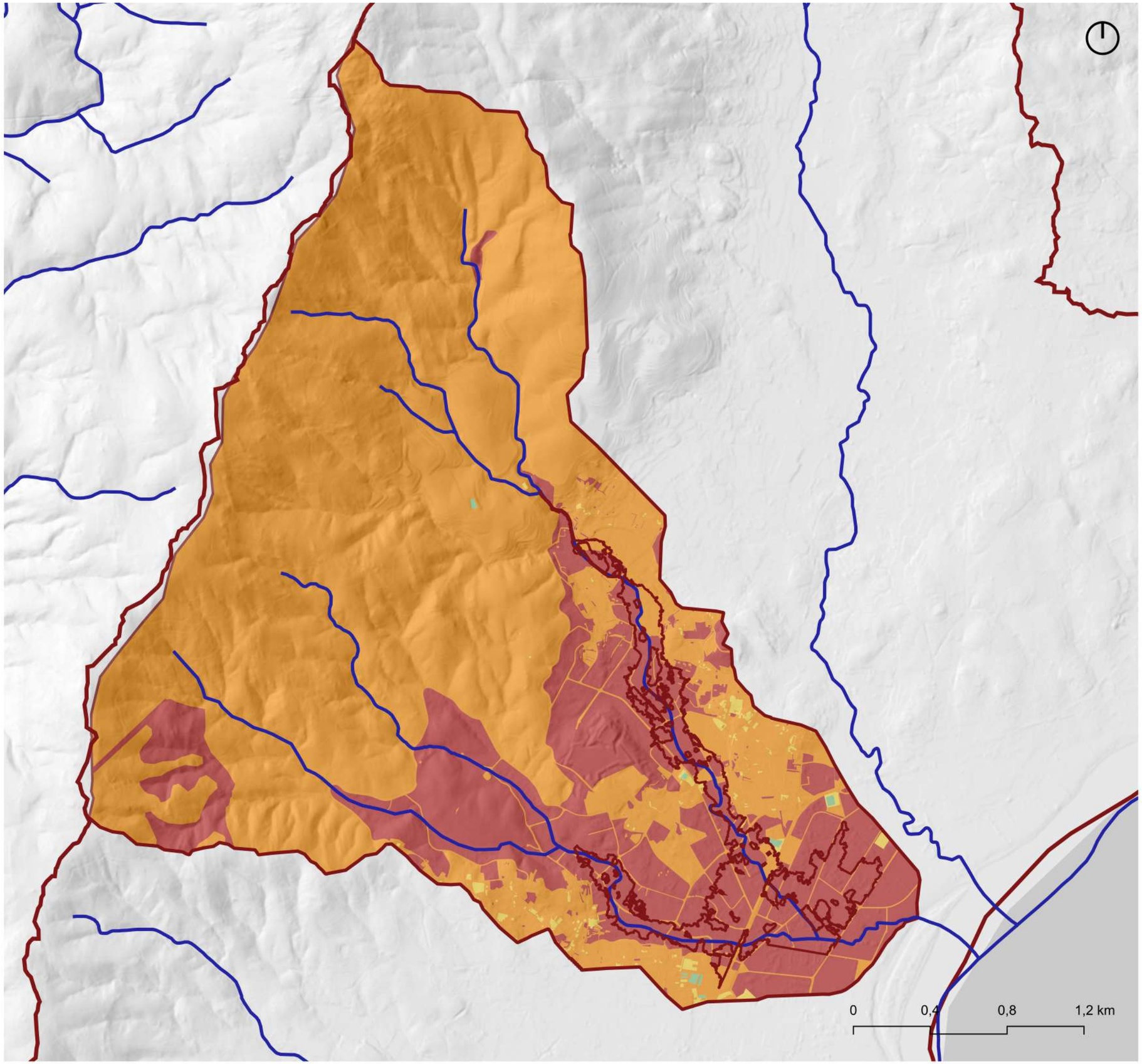
0 0,4 0,8 1,2 km

M10

e 1:20.000

Diagnóstico

NDMI médio por poligono (usos do solo)



Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Presencia de humidade superficial

- -0,6 - -0,4 Moi baixo
- -0,4 - -0,25 Baixo
- -0,25 - -0,1 Médio
- -0,1 - 0 Alto

M11

e 1:20.000

Diagnóstico

NDWI médio por poligono (usos do solo)

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Curvas de nivel 20m

Folhosas caducifolias segun prioridade de conservação

- Alta prioridade NDVI bajo (<0.4) + NDMI bajo.
- Moderada NDVI medio (0.4–0.55) + NDWI bajo.
- Boa conservación NDVI alto (>0.55) + NDMI alto.

