Parque Ribeirinho da Ribeira de Linhares: Uma Proposta de Soluções de Base Natural para a Renaturalização de um Curso de Água Urbano

João Soares
Mestrado em Arquitetura Paisagista
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2025/2026





Parque Ribeirinho da Ribeira de Linhares: Uma Proposta de Soluções de Base Natural para a Renaturalização de um Curso de Água Urbano

João Soares

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em Arquitetura Paisagista

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

2025/2026

Orientador
Isabel Silva, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências e Universidade do Porto

Supervisor externo na Entidade de Acolhimento
Francisca Pinto, Arquiteta Paisagista, Neoturf

NEOTURF

Agradecimentos

Agradeço à Professora Isabel Silva, minha orientadora, pelo rigor e sentido crítico com que acompanhou este trabalho desde o primeiro momento. As suas exigências, que por vezes me obrigaram a rever e a aprofundar aquilo que já considerava fechado, foram determinantes para que este relatório chegasse a bom porto. Só com esta orientação atenta e exigente foi possível chegar até aqui.

A todos os professores do Mestrado em Arquitetura Paisagista, pelo conhecimento que me transmitiram ao longo destes anos e pela exigência que sempre exerceram sobre o meu percurso académico, que me permitiu chegar até aqui e que me deu as ferramentas para exercer a profissão que escolhi.

Agradeço a toda a equipa da Neoturf, que me acolheu da melhor forma possível, com um carinho que jamais esquecerei, e que fez do meu estágio uma experiência de aprendizagem em todos os sentidos, muito para lá do que este relatório documenta. Um agradecimento particular à equipa de projeto, que partilhou comigo tantos aprendizados e me apoiou de forma constante. E, dentro desta equipa, um agradecimento ainda mais especial à Francisca, que me acompanhou com maior proximidade ao longo de todo o percurso. Pela partilha de conhecimento, pela confiança que depositou em mim desde cedo, e pela amizade que se foi construindo ao longo do estágio, um obrigado sincero.

Aos meus colegas e amigos, que acompanharam este percurso de perto, agradeço o incentivo constante, sobretudo nas fases mais exigentes, e o apoio e a motivação que nunca me faltaram.

Aos meus pais, ao meu irmão e à minha família, um agradecimento que dificilmente conseguirei traduzir em palavras. Por estarem sempre presentes, por me darem força para continuar dia após dia, mesmo nos momentos em que a vontade era pouca, e por acreditarem em mim mais do que eu próprio em tantos momentos deste percurso.

Por fim, um agradecimento muito especial à Marta, que esteve sempre ao meu lado desde o primeiro dia deste percurso. Que me apoiou nos melhores e nos piores momentos, que me ajudou sempre da melhor forma possível, e que, com uma paciência que admiro profundamente, ouviu incansavelmente os meus desabafos do dia a dia. Foi ela quem tornou este percurso académico ainda mais especial, e é uma experiência que guardarei para sempre com muito carinho. Um simples obrigado não chega para exprimir tudo o que sinto.

A todos, o meu mais sincero obrigado.

Resumo

A degradação de cursos de água urbanos é hoje amplamente diagnosticada pela literatura através do conceito de *urban stream syndrome*, e a resposta que se tem consolidado, associa a essa degradação as soluções de base natural (NbS), que tratam os processos naturais como parte da solução e não como um problema a conter. Contudo, a prática de engenharia hidráulica em contexto português tende a resolver o risco de cheia de forma isolada, remetendo a componente ecológica e social para um estádio posterior do processo, quando chega a ser considerada.

A Ribeira de Linhares, em Matosinhos, ilustra esta lógica: o projeto de engenharia hidráulica que responde a um aluimento através de uma intervenção hidráulica, procurando resolver de forma prioritária o risco de cheia, mas manteve a componente ecológica e social num plano secundário, condicionada pelas construções informais consolidadas sobre o domínio público hídrico. É a partir do enquadramento paisagístico desenvolvido pela Neoturf para este projeto, e que foi acompanhado ao longo do estágio curricular que se deu origem a este relatório, que identifica o potencial de uma resposta mais integrada.

O diagnóstico territorial reunido confirma esse potencial, portanto, os instrumentos de gestão do território em vigor reconhecem formalmente o valor ecológico e a vocação de espaço verde público do corredor, mas nenhum o operacionaliza num desenho concreto, e a compressão do corredor ao longo de anos de ocupação informal resulta precisamente dessa distância entre o que é reconhecido e o que é construído.

Propõe-se, por isso, um Parque Ribeirinho que integra uma retenção distribuída, estabilização de margens por engenharia natural e fitorremediação da água, com a formalização dos percursos e usos informais já apropriados pela população, alargando a resposta ecológica e social que o projeto original não pôde desenvolver plenamente.

Palavras-chave: Soluções de base natural, renaturalização fluvial, retenção distribuída, engenharia natural, fitorremediação

Abstract

The degradation of urban watercourses is now widely recognised in the literature through the concept of 'urban stream syndrome', and the response that has taken hold links this degradation to nature-based solutions (NbS), which treat natural processes as part of the solution rather than as a problem to be contained. However, hydraulic engineering practice in Portugal tends to address the risk of flooding in isolation, relegating the ecological and social aspects to a later stage of the process – if they are considered at all.

The Ribeira de Linhares, in Matosinhos, illustrates this logic: the hydraulic engineering project, which addresses a landslide and effectively mitigates the risk of flooding, has nevertheless relegated the ecological and social aspects to a secondary role, constrained by the informal settlements that have become established on public waterways. It is on the basis of the landscape framework developed by Neoturf for this project – which was monitored throughout the curricular placement that gave rise to this report – that the potential for a more integrated approach has been identified.

The comprehensive territorial assessment confirms this potential; consequently, the current territorial management instruments formally recognise the ecological value and the corridor's role as a public green space, but none of them translates this into a concrete plan, and the encroachment on the corridor over years of informal occupation stems precisely from this gap between what is recognised and what is actually achieved.

It is therefore proposed to create a riverside park that incorporates distributed retention, bank stabilisation through natural engineering and phytoremediation of the water, whilst formalising the informal routes and uses already adopted by the local population, thereby expanding the ecological and social response that the original project was unable to fully develop.

Keywords: Nature-based solutions, river renaturalisation, distributed retention, natural engineering, phytoremediation

Índice

Lista de Tabelas vi

Lista de Figuras vii

Lista de Abreviaturas x

1. Introdução 1

1.1. Apresentação do caso 2

1.2. Objetivos 3

1.3. Metodologia 4

1.4. Contexto de estágio 5

2. Proposta desenvolvida pela Neoturf 6

2.1. Origem, parceria e condicionantes 6

2.2. Estratégia geral de intervenção 7

3. Enquadramento Teórico 9

3.1. A relação histórica entre as cidades e os seus cursos de água 9

3.2. Os processos de artificialização e as suas consequências 11

3.3. Infraestrutura Verde e Corredores Ecológicos 15

3.4. Hierarquia de intervenção e técnicas de recuperação morfológica 17

3.5. Bioengenharia de Margens 23

3.6. Vegetação Ripícola e Fitorremediação 24

3.7. Serviços de Ecossistema e Experiência do Utilizador 29

3.8. Casos de Referência 33

3.8.1. Corredor Verde do Leça (Matosinhos, Maia, Valongo e Santo Tirso) 33

3.8.2. Parque da Asprela, Porto 35

3.8.3. Isar-Plan, Munique 37

3.8.4. Síntese aplicada à Ribeira de Linhares 38

4. Análise 40

4.1. Evolução histórica e ocupação do solo 40

4.2. Enquadramento legal e instrumentos de gestão territorial 42

4.3. Caracterização biofísica 45
4.4. Caracterização antrópica 50
4.5. Estado atual da ribeira 53
4.6 Síntese 55
5. Proposta: Parque Ribeirinho da Ribeira de Linhares 57
5.1. Conceito e princípios de intervenção 57
5.2. Estratégia hídrica 61
5.3. Técnicas de estabilização e tratamento de margens 64
5.4. Programa e organização espacial 65
5.5. Proposta de Plantação 67
6. Conclusão 71
6.1. Síntese Crítica: coerência entre diagnóstico e proposta 71
6.2. Limitações 72
6.3. Perspetivas futuras 73
6.3.1. Aprofundamento técnico da proposta 73
6.3.2. Gestão ativa da vegetação e controlo de invasoras 74
6.3.3. Articulação com a escala metropolitana 74
Referências Bibliográficas 75
Anexo I - Atividades Desenvolvidas ao Longo do Estágio 78
Anexo II – Projeto da Neoturf para a Ribeira de Linhares, Matosinhos 80
Anexo III – Elementos gráficos em formato ampliado 83
Anexo IV – Tabela síntese da relação entre problemas identificados, princípios de intervenção e soluções propostas 98
Anexo V – Declaração de Utilização de Inteligência Artificial (IA) 99

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Formas de artificialização dos sistemas fluviais 12
Tabela 2 - Funções da galeria ripícola por largura 17
Tabela 3 - Técnicas de recuperação morfológica 21
Tabela 4 - Tabela de Identificação de técnicas aplicáveis à Ribeira de Linhares e os seus critérios de seleção. | Fontes: Fischenich, 2001; González del Tánago & García de Jalón, 2001; World Bank, 2021; Silva, 2022 24
Tabela 5 - Mecanismos de fitotecnologia (Kennen & Kirkwood, 2015) 26
Tabela 6 - Contaminantes do escoamento viário e estratégia de fitorremediação (Kennen & Kirkwood, 2015; Silva, 2025) 27
Tabela 7 - Técnicas de gestão do escoamento pluvial (Rashetnia et al., 2025; Christopher et al., 2024; Somarakis et al., 2019) 28
Tabela 8 - Padrões de design biofílico e efeitos no bem-estar (Blau et al., 2018) 32
Tabela 9 - Caracterização do caso de estudo Corredor Verde do Leça segundo os eixos definidos | Fonte: João Soares com dados de Portugal 2020 (2022) e APAP (2023) *Corredor Verde do Rio Leça* 34
Tabela 10 - Caracterização do caso de estudo Parque da Asprela segundo os eixos definidos | Fonte: João Soares com dados da CMP e U.Porto 36
Tabela 11 - Caracterização do caso de estudo Isar-Plan segundo os eixos definidos | Fonte: João Soares com dados da Wasserwirtschaftsamt München e Climate-ADAPT (AEA) 37
Tabela 12 - Tabela Síntese: Oportunidades e Constrangimentos 56