0 0,4 0,8 1,2 km

M12

e 1:20.000

Diagnóstico

Prioridades de conservação

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Vegetação autóctone

- Frondosas caducifolias 2017

0 0,4 0,8 1,2 km

M13

e 1:20.000

Diagnóstico

Caducifólias 1956 / 2017

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Vegetação autóctone

- Frondosas caducifolias 2017

0 0,4 0,8 1,2 km

M14

e 1:20.000

Diagnóstico

Caducifólias 2000 / 2017

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT

Vegetação autóctone

- Frondosas caducifolias 2017

0 0,4 0,8 1,2 km

M15

e 1:20.000

Diagnóstico

Caducifólias 2023 / 2017

Legenda

- Linhas de agua
- Medos-Bravos-Fábrica (Escala M)
- ARPSI (Escala S)
- Bacia Minho PT
- Condicionantes ecológicos
- Pessões antrópicas
- Zonas de conflito

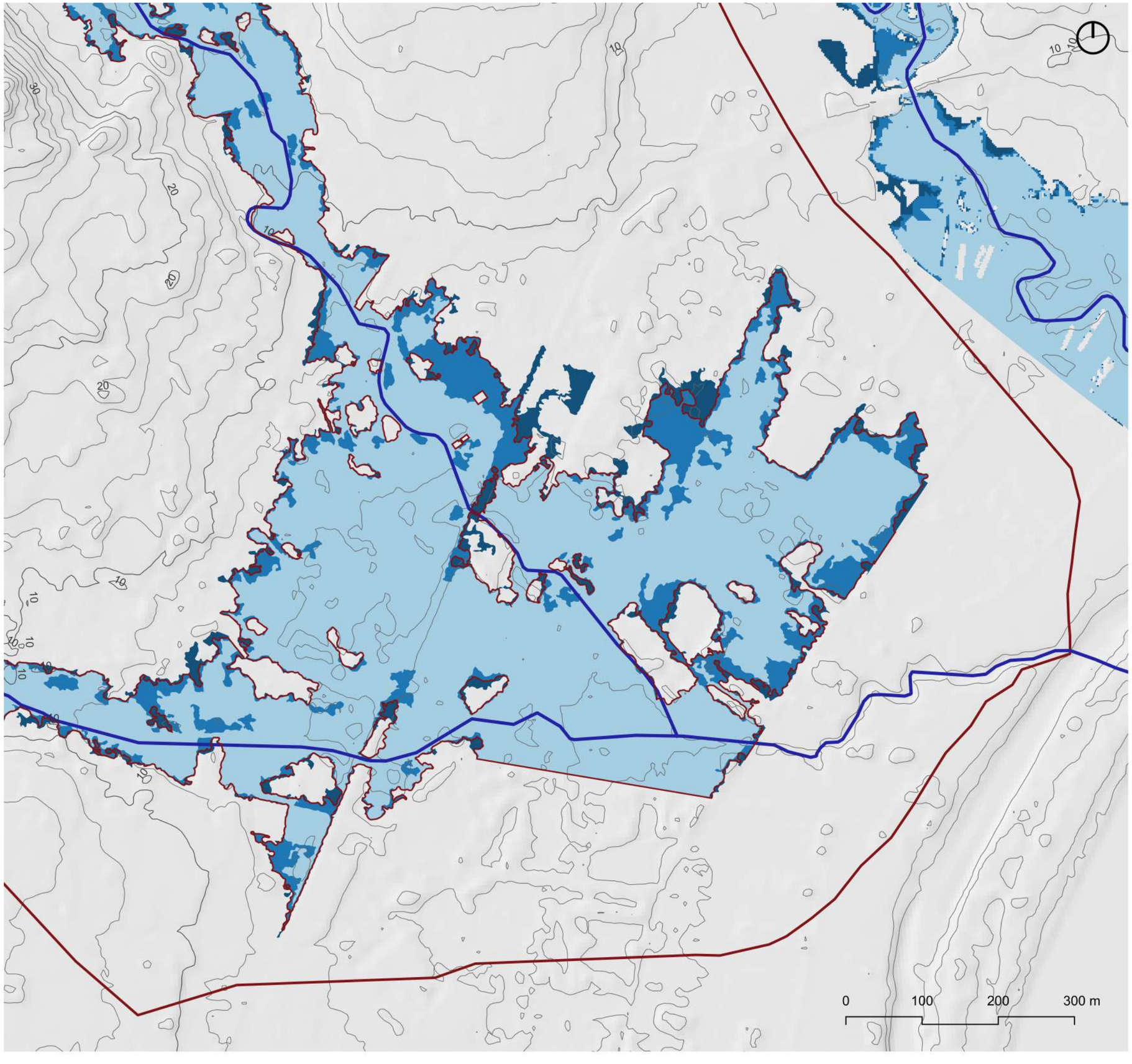
0 0,4 0,8 1,2 km

M16

e 1:20.000

Diagnóstico

Conflitos condicionantes e usos



Legenda

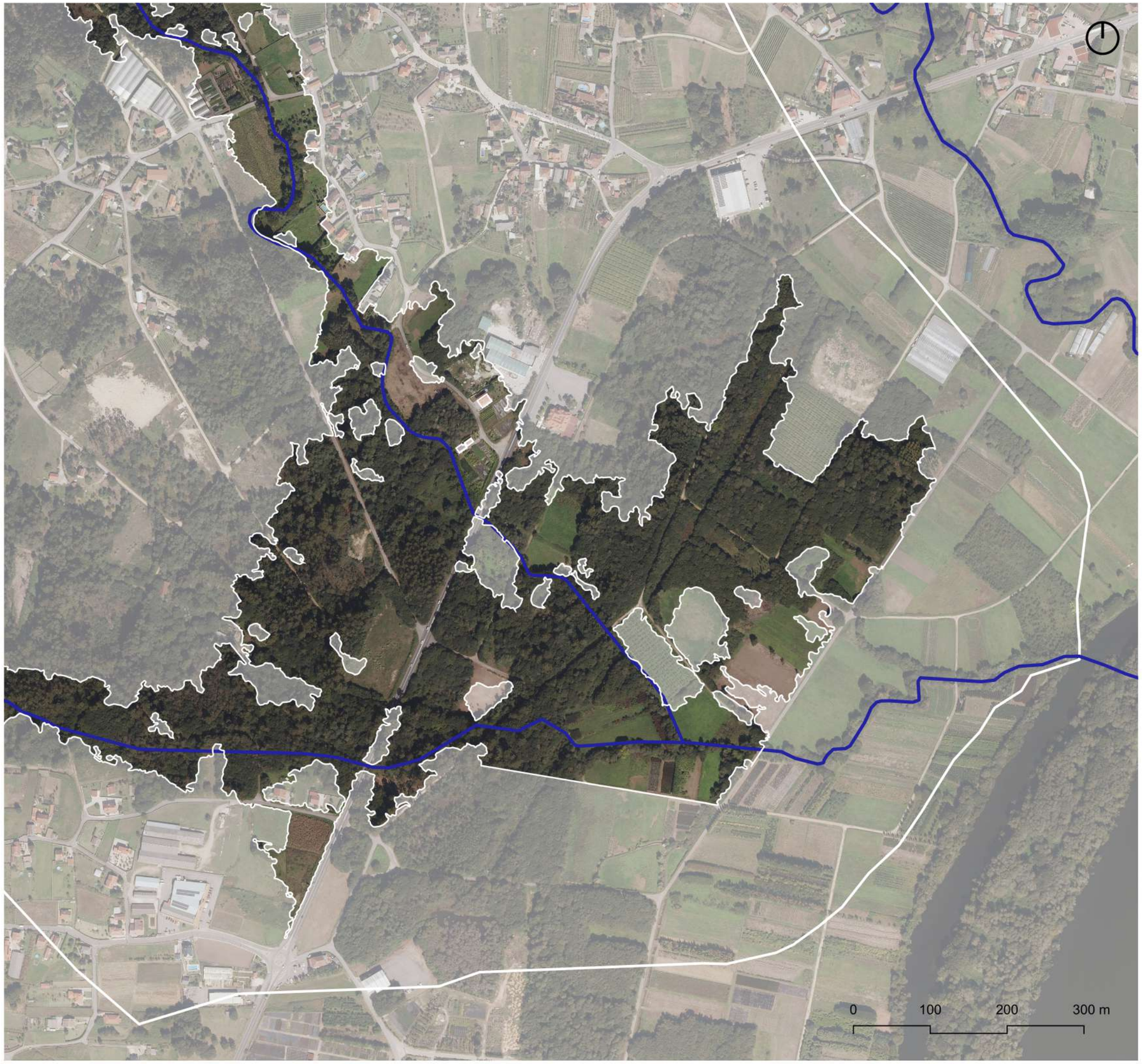
- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)
- Curvas de nivel 10m
- Curvas de nivel 2m
- T010
- T100
- T500