Lista de Figuras

Figura 1 - Fotomontagem aérea histórica (Anos 50) com a localização da Área de Intervenção e principais pontos de referência geográfica | Fonte: Adaptação própria a partir de dados da Webfototeca DGT 2
Figura 2 - Diagrama Metodológico 4
Figura 3 - Situação existente após aluimento das insfraestruturas. | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf) 6
Figura 4 - Situação existente após aluimento das insfraestruturas. | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf) 6
Figura 5 - Plano Geral de Intervenção - Ribeira de Linhares, Matosinhos | Fonte: Neoturf 7
Figura 6 - Estudo Conceptual - Ribeira de Linhares, Matosinhos | Fonte: Neoturf 8
Figura 7 - Lisboa no século XVI, gravura de Braun e Hogenberg (1572). A imagem ilustra a relação estratégica entre a topografia defensiva (colinas e castelo) e o rio Tejo como artéria comercial e social. | Fonte: Internet Arhive 9
Figura 8 - Desenho técnico de uma máquina hidráulica de elevação de água, da autoria do engenheiro italiano Agostino Ramelli (1588). A gravura ilustra os princípios de engenharia pré-industrial mencionados por Haidvogl (2018): o fluxo do rio aciona uma roda d'água de pás que, através de um complexo sistema renascentista de engrenagens e pistões, converte a energia mecânica fluvial para bombear e elevar a água até ao reservatório superior. | Fonte: Public Domain Review 9
Figura 9 - Corte transversal cronológico demonstrando o processo de artificialização e ocultação dos cursos de água urbanos, partindo do equilíbrio ecológico pré-industrial até ao enterramento e canalização sob a pressão imobiliária do século XX. | Fonte: João Soares + GPT Image 2 11
Figura 10 - Hidrograma natural vs. Urbanizado | Fonte: João Soares + GPT Image 2 13
Figura 11 - Mosaico da paisagem e estrutura nós/ligações | Fonte: João Soares + GPT Image 2 16
Figura 12 - As quatro dimensões da conectividade fluvial (Schmutz & Sendzimir, 2018) | Fonte: João Soares + GPT Image 2 19
Figura 13 - Diagrama ilustrativo da Hierarquia de Intervenção | Fonte: João Soares +GPT Image 2 20
Figura 14 - Corte ilustrativo da área inundável de um ecossistema ribeirinho | Fonte: World Bank, 2021 22

Figura 15 - Sequência de fitodepuração (treatment train) | Fonte: João Soares + GPT Image 2 29
Figura 16 - Serviços de ecossistema no corredor ribeirinho (Lee et al., 2020; Blau et al., 2018) | Fonte: João Soares + GPT Image 2 30
Figura 17 - Corredor Verde do Leça: articulação entre os percursos de mobilidade suave e a vegetação ripícola. | Fonte: CMM 35
Figura 18 - Planta do Parque da Asprela, com representação da área de retenção temporária de águas pluviais. | Fonte: Biennal Internacional de Paisatge, «Parque da Asprela», s.d. 36
Figura 19 - Rio Isar, em Munique, após a intervenção do Isar-Plan. | Fotografia: Rufus46, CC BY-SA 3.0, via Urban Waters 38
Figura 20 - Cartografia de 1944 | Aproximação à área de intervenção | Fonte: CMM . 40
Figura 21 - Cartografia de 1986 | Aproximação à área de intervenção | Fonte: CMM . 41
Figura 22 - Ortofotomapa Atual | Sobreposição de edificado + Domínio Público Hídrico | Fonte: João Soares com recolha de dados na CMM 41
Figura 23 - Extrato da Planta de Condicionantes do PDM de Matosinhos, com classificação da linha de água | Fonte: CMM 42
Figura 24 - Planta de Ordenamento I – Classificação e qualificação do solo | Fonte: CMM 44
Figura 25 - Carta da Reserva Ecológica Nacional - Aproximação à área de intervenção | Fonte: João Soares com recolha de dados da CMM 44
Figura 26 - Mapa Hipsométrico da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT 45
Figura 27 - Mapa da Orientação das Vertentes da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT 46
Figura 28 - Mapa de Declives da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT 47
Figura 29 - Enquadramento Hidrográfico do Concelho de Matosinhos e da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da APA/SNIAmb 48
Figura 30 - Temperatura média mensal | Matosinhos | Fonte: IPMA 49
Figura 31 - Precipitação mensal | Matosinhos | Fonte: IPMA 50
Figura 32 - Mapa de Ocupação do Solo | Matosinhos e Zoom para a Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT 51
Figura 33 - Diagrama representativo da presença de agricultura nas margens e dos atravessamentos informais existentes | Fonte: João Soares 52

Figura 34 - Situação Existente da Área de Intervenção, onde podemos reparar a presença dos caminhos informais que atravessam o espaço, como também a presença de atividades agrícolas junto das habitações | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)..... 52
Figura 35 - Situação Existente da Ribeira de Linhares | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf) 53
Figura 36 - Situação Existente da Área de Intervenção, onde é possível observar alguma contaminação na ribeira (imagem à direita) | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf) 53
Figura 37 - Situação Existente após aluimento das infraestruturas | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf) 54
Figura 38 - Plano Conceptual da Proposta | Fonte: João Soares..... 57
Figura 39 - Plano Geral de Intervenção - Proposta do Parque Ribeirinho de Linhares, Matosinhos | Fonte: João Soares..... 58
Figura 40 - Corte Longitudinal E-E' | Fonte: João Soares 60
Figura 41 - Localização das bacias de retenção | Fonte: João Soares..... 61
Figura 42 - Reação do parque em cenário de cheia | Fonte: João Soares..... 62
Figura 43 - Localização aproximada do corte A-A' e C-C' | Fonte: João Soares 63
Figura 44 - Corte Transversal C-C', zona de talude inclinado, galeria ripícola e bacia de retenção | Fonte: João Soares..... 63
Figura 45 - Corte Transversal A-A', dique, galeria ripícola e bacia de retenção | Fonte: João Soares 63
Figura 46 - Técnicas aplicadas na margem | Fonte: João Soares..... 64
Figura 47 - Acessos ao Parque | Fonte: João Soares..... 66
Figura 48 - Localização aproximada do corte D-D' | Fonte: João Soares..... 66
Figura 49 - Corte Transversal D-D', hortas comunitárias | Fonte: João Soares..... 67
Figura 50 - Localização aproximada do corte B-B' | Fonte: João Soares 69
Figura 51 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 5.º ano | Fonte: João Soares..... 69
Figura 52 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 10.º ano | Fonte: João Soares..... 70
Figura 53 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 20.º ano | Fonte: João Soares..... 70

Lista de Abreviaturas

AEA	Agência Europeia do Ambiente
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
APAP	Associação Portuguesa dos Arquitetos Paisagistas
ARPSI	Área de Risco Potencial Significativo de Inundação
AUGI	Áreas Urbanas de Génese Ilegal
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos
CMM	Câmara Municipal de Matosinhos
CMP	Câmara Municipal do Porto
COGEDIR	Empresa responsável pelo projeto de engenharia hidráulica referido no relatório
DGT	Direção-Geral do Território
DPH	Domínio Público Hídrico
EN208	Estrada Nacional 208
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations / Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FCUP	Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
GR	Galeria Ripícola
HAP	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos
HUHI	Hydrological Urban Heat Island / Ilha de Calor Urbana Hidrológica
IA	Inteligência Artificial
IUCN	International Union for Conservation of Nature / União Internacional para a Conservação da Natureza
LID	Low-Impact Development
MAA	Maciços Arbóreo-Arbustivos
MDT	Modelo Digital do Terreno
NBS	Nature-based Solutions / Soluções de Base Natural
PDM	Plano Diretor Municipal
PGRH	Plano de Gestão da Região Hidrográfica
PGRI	Plano de Gestão dos Riscos de Inundação
RH2	Região Hidrográfica 2
REN	Reserva Ecológica Nacional
SIG	Sistemas de Informação Geográfica
SUDS	Sustainable Urban Drainage Systems / Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável

UOPG	Unidade Operativa de Planeamento e Gestão
WSUD	Water-Sensitive Urban Design / Design Urbano Sensível à Água

1. Introdução

Este relatório nasce de um estágio curricular na Neoturf, empresa portuguesa de Arquitetura Paisagista, onde acompanhei a elaboração de uma proposta de intervenção para a Ribeira de Linhares, em Matosinhos. É desse contacto direto com o projeto e com as suas condicionantes reais de engenharia hidráulica e paisagismo, que nasce o desafio desenvolvido neste trabalho.

O crescimento urbano acelerado das últimas décadas é um dos processos de transformação territorial mais significativos da era contemporânea: as Nações Unidas projetam mais 2,5 mil milhões de pessoas em áreas urbanas até 2050 (Chen et al., 2023). Essa expansão substitui superfícies permeáveis por pavimentos, coberturas e vias de circulação, alterando o ciclo da água à escala da bacia hidrográfica. A infiltração diminui, os aquíferos recarregam menos, e o escoamento superficial torna-se mais rápido, mais volumoso e mais carregado de poluentes (Golden & Hoghooghi, 2018).

O resultado não é apenas mais água a escoar mais depressa. A degradação dos ecossistemas ribeirinhos em contexto urbano, abordada pela literatura no conceito de "*urban stream syndrome*", que descreve sistemas fluviais afetados em simultâneo por hidrologia alterada, qualidade da água comprometida, substrato simplificado, perda de vegetação ripícola e menor biodiversidade aquática (Walsh et al., 2005). Como estes fatores atuam à escala da bacia, as intervenções pontuais raramente resolvem o problema, daí a resposta que se consolidou na última década e meia, passa por tratar os processos naturais como solução, e não como problema, através da Infraestrutura Verde e das Soluções de Base Natural (*NbS - Nature-based Solutions*).

O leque de intervenções que cabe debaixo das NbS ribeirinhas é amplo. Existem intervenções de retenção natural de água, restauro de planícies de inundação, bioengenharia de margens, faixas ripícolas de controlo de poluentes, zonas húmidas construídas, entre outras (Carbonari & Solari, 2025). Contudo, vale a pena não confundir NbS com restauro fluvial, uma vez que, o restauro procura repor as funções ecológicas anteriores à degradação; já as NbS partem antes dos desafios societais, tais como, segurança hídrica, saúde, risco de desastres, colocando os serviços que o ecossistema presta às pessoas no centro da equação (Carbonari & Solari, 2025). A definição de referência é da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN), onde as NbS são "ações de proteção, gestão sustentável e restauro de ecossistemas naturais e modificados que respondem eficaz e adaptativamente a desafios societais, beneficiando simultaneamente pessoas e natureza".

É neste espaço entre o restauro ecológico e o espaço público urbano que a Arquitetura Paisagista tem um papel próprio a desempenhar. A renaturalização de linhas de água degradadas em contexto urbano é hoje uma das aplicações mais visíveis do paradigma das NbS, com capacidade de reconfigurar a relação das cidades com os seus sistemas fluviais.

1.1. Apresentação do caso

A Ribeira de Linhares, localizada no concelho de Matosinhos, na Área Metropolitana do Porto, é um exemplo paradigmático do que décadas de urbanização descontrolada podem fazer a um curso de água. Originalmente integrado numa matriz rural e agrícola, o troço da ribeira correspondente à área de intervenção foi progressivamente artificializado ao longo da segunda metade do século XX, num processo associado à transformação da ocupação do solo e à expansão urbana sobre as suas margens. Hoje, o único troço a céu aberto, com cerca de 584 metros de extensão, é um espaço de abandono, colonizado por espécies invasoras, contaminado por diversas fontes, atravessado por construções implantadas sobre o domínio público hídrico e palco de episódios recorrentes de instabilidade hidráulica.