S01

e 1:5.000

Caracterização

Relevo e hidrografía + áreas inundáveis



Legenda

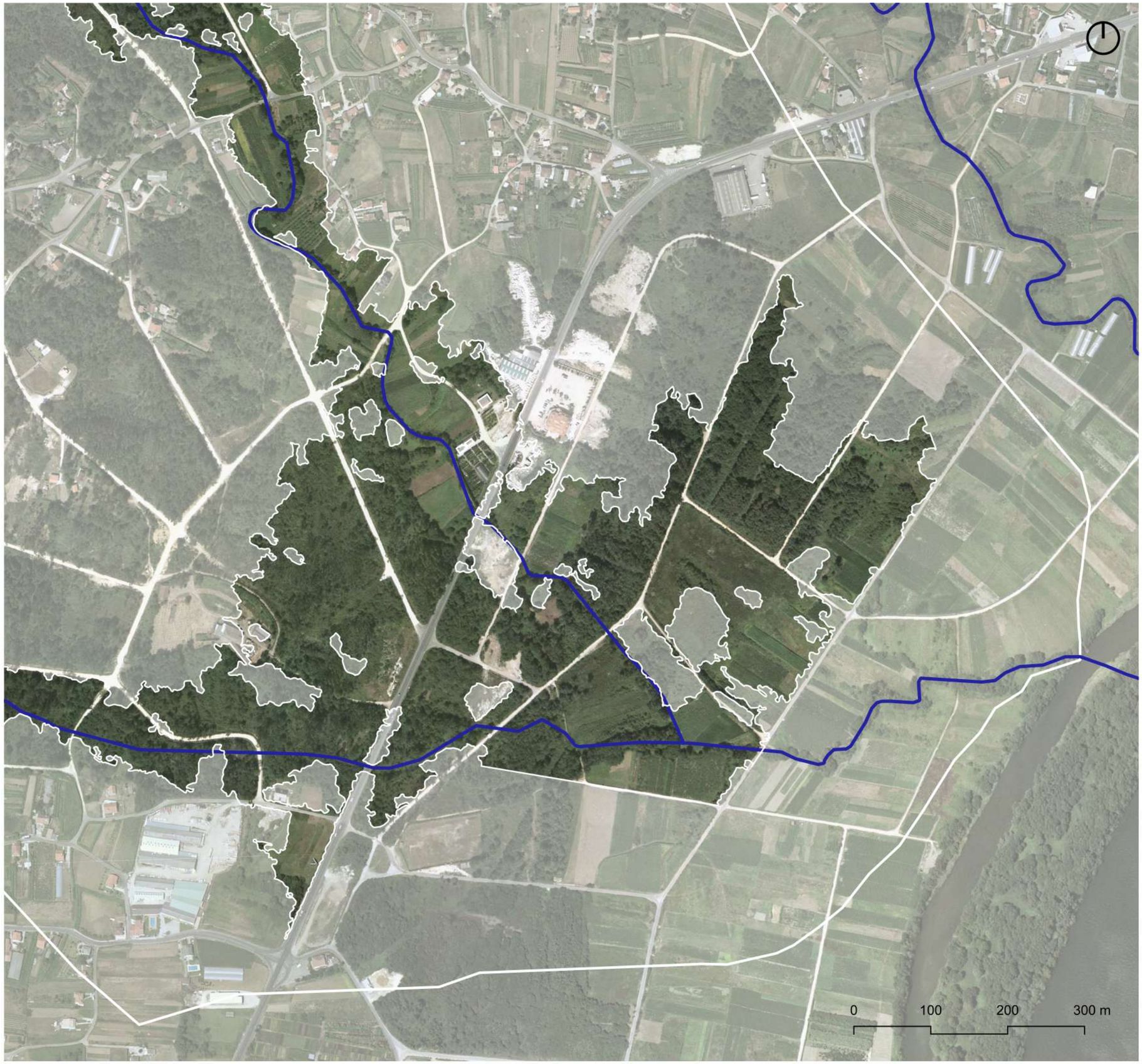
- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)

S02

e 1:5.000

Caracterização

Ortofotografia 2023



Legenda

- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)

S03

e 1:5.000

Caracterização

Ortofotografia 2000

Legenda

- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)

0 100 200 300 m

S04

e 1:5.000

Caracterização

Ortofotografia 1956

Legenda

- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)

36_PONTEVEDRA — SAR_36_T_COMBINADA

- Afloramientos rocosos y roquedo
- Arbolado
- Coníferas
- Cultivos e pastos
- Cursos de agua
- Artificializado
- Frondosas caducifolias
- Frutales no cítricos
- Matorral ou pastizal
- Viñedo
- Zona verde artificial y arbolado urbano

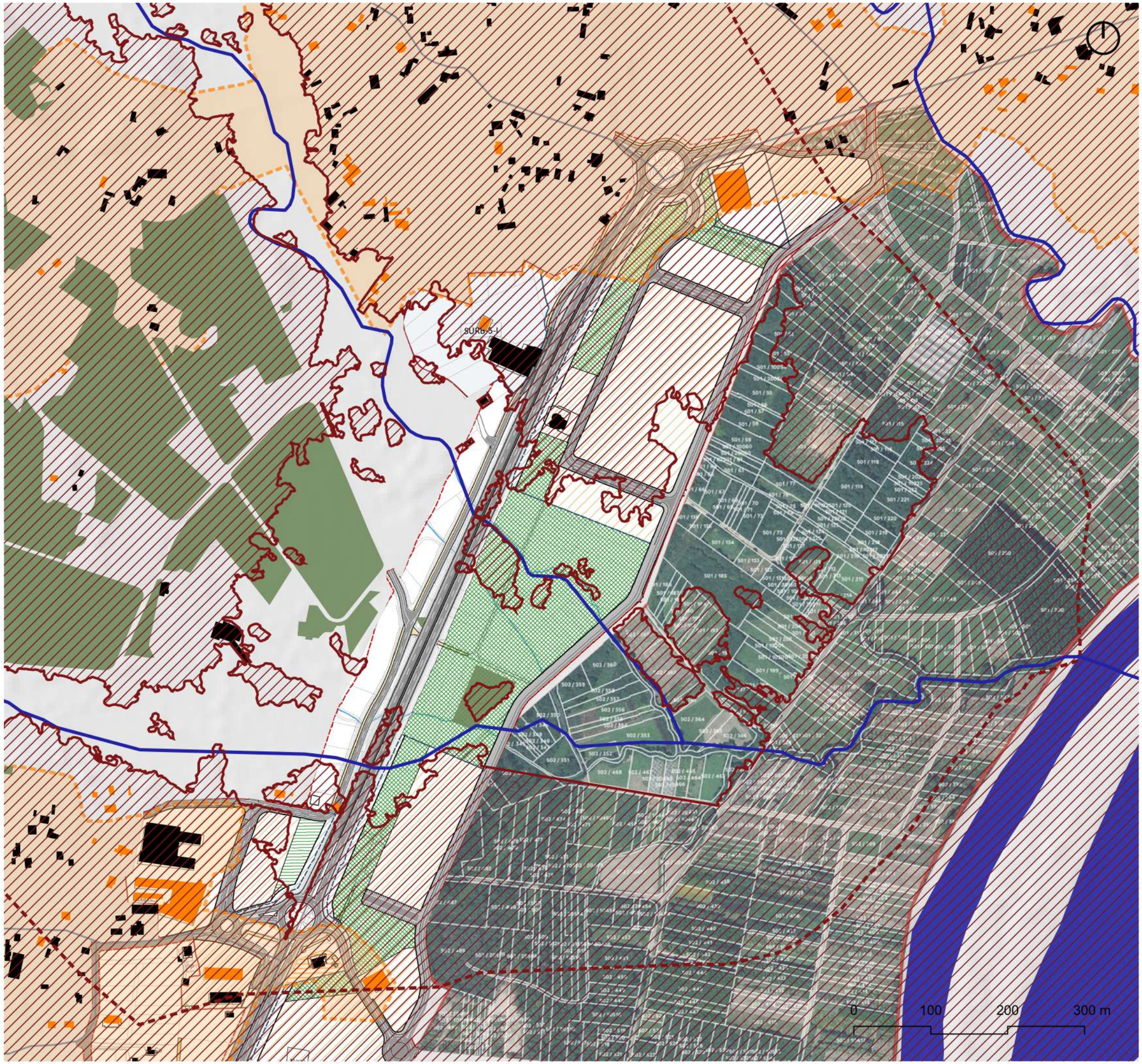
0 100 200 300 m

S05

e 1:5.000

Caracterización

Usos do solo



Legenda

- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)
- Exploração florestal
- Espaço residencial de baixa densidade
- _0027_Estrada