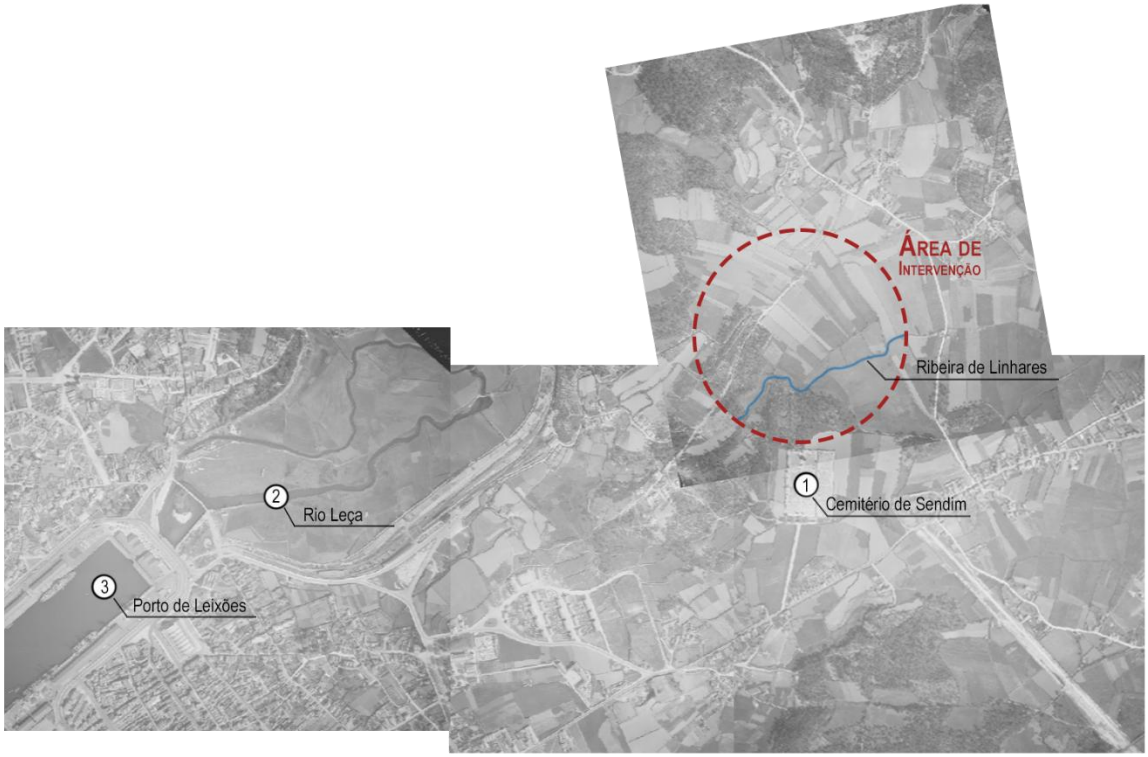


Figura 1 - Fotomontagem aérea histórica (Anos 50) com a localização da Área de Intervenção e principais pontos de referência geográfica | Fonte: Adaptação própria a partir de dados da Webfototeca DGT

No entanto, este espaço apresenta um potencial que importa reconhecer e aproveitar. A sua localização na bacia hidrográfica do rio Leça coloca-o numa posição estratégica relativamente ao Corredor Verde do Leça, um dos principais eixos de infraestrutura verde da Área Metropolitana do Porto. A integração da Ribeira de Linhares neste corredor representaria um ganho ecológico e social, mas também um contributo para a infraestrutura verde e azul à escala metropolitana, ligando espaços verdes hoje desconectados e criando condições para o funcionamento de um sistema ecológico mais coeso e resiliente. A isto, acresce o facto da Camara Municipal de Matosinhos, reconhecer que a população local utiliza informalmente o corredor como percurso quotidiano para acesso aos transportes públicos, revelando assim sinais claros de uma procura social para uma intervenção qualificada.

O presente relatório surge precisamente neste contexto. No âmbito do estágio curricular realizado na Neoturf, foi acompanhado um projeto de engenharia hidráulica para a Ribeira de Linhares, encomendado pela Câmara Municipal de Matosinhos à COGEDIR, no qual a Neoturf desenvolveu um projeto de enquadramento paisagístico. Este projeto revelou, de forma clara, o potencial não concretizado de uma intervenção mais integrada e ambiciosa do ponto de vista ecológico, social e paisagístico, potencial que este trabalho procura explorar através do desenvolvimento de uma proposta de um Parque Ribeirinho para a Ribeira de Linhares.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um projeto de um Parque Ribeirinho para a Ribeira de Linhares que, através da aplicação de soluções de base natural, responda de forma integrada aos problemas ecológicos, hidráulicos e sociais identificados, transformando um espaço urbano degradado num parque linear multifuncional.

Para concretizar este objetivo, definem-se os seguintes objetivos específicos: (1) Promover a renaturalização parcial do leito e das margens, através da recuperação de processos e funções hidromorfológicas e da reconstituição da vegetação ripícola; (2) Melhorar a qualidade da água através de estratégias de fitodepuração, aproveitando a capacidade de determinadas espécies vegetais para reter, absorver e degradar os poluentes no meio hídrico; (3) Contribuir para o controlo do risco de cheias através de soluções distribuídas de laminação e retenção de forma natural, reduzindo a vulnerabilidade das populações e das infraestruturas localizadas na área de influência

da ribeira; (4) Conter as espécies exóticas invasoras presentes no corredor ribeirinho e promover a regeneração da vegetação autóctone, restabelecendo a estrutura e a função ecológica das margens; (5) Criar um sistema de percursos de mobilidade suave que formalize os atravessamentos informais existentes, garantindo acessibilidade segura e confortável ao longo do corredor; (6) Desenvolver um parque de proximidade que responda às necessidades de lazer da população local, qualificando a relação entre o espaço ribeirinho e o tecido urbano envolvente; (7) Enquadrar a Ribeira de Linhares no Corredor Verde do Leça, reforçando potencialmente a conectividade ecológica e social à escala metropolitana.

1.3. Metodologia

O presente trabalho assume uma natureza predominantemente qualitativa, organizando-se em torno de quatro momentos interligados, em que os três primeiros funcionam como a base analítica e concetual indispensável para a concretização da proposta final. O percurso metodológico inicia-se com a imersão na prática profissional através do estágio na Neoturf, o que permitiu um contacto direto com as condicionantes e realidades do território. Este conhecimento prático é de imediato cruzado, num

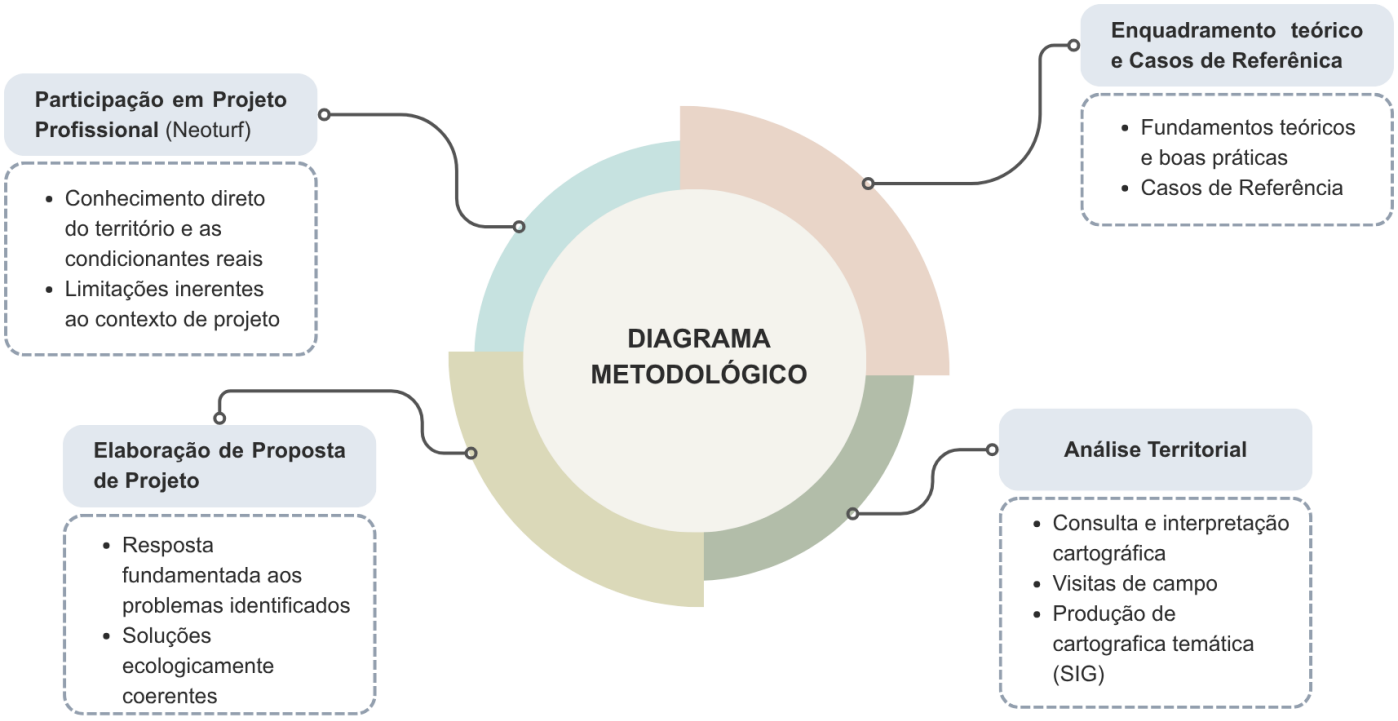


Figura 2 - Diagrama Metodológico

segundo momento, com uma sólida revisão de literatura e análise de casos de referência, focada em soluções de base natural e renaturalização fluvial. Num terceiro momento, avança-se para a análise territorial e diagnóstica, recorrendo a ferramentas SIG para o mapeamento biofísico e legal da área. Por fim, o quarto momento consolida todas as fases anteriores, traduzindo o diagnóstico e o suporte teórico numa proposta de projeto ecologicamente coerente e fundamentada para a linha de água.

1.4. Contexto de estágio

O estágio decorreu na Neoturf, fundada em 1999 e especializada em Arquitetura Paisagista e soluções de base natural, organizada em dois departamentos: Departamento de Projeto e Departamento de Produção, que me deram uma visão completa do ciclo de intervenção, da conceção à execução. Passei a maior parte do estágio no Departamento de Projeto, porém com uma passagem pelo Departamento de Produção que me deu uma noção mais concreta dos custos e da execução das propostas.

O meu papel no projeto da Ribeira de Linhares foi sobretudo técnico e investigativo: pesquisar e fundamentar soluções de engenharia natural para estabilizar as margens e mitigar a poluição, e aprofundar o estudo de espécies fitorremediadoras para a bacia de retenção prevista pela COGEDIR. Esse trabalho deu origem ao projeto apresentado no capítulo seguinte e revelou também o potencial de uma abordagem de renaturalização mais ambiciosa do que aquela que o âmbito contratual do projeto permitia, potencial que este relatório procura agora explorar.

2. Proposta desenvolvida pela Neoturf

2.1. Origem, parceria e condicionantes

A proposta da Neoturf nasceu de uma parceria com a COGEDIR, a pedido da Câmara Municipal de Matosinhos, na sequência de um aluimento causado pelo rebentamento de uma canalização junto à Rua do Regadio. À COGEDIR coube a engenharia hidráulica, com o dimensionamento das estruturas de controlo de caudais, estabilização das margens, modelação do terreno para a bacia de retenção e o dique de contenção; à Neoturf, o enquadramento paisagístico dessa intervenção. As duas componentes desenvolveram-se, na prática, em paralelo, com pontos de contacto definidos, mas sem uma integração plena desde o início, uma condicionante que se torna mais evidente quando se pensa no que uma abordagem verdadeiramente interdisciplinar, desde a primeira hora, poderia ter permitido.



Figura 3 - Situação existente após aluimento das insfraestruturas. | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)



Figura 4 - Situação existente após aluimento das insfraestruturas. | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)

Três fatores limitaram, de forma estrutural, a liberdade do projeto. O primeiro é fundiário: as construções na zona crítica da ribeira integram Áreas Urbanas de Génese Ilegal em processo de reconversão, onde a Câmara optou há décadas por uma estratégia de integração, o que empurrou o desenho para a proteção das edificações existentes em detrimento de uma recuperação plena do espaço de inundação, daí o dique de contenção de cheias, uma vez que revela ser uma solução tecnicamente eficaz, mas ecologicamente pouco ambiciosa.

A bacia de retenção a montante, uma solução de base natural, que procura compensar parcialmente essa limitação, ao introduzir um elemento de moderação do fluxo com potencial para vegetação fitorremediadora.

O segundo fator é orçamental: a ciclovia e o percurso pedonal previstos inicialmente acabaram adiados por constrangimentos orçamentais e de faseamento da Câmara, ficando registados apenas de forma indicativa, ainda que tenham condicionado as restantes peças técnicas, que teve de deixar espaço para essa construção futura.

O terceiro é de autoria: a modelação do terreno coube inteiramente à COGEDIR, por decorrer diretamente das exigências hidráulicas, o que limitou a Neoturf ao desenho da estrutura vegetal sobre uma topografia já definida.

2.2. Estratégia geral de intervenção

A proposta paisagística desenvolvida pela Neoturf (Figura 5) organizou-se em volta de uma lógica de intervenção complementar à engenharia hidráulica, procurando introduzir coerência ecológica, qualidade espacial e integração paisagística numa intervenção de raiz maioritariamente técnica. A estrutura da proposta acompanha as duas grandes zonas definidas pelo projeto de engenharia, o troço renaturalizado a montante e a zona de proteção a jusante, respondendo de forma diferenciada às condições e objetivos de cada segmento, mas mantendo uma linguagem vegetal coerente ao longo de toda a intervenção.

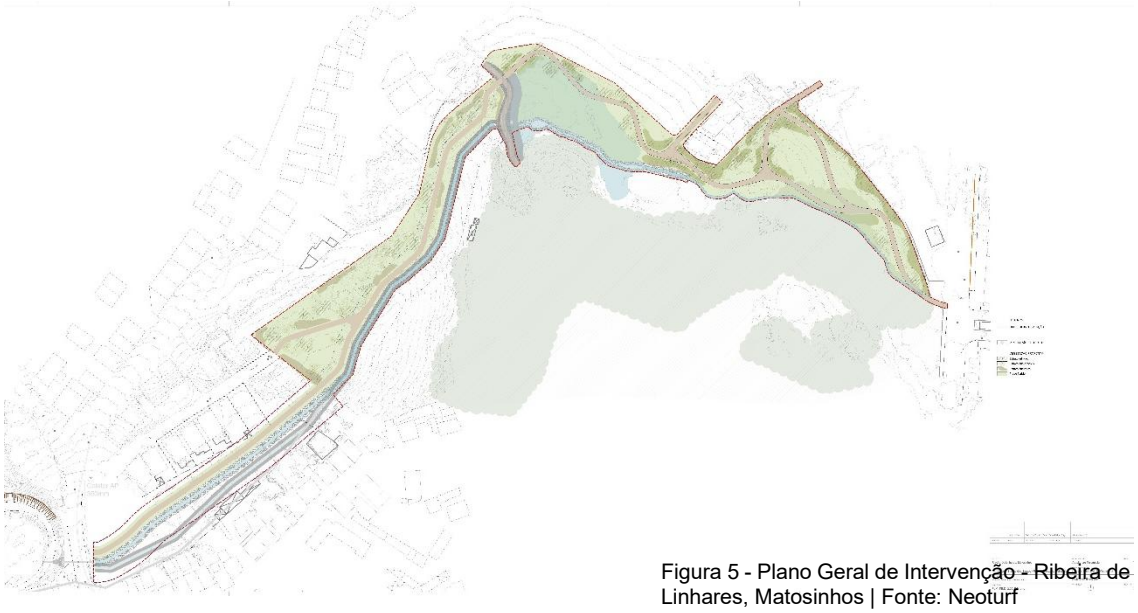


Figura 5 - Plano Geral de Intervenção - Ribeira de Linhares, Matosinhos | Fonte: Neoturf

A organização espacial da proposta seguiu a lógica de clareira, orla e mata, adaptada às especificidades do corredor ribeirinho. Esta estrutura, assente na alternância entre espaços abertos e núcleos de vegetação densa, respondeu a objetivos funcionais, ou seja, as zonas de maior densidade vegetal foram posicionadas estrategicamente para

criar barreiras visuais e físicas em relação às construções e terrenos agrícolas adjacentes, enquanto as zonas mais abertas foram reservadas para os espaços com maior potencial de fruição e para as áreas onde a visibilidade sobre o curso de água era desejável.

A bacia de retenção constitui o elemento mais expressivo desta lógica espacial. Concebida como uma grande clareira no interior do corredor verde, apresenta-se no quotidiano como um espaço aberto capaz de acolher usos informais de lazer e contemplação. Nos eventos de precipitação extrema, este mesmo espaço assume a sua função hidráulica de laminação de caudais, retendo temporariamente as águas antes de as libertar de forma controlada para jusante.

O percurso pedonal e ciclável, embora reduzido a um elemento indicativo, seguiu uma lógica de mobilidade suave que procurava formalizar os atravessamentos informais já realizados pela população local.

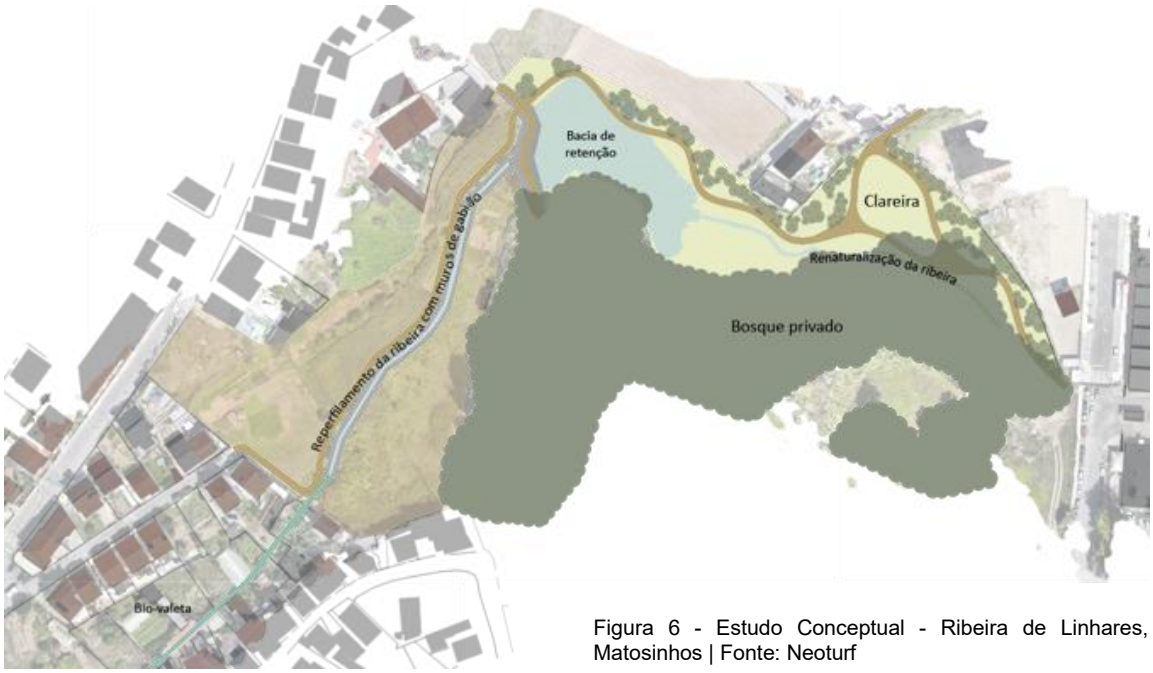


Figura 6 - Estudo Conceptual - Ribeira de Linhares, Matosinhos | Fonte: Neoturf

A relação entre a vegetação e as estruturas de estabilização de margens em gabiões foi pensada numa lógica de integração paisagística. Os gabiões, necessários para estabilizar as margens na zona de maior pressão hidráulica, são estruturas de forte expressão construtiva que, sem enquadramento vegetal adequado, dominariam visualmente o espaço ribeirinho. A proposta de vegetação procurou suavizar e integrar estas estruturas na paisagem, criando uma transição gradual entre a engenharia e o sistema natural.

3. Enquadramento Teórico

3.1. A relação histórica entre as cidades e os seus cursos de água

A relação entre as cidades e os seus cursos de água é ancestral: os rios foram frequentemente descritos como as artérias que permitiram o surgimento e desenvolvimento das civilizações, funcionando não apenas como recurso biofísico, mas como foco central da economia, cultura e organização social das comunidades (Haidvogl, 2018; Pan et al., 2016).

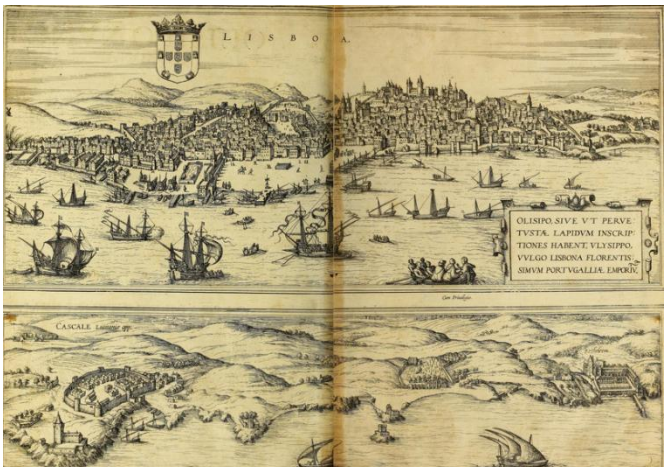


Figura 7 - Lisboa no século XVI, gravura de Braun e Hogenberg (1572). A imagem ilustra a relação estratégica entre a topografia defensiva (colinas e castelo) e o rio Tejo como artéria comercial e social. | Fonte: Internet Arhive

A fixação dos primeiros núcleos urbanos junto às linhas de água seguiu uma lógica estratégica de proximidade ao recurso sem exposição total ao risco, como se pode observar na gravura histórica (Figura 7) de Lisboa do século XVI, onde o núcleo urbano se desenvolve em colinas que dominam o Tejo, mantendo as populações próximas da água, mas seguras face às cheias sazonais.