Edificação

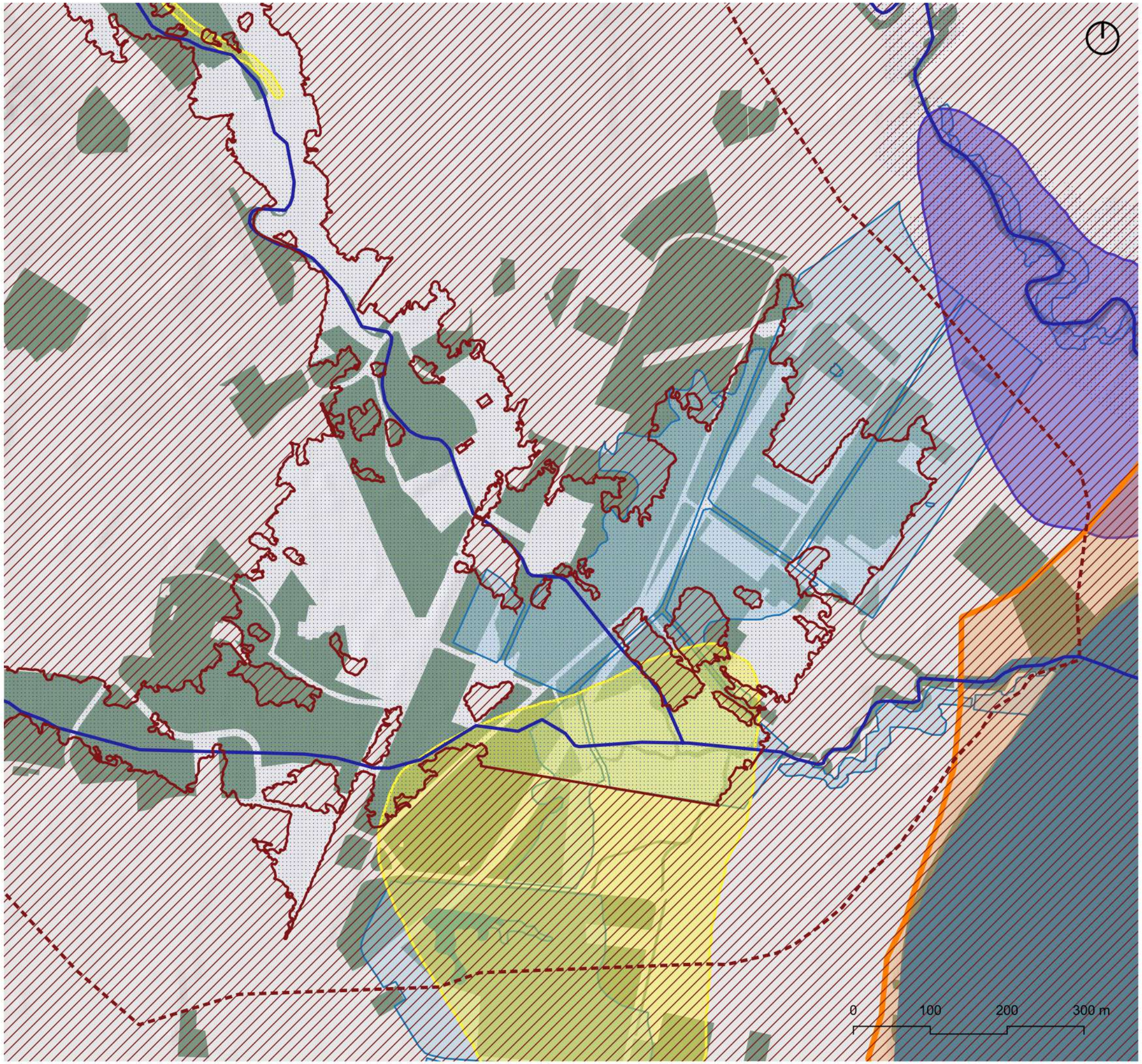
- Anterior ao 2000
- Posterior ao 2000

S06

e 1:5.000

Caracterização

Pressões antrópicas no território



Legenda

- Linhas de agua
- Bravos-Medos-Fábrica (Escala M)
- Inundável T100 (Escala S)
- Frondosas caducifolias
- ZEC
- ZEPA
- Inventario_Humedales_noZP
- Inventario_Humidais protegido
- T100_total_H29.V3

INB_Habitat36_ETRS89_H30

- Alisedas
- Esparganiales

S07

e 1:5.000

Caracterización

Condicionantes ecológicos