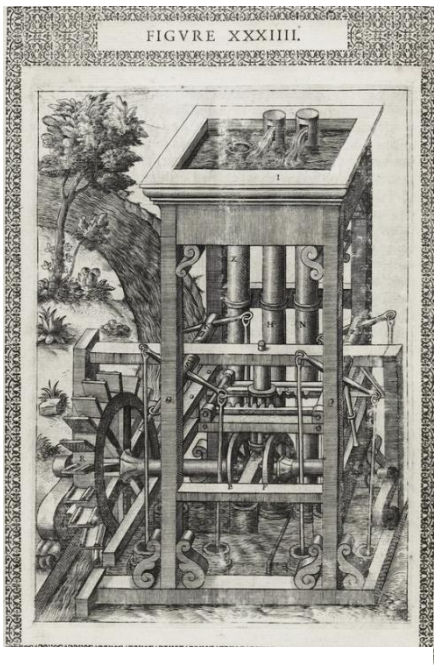


Figura 8 - Desenho técnico de uma máquina hidráulica de elevação de água, da autoria do engenheiro italiano Agostino Ramelli (1588). A gravura ilustra os princípios de engenharia pré-industrial mencionados por Haidvogl (2018): o fluxo do rio aciona uma roda d'água de pás que, através de um complexo sistema renascentista de engrenagens e pistões, converte a energia mecânica fluvial para bombear e elevar a água até ao reservatório superior. | Fonte: Public Domain Review

Antes da era industrial, a dependência dos recursos locais obrigava a uma harmonização entre os diversos usos da água. Os rios e ribeiras eram a principal fonte de energia mecânica, alimentando os moinhos através de açudes e rodas de água; a navegação fluvial sustentava o comércio de bens pesados; e a água servia o consumo, a limpeza e atividades comerciais, enquanto o peixe constituía parte central da dieta local (Haidvogl, 2018).

Para além do pragmatismo económico, os cursos de água funcionavam como o espírito do lugar,

moldando a identidade regional e a memória coletiva, e constituíam espaços de encontro social onde a relação entre as comunidades e a paisagem era vivida quotidianamente através do acesso direto às margens (Naiman et al., 2005).

A rutura industrial e higienista

Com a industrialização e o crescimento populacional do século XIX, esta relação de dependência e harmonia alterou-se. Emergiu uma visão utilitarista e higienista da paisagem que dominou o planeamento urbano dos séculos XIX e XX e impulsionou o enterramento e a canalização das pequenas linhas de água (Haidvogl, 2018; Wantzen et al., 2022). O aumento do volume de águas residuais transformou as ribeiras em veículos de doenças e maus odores, reforçando a sua perceção como obstáculos ou esgotos a ocultar (Wantzen et al., 2022).

A esta motivação sanitária somou-se a pressão urbana. A natureza meandrizante e as margens inundáveis das pequenas ribeiras eram vistas como obstáculos ao desenvolvimento imobiliário e à construção de infraestruturas, logo, o enterramento permitia ganhar espaço para habitação, estradas e estacionamentos, maximizando a área edificável (Wantzen et al., 2022). Simultaneamente, a engenharia civil convencional procurou acelerar o escoamento das águas pluviais para evitar inundações locais, ignorando os impactos a jusante (Hohensinner et al., 2018). As áreas ripícolas, percebidas como insalubres ou perigosas devido à densa vegetação e aos terrenos pantanosos, foram drenadas e terraplanadas (Naiman et al., 2005). Em Portugal, as políticas de urbanização intensa do século XX facilitaram este processo, frequentemente ignorando a estrutura ecológica do território (Ahern, 1995). O resultado foi uma rutura da conectividade social e biológica que historicamente definia a implantação das cidades junto aos rios: um processo de ocultação que criou verdadeiros desertos urbanos, onde os cursos de água sobrevivem apenas como memória em nomes de ruas ou em condutas enterradas (Wantzen et al., 2022).

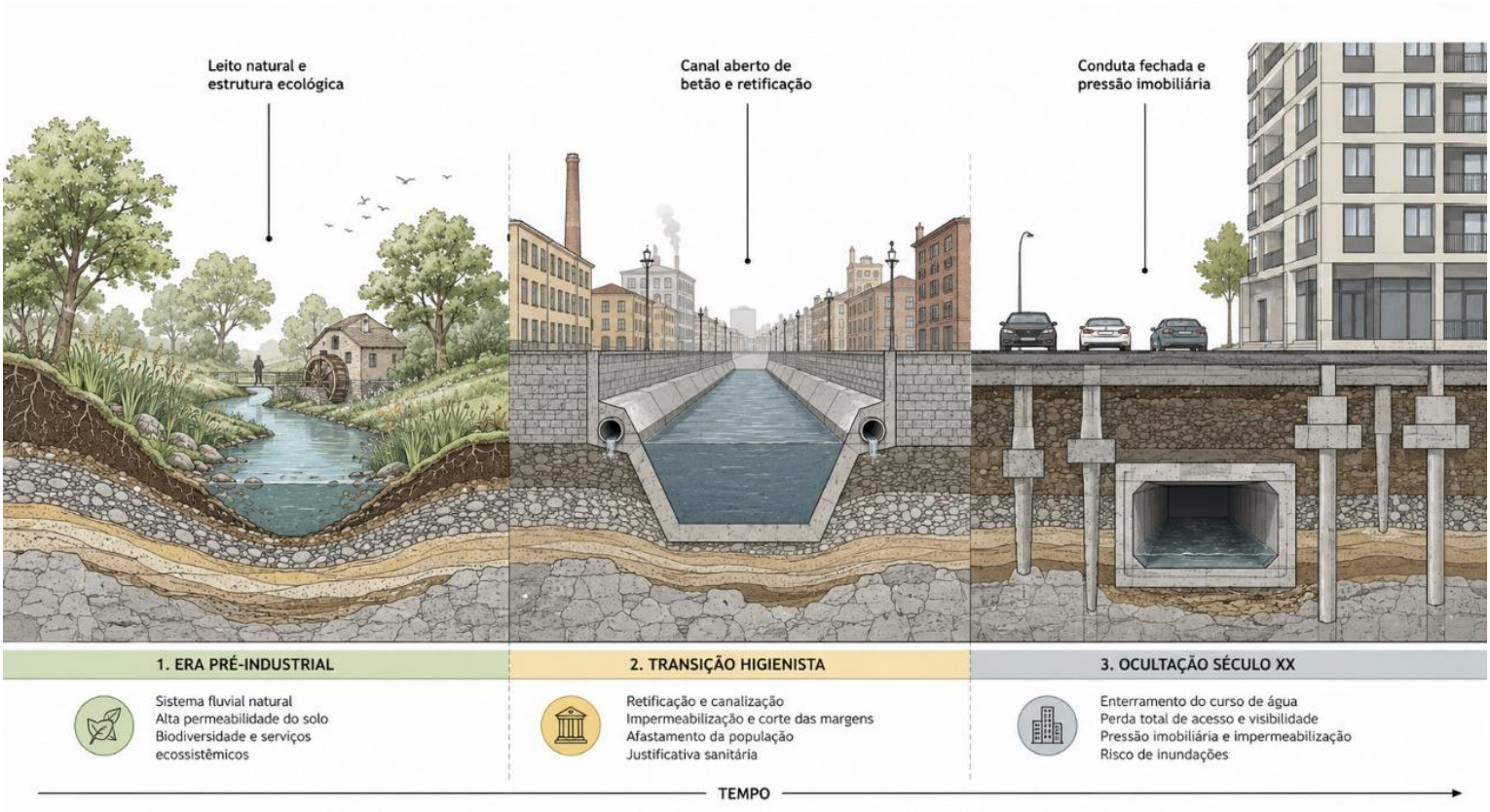


Figura 9 - Corte transversal cronológico demonstrando o processo de artificialização e ocultação dos cursos de água urbanos, partindo do equilíbrio ecológico pré-industrial até ao enterramento e canalização sob a pressão imobiliária do século XX. | Fonte: João Soares + GPT Image 2

3.2. Os processos de artificialização e as suas consequências

A intervenção humana nos sistemas fluviais foi um processo sistemático de modificação física, química e biológica, acelerado após a Revolução Industrial pela engenharia de larga escala (Schmutz & Sendzimir, 2018). As principais formas de intervenção sintetizam-se em quatro categorias (Tabela 1). Para uma ribeira periurbana pequena como a de Linhares, as duas primeiras (canalização e enterramento) são as mais determinantes.

Forma de intervenção	Descrição	Consequência dominante	Fonte
Canalização e retificação	Endireitamento, estreitamento e aprofundamento do canal, com revestimento do leito e margens em betão ou pedra	Aumento da velocidade e da potência de escoamento; incisão vertical do leito	Hohensinner et al. (2018)

Enterramento (culverting)	Colocação da ribeira em canal de betão coberto, para ganhar espaço edificável e ocultar águas poluídas	Ocultação do curso de água; eliminação dos serviços de ecossistema	Wantzen et al. (2022)
Impermeabilização da bacia	Impermeabilizção do solo da bacia vertente*	Urban stream syndrome; hidrogramas flashy por perda de infiltração	Walsh et al. (2005); Kominkova (2012)
Separação da planície de inundação	Isolamento do canal por diques e taludes	Perda de conectividade lateral; fim da recarga, da deposição e da galeria ripícola	Naiman et al. (2005)

Tabela 1 - Formas de artificialização dos sistemas fluviais

Estas intervenções converteram a Ribeira de Linhares, e outros cursos de água semelhantes, de corredores ecológicos dinâmicos em infraestrutura urbana rígida.

Alterações hidrológicas

A impermeabilização da bacia aumenta a magnitude e a frequência dos picos de cheia, e reduz a recarga dos aquíferos que sustentam o caudal de base no verão. É assim que se formam os hidrogramas "*flashy*", termo que vem de *flash flood* (cheia rápida), e que descreve tempos de resposta muito curtos entre o início da precipitação e o pico de caudal, tempo esse que também depende do próprio evento de precipitação (Golden & Hoghooghi, 2018; Booth et al., 2016). Em bacias pequenas e muito impermeabilizadas, este efeito soma-se ainda a surtos térmicos: a chamada Ilha de Calor Hidrológica, que numa linha de água estreita pode comprometer a sobrevivência biológica (Zahn et al., 2021).

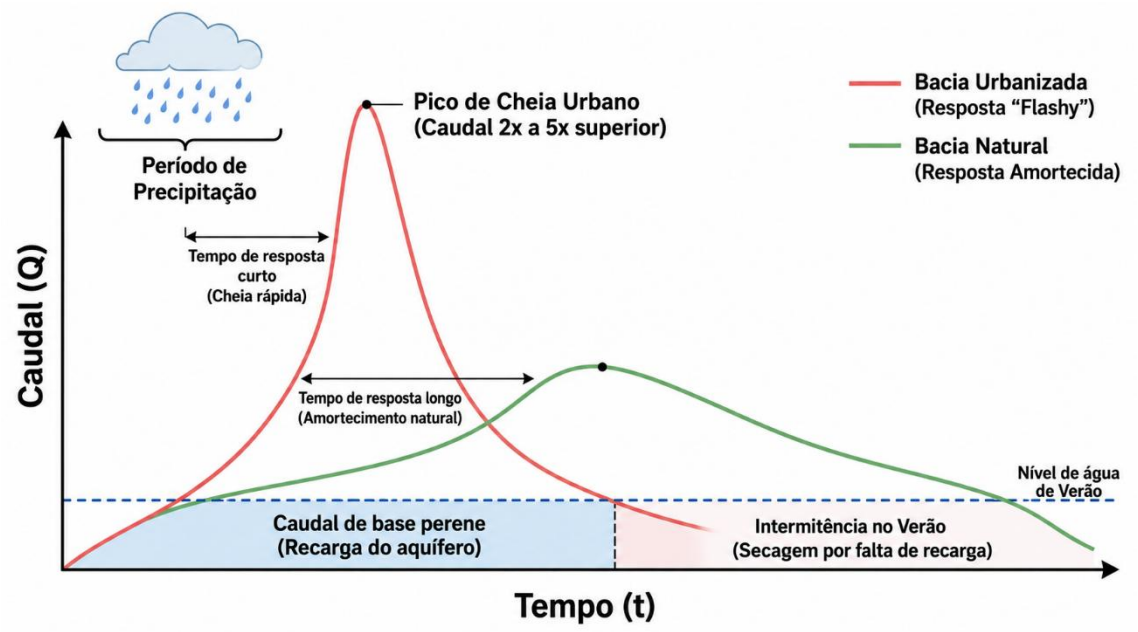


Figura 10 - Hidrograma natural vs. Urbanizado | Fonte: João Soares + GPT Image 2

Alterações morfológicas

As alterações morfológicas são a consequência física direta do regime hidrológico alterado (Hohensinner et al., 2018). A retificação elimina meandros e encurta o percurso do rio para a mesma diferença de cota (aumentando o gradiente longitudinal), conjugada com a redução da rugosidade pelo revestimento, amplifica a velocidade e a energia da água que se concentra no leito, uma vez que não é dissipada em meandros ou transbordos (Borsos & Sendzimir, 2018; Hohensinner et al., 2018).

Este excesso de energia desencadeia processos erosivos severos. O rio aprofunda o canal num processo de incisão que, em casos documentados, pode atingir vários metros em poucos anos (Petts & Amoros, 1996).

O impacto morfológico mais drástico é a separação física entre o canal e a sua planície de inundação. A construção de diques impede o rio de ocupar a sua área natural de expansão durante as cheias, e a incisão profunda do leito funciona como um dreno que baixa o nível freático na planície adjacente, levando à dessecação de zonas húmidas (Borsos & Sendzimir, 2018). A ausência do pulso de inundação e a baixa disponibilidade de água no solo conduzem ao que Naiman et al. (2005) designam por "*terrestrialization*", ou seja, a substituição das espécies ripícolas hidrófilas por espécies terrestres ou exóticas invasoras, degradando a integridade ecológica do corredor.

Alterações ecológicas

Ecologicamente, a simplificação dos nichos ecológicos provoca perda de espécies e homogeneização biótica: grupos sensíveis desaparecem, sendo substituídos por taxa tolerantes ao stress (Zerega et al., 2021). A uniformização dos canais favorece espécies generalistas e elimina as comunidades dependentes de águas correntes e substratos diversificados (Schmutz & Sendzimir, 2018), enquanto as barreiras físicas e os troços enterrados isolam as populações ao impedir a migração e a dispersão (Zerega et al., 2021).

A qualidade da água degrada-se pelo aumento das concentrações de nutrientes, metais pesados, hidrocarbonetos e sedimentos finos do escoamento superficial urbano, ao que se soma o efeito térmico da HUHI, que reduz o oxigénio dissolvido e afeta o metabolismo dos organismos (Zerega et al., 2021).

Por fim, a fragmentação ou remoção da galeria ripícola interrompe o ciclo de inundação que sustenta a produtividade biológica e faz perder as funções de tampão (ensombramento, estabilização das margens e filtragem de poluentes) (Pletterbauer et al., 2018).

Perda das funções sociais, culturais e identitárias

A artificialização não é apenas uma degradação biofísica, é a interrupção da dimensão humana do ecossistema (Wantzen et al., 2022). A transformação das linhas de água em condutas fechadas produz uma desconexão sociocultural em que a perceção do rio como ativo ambiental é substituída pela sua visão como risco ou infraestrutura sanitária.

O enterramento das linhas de água apaga-as da consciência coletiva, e os cursos de água sobrevivem apenas em nomes de ruas (Wantzen et al., 2022). Elimina o espírito do lugar que ligava as comunidades às suas paisagens ribeirinhas (Naiman et al., 2005), e gera um fenómeno de amnésia intergeracional, em que as pessoas não sentem falta daquilo que nunca conheceram, dificultando a mobilização para a recuperação de recursos que já não são visíveis (Walsh et al., 2005).

É precisamente esse padrão que um parque linear visível, e usado, tenta reverter.

3.3. Infraestrutura Verde e Corredores Ecológicos

A ideia de que o desenvolvimento urbano deve fundar-se nos processos naturais do território tem raízes no planeamento ecológico da paisagem, cujo marco fundador é a obra de McHarg (1969), ao propor que a ocupação do solo seja determinada pela aptidão ecológica de cada área em vez de se impor contra ela.

Deste princípio decorre o conceito de Infraestrutura Verde (IV), definido como uma rede estrategicamente planeada de áreas naturais e seminaturais, concebida e gerida para fornecer um amplo conjunto de serviços de ecossistema (Benedict & McMahon, 2006, citado em Alves, 2016). Em Portugal, este conceito encontra um paralelo próprio na noção de Estrutura Ecológica, desenvolvida a partir do trabalho de Magalhães (2001) e enraizada na tradição de Caldeira Cabral e Ribeiro Telles.

Para o presente trabalho, ambos convergem numa ideia de que os corredores fluviais são elementos estruturantes da rede ecológica do território, e não espaços residuais.

A estrutura da rede: nós e ligações

A ecologia da paisagem, sistematizada por Forman & Godron (1986) e desenvolvida por Forman (1995), fornece o vocabulário que descreve a organização espacial da Infraestrutura Verde. A paisagem é entendida como um mosaico composto por manchas (*patches*), corredores (*corridors*) e uma matriz envolvente. Aplicada ao planeamento, esta leitura traduz-se numa estrutura de nós e ligações: os nós, são os elementos de maior valor ecológico (manchas de habitat, parques, áreas húmidas), enquanto as ligações, são os elementos lineares que asseguram a conectividade entre eles (Ahern, 1995).

Os corredores fluviais são as ligações mais eficazes desta rede: são lineares e contínuos, atravessam a matriz urbana conectando o interior do território ao litoral, e concentram, na interface entre a água e a terra, uma das maiores densidades de biodiversidade da paisagem (Naiman et al., 2005; Forman, 1995).

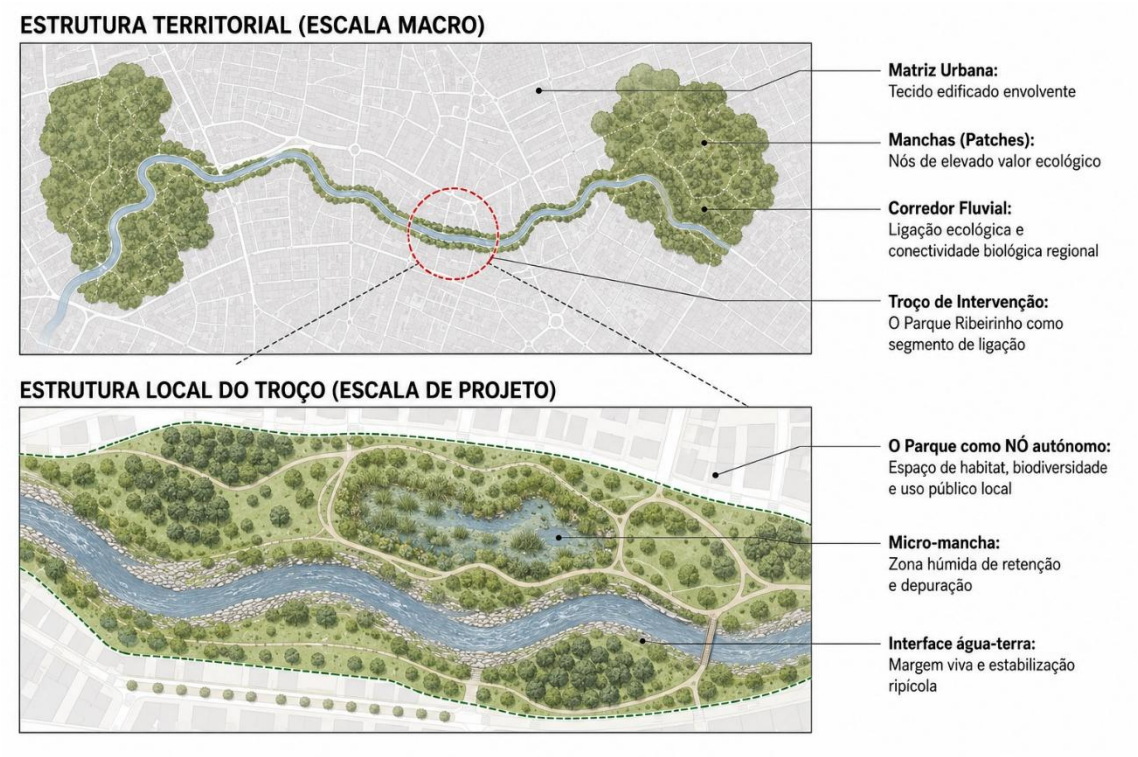


Figura 11 - Mosaico da paisagem e estrutura nós/ligações | Fonte: João Soares + GPT Image 2

A galeria ripícola como corredor de pequena escala

Para uma linha de água de pequena dimensão, o corredor ecológico não é uma vasta faixa territorial, mas reduz-se essencialmente à galeria ripícola, ou seja, a faixa de vegetação arbórea e arbustiva que acompanha as margens. É este elemento, mais do que qualquer outro, que materializa a função de "ligação" numa ribeira de pequena dimensão (Naiman et al., 2005).

Nenhum outro elemento da paisagem urbana concentra tantas funções em tão pouco espaço: a galeria serve de corredor de deslocação e refúgio para a fauna, estrutura o habitat aquático com matéria orgânica e madeira, controla a temperatura da água por ensombramento (função crítica dado o problema da Ilha de Calor Hidrológica (Zahn et al., 2021)), estabiliza as margens pelo sistema radicular, e filtra os poluentes do escoamento antes que estes atinjam o canal (Naiman et al., 2005; Forman, 1995).

O desempenho destas funções é diretamente proporcional à largura da galeria, e a literatura estabelece limiares indicativos para cada uma, tal como se pode observar na Tabela 2.

Função	Largura indicativa	Eficiência documentada	Fonte
Estabilização das margens	~10 m (mínimo)	Coesão radicular do talude	Naiman et al. (2005)
Suporte ao habitat aquático	~15 m	Fornecimento de matéria orgânica e sombreamento	Naiman et al. (2005)
Filtragem de sedimentos e retenção de nutrientes	25–40 m	Faixa herbácea de 4,6 m: ~61% sedimentos / 4% azoto — Faixa arbórea de 19 m: ~90% sedimentos / 74% azoto	Naiman et al. (2005)
Habitat de espécies de interior sensíveis	Dezenas a centenas de metros	Inatingível em ribeira urbana confinada	Forman (1995)

Tabela 2 - Funções da galeria ripícola por largura

Forman (1995) oferece, para esta condição, um princípio de desenho particularmente adequado a pequenas ribeiras: a largura da galeria não tem de ser constante, mas deve apresentar alargamentos localizados (*bulges*) nos pontos de maior pressão, isto é, em zonas de confluências, zonas de maior declive ou, no caso presente, pontos de maior escoamento superfícial. Concentrar a largura disponível onde ela é funcionalmente mais necessária permite maximizar o efeito de retenção e filtragem sem exigir uma faixa larga e contínua em todo o percurso. Forman sublinha que, quando o escoamento de superfícies impermeáveis é canalizado diretamente para o canal, a função de filtragem da galeria é anulada, o que torna imperativo que a vegetação intercete o fluxo através da sua rugosidade antes de este atingir a linha de água, e não depois.

3.4. Hierarquia de intervenção e técnicas de recuperação morfológica

Como já se distinguiu na introdução, neste projeto não se propõe uma reabilitação fluvial no sentido lato do termo, pois não há aqui a ambição de repor a

totalidade das relações ecológicas de um sistema fluvial. Há, porém, um corpo de conhecimento sobre como e em que ordem intervir em cursos de água degradados que é diretamente relevante para as opções de projeto, e que vale a pena reter.

Intervir nos processos, não apenas na forma

A abordagem contemporânea ao restauro fluvial deslocou o foco da recriação de formas para a recuperação de processos, ou seja, uma mudança de paradigma que Palmer et al. (2014) documentam na evolução das estratégias do restauro ecológico de rios. Intervir na forma física do canal sem restabelecer os processos que a geram e mantêm (os fluxos de água e sedimentos, a dinâmica de erosão e deposição, a conectividade) produz resultados que o sistema tende a desfazer (Beechie et al., 2010, citado em Palmer et al., 2014).

Este princípio é o núcleo da abordagem de González del Tánago e García de Jalón (2001), que o sintetizam na máxima de "deixar o rio fazer o seu trabalho", ou seja, trabalhar a favor da dinâmica natural é mais económico e mais eficaz do que impor soluções rígidas, sobretudo em ribeiras de pequena dimensão com recursos limitados.

As quatro dimensões da conectividade fluvial

Um sistema fluvial funciona através de quatro dimensões de conectividade, entre elas, dimensão longitudinal, lateral, vertical e temporal (Schmutz & Sendzimir, 2018), mas numa ribeira de pequena dimensão, a recuperação destas dimensões assume uma escala proporcional: a conectividade lateral não implica reconstituir uma vasta planície, mas recuperar uma faixa marginal capaz de inundar; a vertical depende sobretudo de remover revestimentos do leito; e a longitudinal, de eliminar ou adaptar os pontos de estrangulamento pontuais.

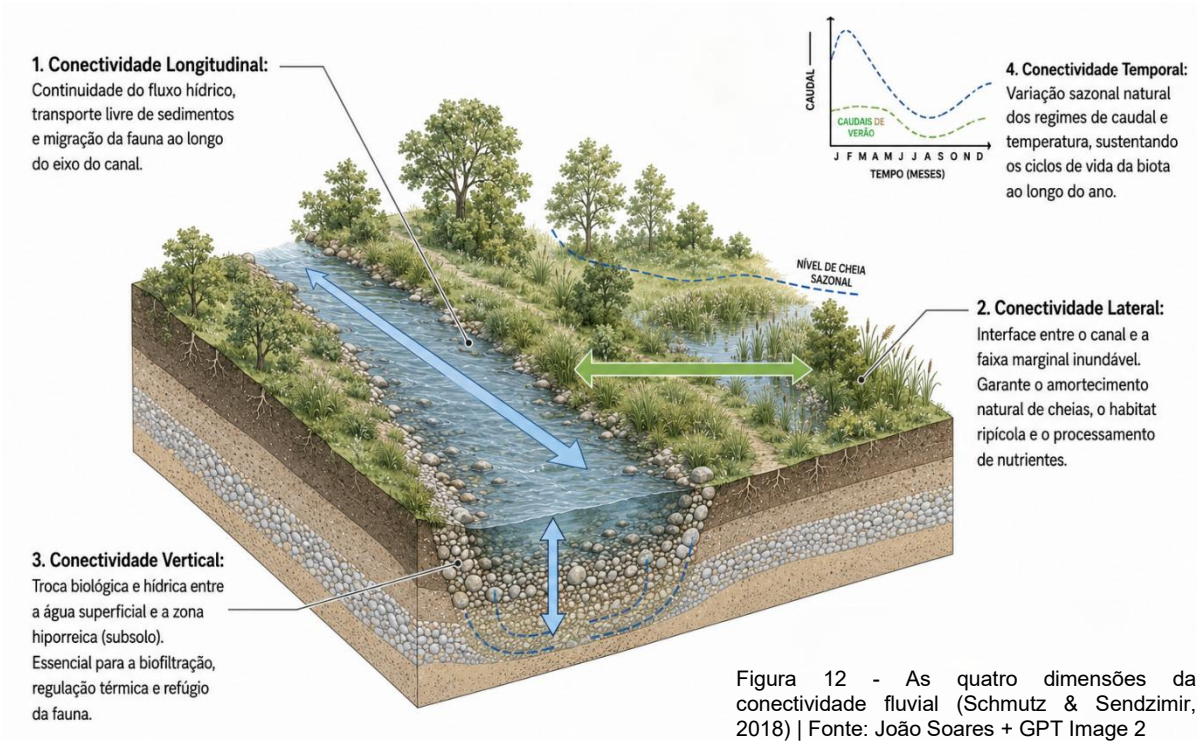


Figura 12 - As quatro dimensões da conectividade fluvial (Schmutz & Sendzimir, 2018) | Fonte: João Soares + GPT Image 2

A sequência que determina o sucesso

O resultado mais consequente da literatura é a demonstração de que a ordem das intervenções determina o seu sucesso ecológico, independentemente da qualidade técnica de cada uma. Zerega et al. (2021), numa análise de projetos de reabilitação morfológica de cursos de água urbanos, encontraram que a esmagadora maioria não produziu melhoria biológica significativa, um resultado que os autores atribuem à falência do paradigma da heterogeneidade de habitat, pois ao investir em diversidade morfológica do canal sem primeiro controlar os fatores de stress de qualidade da água e de regime hidrológico produz-se um canal esteticamente melhorado mas ecologicamente tão pobre quanto antes.

Desta evidência decorre uma hierarquia de intervenção clara.

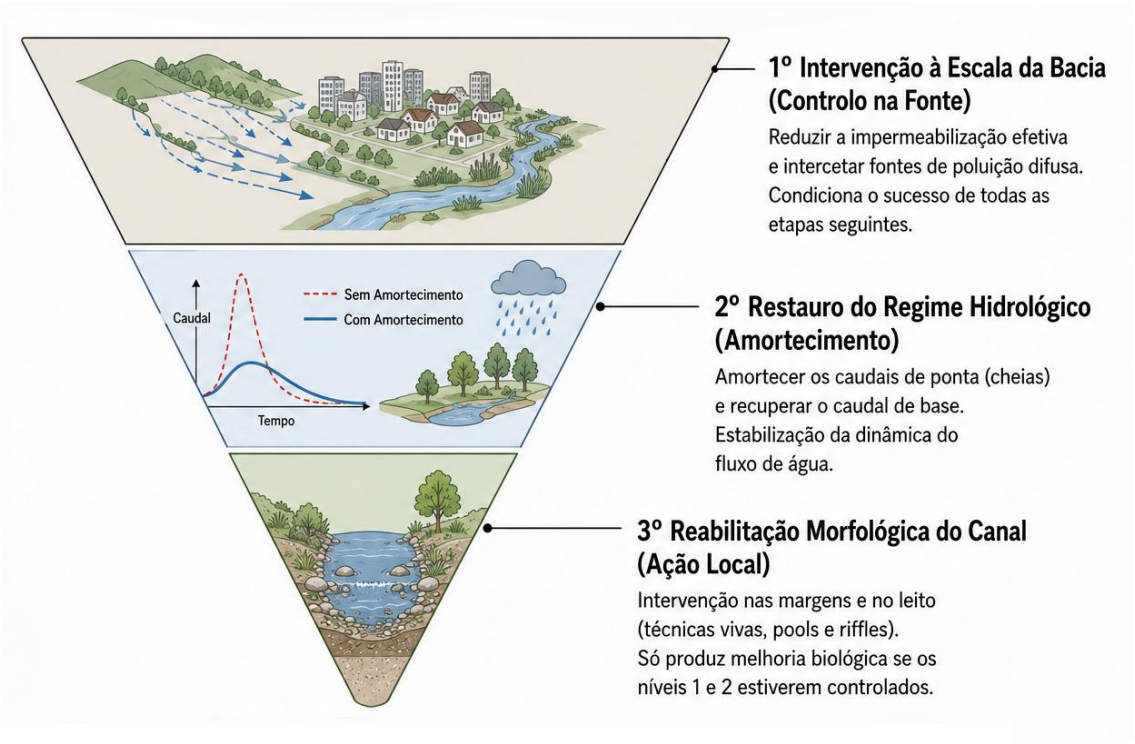


Figura 13 - Diagrama ilustrativo da Hierarquia de Intervenção | Fonte: João Soares +GPT Image 2

Hering et al. (2016) confirmam esta lógica através do conceito de hierarquia de fatores de stress (*stressor hierarchy*): uma secção tecnicamente bem restaurada, inserida numa sub-bacia com água degradada, terá recuperação biológica limitada, independentemente da qualidade da intervenção local.

Técnicas de recuperação morfológica

Uma vez controlados os fatores de stress de montante, a intervenção morfológica recupera a heterogeneidade física que a canalização eliminou. Na Tabela 3, encontramos as principais técnicas que convergem entre a literatura internacional (Pan et al., 2016) e a escola ibérica de restauro fluvial (González del Tánago & García de Jalón, 2001).

Técnica	Efeito	Fonte
Remeandrização	Alonga o percurso, reduz o gradiente e a energia erosiva; gera deposição que diversifica o habitat	Pan et al. (2016); González del Tánago & García de Jalón (2001)
Sequências pool-riffle	Máxima heterogeneidade de habitat por unidade de comprimento	Pan et al. (2016); González del Tánago & García de Jalón (2001)
Madeira morta (large woody debris)	Diversifica o fluxo, retém sedimentos e matéria orgânica, cria refúgios	Carbonari & Solari (2025)
Defletores de corrente	Concentram o caudal e escavam poços	González del Tánago & García de Jalón (2001)
Açudes de perfil baixo	Criam zonas de oxigenação e de reprodução	González del Tánago & García de Jalón (2001)

Tabela 3 - Técnicas de recuperação morfológica

A reconexão da planície de inundação e o corredor ripícola

De todas as intervenções de reabilitação, a reconexão da planície de inundação é a que reúne maior retorno ecossistémico, uma vez que, recupera o habitat mais produtivo, restaura o principal mecanismo natural de amortecimento de cheias, e melhora a qualidade da água pela deposição de sedimentos (Schmutz & Sendzimir, 2018). No quadro europeu é reconhecida como Medida Natural de Retenção de Água, ou seja, um instrumento que ajuda a atingir o bom estado ecológico exigido pela Diretiva Quadro da Água em massas de água muito modificadas, categoria onde se enquadram praticamente todas as ribeiras urbanas canalizadas (Carbonari & Solari, 2025).

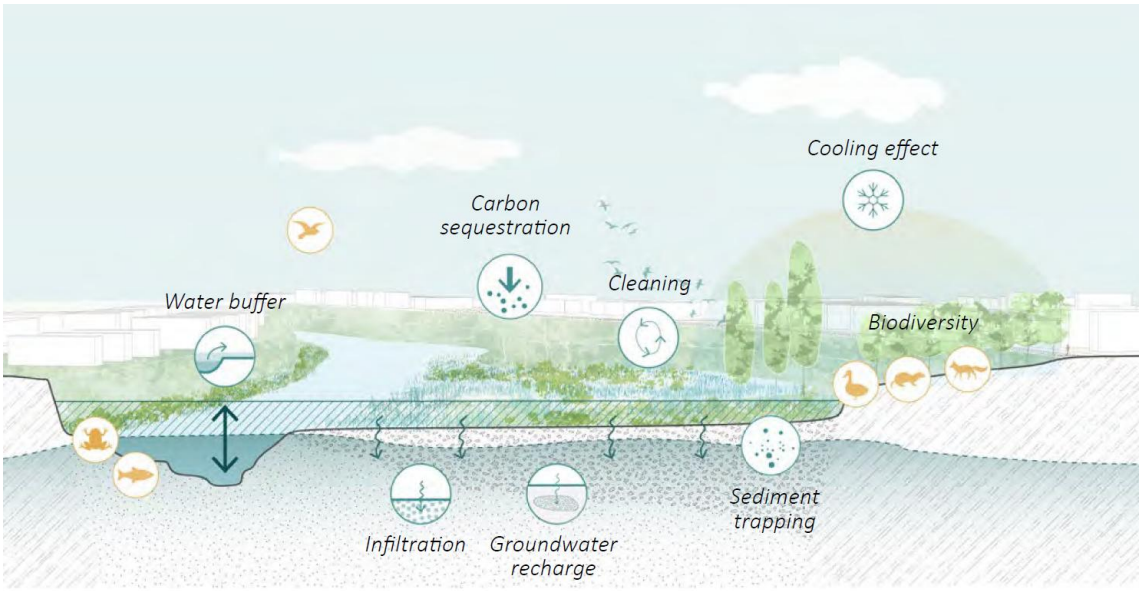


Figura 14 - Corte ilustrativo da área inundável de um ecossistema ribeirinho | Fonte: World Bank, 2021

A recuperação da planície é indissociável do corredor ripícola que a acompanha. González del Tánago e García de Jalón (2001) atribuem à vegetação ribeirinha um papel funcional de estabilização mecânica das margens, filtragem de poluentes difusos, regulação térmica por ensombramento e conectividade biológica. Para o contexto ibérico, propõem uma largura de corredor da ordem de 2 a 5 vezes a largura do canal, e nunca inferior a 5 a 6 metros.

A estrutura vegetal recomendada segue a zonação natural ibérica: salgueiros (*Salix* spp.) e amieiros (*Alnus glutinosa*) em contacto com a água, seguidos de freixos (*Fraxinus angustifolia*) e choupos (*Populus alba*) nas cotas mais altas (González del Tánago & García de Jalón, 2001). Os autores deixam ainda uma advertência de projeto pertinente para o caso: em ribeiras de pequena dimensão, o recurso a amieiro em povoamento puro pode produzir sombreamento excessivo e impedir o desenvolvimento das macrófitas aquáticas que servem de refúgio à fauna, pelo que recomendam a alternância entre troços sombreados e troços abertos ao sol para maximizar a biodiversidade.

3.5. Bioengenharia de Margens

A bioengenharia de margens entra no terceiro nível desta hierarquia. Depois de controlados os fatores de stress da bacia e recuperada a heterogeneidade do leito é que faz sentido estabilizar a ligação água-terra com estruturas vivas, em vez de inertes.

As Técnicas de Engenharia Natural, sistematizadas por Hugo Schiechtl, usam a vegetação viva como elemento estrutural, mesmo que a sua resistência seja baixa no início, ela cresce à medida que o sistema radicular se desenvolve, conferindo à margem uma capacidade de autorregeneração que as soluções inertes não possuem (Teiga, 2011 citado em Silva, 2022). Esta lógica exige uma manutenção mais intensiva nos primeiros dois a três anos, o período crítico em que o enraizamento ainda não confere estabilidade plena (Teiga, 2011; FAO, 1990; ambos citados em Silva, 2022). Mas é precisamente esse investimento inicial que, numa ribeira de pequena dimensão revela-se mais defensável, no sentido em que, uma solução viva bem calibrada delega no crescimento da própria vegetação parte do trabalho de estabilização, reduzindo a necessidade de intervenção estrutural pesada e alinhando-se com o princípio de "deixar o rio fazer o seu trabalho" que orienta todo o projeto (González del Tánago & García de Jalón, 2001). A conjugação das duas famílias, as chamadas técnicas mistas, como o enrocamento vivo ou os gabiões vivos, permite, onde a energia hidráulica o exige, garantir a resistência imediata da pedra sem abdicar da colonização vegetal posterior (Teiga, 2011, citado em Silva, 2022).

Técnicas e critérios de seleção

A seleção entre técnicas obedece a três critérios que se combinam: a intensidade erosiva (tensão de arrastre e velocidade da corrente face ao limiar de resistência de cada técnica), a potência hidráulica (abaixo de 35 W/m2 são viáveis soluções puramente vegetais; acima, são necessárias técnicas mistas) e a posição no perfil transversal, proteção de base na zona de contacto permanente com a água, estabilização de talude nas cotas superiores (Fischenich, 2001; González del Tánago & García de Jalón, 2001).

A tabela que se segue operacionaliza estes três critérios para cada técnica de margem viva. Ficam propositadamente de fora as técnicas morfológicas de leito (remeandrização, sequências *pool-riffle*, madeira morta, defletores e açudes de perfil baixo) uma vez que já foram tratadas anteriormente.

Técnica	Zona no perfil transversal	Energia hidráulica admissível	Função dominante
Estacaria viva *(Salix / Populus)*	Talude	Baixa a média	Estabilização mecânica por enraizamento profundo
Faxinas vivas	Talude inferior a base	Baixa a média	Proteção contra erosão longitudinal da corrente
Entrançado vivo	Talude	Média	Proteção mecânica imediata
Biorrolo	Base (contacto permanente)	Baixa	Substrato para vegetação aquática; sedimentação
Enrocamento vivo	Base e margem	Elevada	Proteção mista pedra + raízes
Gabiões vivos	Base de talude	Elevada	Resistência estrutural + colonização vegetal

Tabela 4 - Tabela de Identificação de técnicas aplicáveis à Ribeira de Linhares e os seus critérios de seleção. | Fontes: Fischenich, 2001; González del Tánago & García de Jalón, 2001; World Bank, 2021; Silva, 2022

Ao longo do troço de baixa potência, a estacaria e as faxinas vivas asseguram a estabilização com mínima intervenção estrutural; nos pontos de erosão aguda, o entrançado vivo acrescenta proteção mecânica imediata; o enrocamento e os gabiões vivos ficam reservados aos pontos de maior energia ou restrição de espaço. Sobre esta base física assenta o corredor ripícola cuja composição e largura foram definidas também anteriormente.

3.6. Vegetação Ripícola e Fitorremediação

Nos pontos anteriores foi estabelecido o papel da galeria ripícola na estrutura do corredor e na estabilização mecânica das margens. Aqui iremos tratar a sua terceira função (a depuração da água) como uma capacidade técnica que pode ser projetada, dimensionada e dirigida a contaminantes específicos.

Os mecanismos da fitotecnologia

A fitotecnologia é definida por Kennen e Kirkwood (2015) como o uso de plantas e dos seus microrganismos associados para remover, degradar, conter ou transformar contaminantes em solos, sedimentos e água. Os autores distinguem-na da fitorremediação em sentido estrito (associada à recuperação de solos industriais) por abranger um espectro mais lato de aplicações paisagísticas integradas, desde filtros de escoamento a zonas húmidas construídas e tampões ripícolas. A distinção separa os mecanismos (Tabela 5) que removem definitivamente o poluente, daqueles que apenas o contêm no local ou o transferem para outro vetor, e ainda daqueles que só removem o contaminante se a biomassa for colhida.

Mecanismo	Ação sobre o contaminante	Tipo de Poluente	Resultado
Fitodegradação	A planta absorve o poluente e degrada-o internamente por via enzimática	Orgânico (hidrocarbonetos leves, solventes)	Remoção definitiva, sem colheita
Rizodegradação	Os exsudados radiculares estimulam microrganismos que degradam o poluente na rizosfera	Orgânico (único eficaz para HAP pesados)	Remoção definitiva no solo
Fitovolatilização	A planta absorve o poluente e liberta-o para a atmosfera pela transpiração	Orgânico e alguns inorgânicos (Se, Hg)	Transferência para o ar
Fitometabolismo	A planta incorpora o poluente na sua biomassa durante o crescimento	Nutrientes (N, P)	Remoção, se houver colheita
Fitoextração	A planta absorve e acumula o poluente nos tecidos aéreos	Inorgânico (metais pesados)	Remoção só com colheita; muito lento
Fitohidráulica	A planta funciona como bomba,	Qualquer poluente em água subterrânea	Contenção da migração

	controlando o movimento de plumas subterrâneas		
Fitoestabilização	A planta imobiliza o poluente por cobertura física ou fixação radicular	Metais pesados, POPs	Contenção no local
Rizofiltração	O sistema radicular filtra e retém o poluente da coluna de água	Orgânico e inorgânico na água	Remoção da água (base das zonas húmidas)

Tabela 5 - Mecanismos de fitotecnologia (Kennen & Kirkwood, 2015)

Para o contexto de uma ribeira periurbana atlântica, os mecanismos operacionalmente relevantes são a rizodegradação (única via para os HAP pesados do desgaste do asfalto), a fitoestabilização (para metais pesados de baixa mobilidade como o chumbo), a rizofiltração (a base do funcionamento de qualquer zona húmida de tratamento) e o fitometabolismo (para a carga de nutrientes). A fitoextração é desaconselhada pelos autores como estratégia de campo para metais, devido ao seu processo lento, e sem colheita, o metal regressa ao solo quando a planta morre.

Contaminantes do escoamento das vias e espécies indicadas

O escoamento das superfícies rodoviárias é uma fonte contínua de contaminantes característicos, tais como, resíduos de pneus, desgaste de travões, combustíveis e produtos de manutenção, onde cada um tem uma biodisponibilidade própria, exige um mecanismo diferente e responde a espécies diferentes (Kennen & Kirkwood, 2015).

A tabela seguinte sintetiza esta correspondência, calibrada ao noroeste ibérico e às suas condições de solo.

Contaminante	Origem	Biodisponibilidade	Mecanismo preferencial	Espécies indicadas
HAP pesados	Desgaste do asfalto, combustão	Muito baixa	Rizodegradação	Gramíneas fibrosas (*Festuca*, *Panicum*); *Agrostis delicatula*
Hidrocarbonetos leves (BTEX)	Fugas de combustível e óleos	Elevada (móveis em água e ar)	Fitodegradação + Fitovolatilização	Freatófitas: *Salix* spp., *Populus* spp.
Zinco	Erosão de pneus	Alta (agravada em solos ácidos)	Fitoestabilização	*Salix atrocinerea*; *Festuca arundinacea*
Cobre	Desgaste de travões	Moderada	Fitoestabilização / Rizofiltração	*Agrostis* spp. (excluidoras); *Iris pseudacorus*
Chumbo	Persistência histórica no solo	Muito baixa (imóvel, persistente)	Fitoestabilização (tapetes vegetais)	Gramíneas densas (*Festuca*, *Agrostis*); *Alnus glutinosa*

Tabela 6 - Contaminantes do escoamento viário e estratégia de fitorremediação (Kennen & Kirkwood, 2015; Silva, 2025)

Técnicas de gestão do escoamento pluvial

As zonas húmidas construídas são uma peça de uma família mais ampla de técnicas de gestão do escoamento pluvial, designadas na literatura conforme a localização geográfica, como SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*), LID (*Low-Impact Development*) ou WSUD (*Water-Sensitive Urban Design*), mas convergentes no princípio de gerir a água da chuva no local onde cai, replicando os processos hidrológicos naturais de infiltração, retenção e armazenamento (Rashetnia et al., 2025; Christopher et al., 2024). Estas técnicas foram desenvolvidas sobretudo para atenuar os picos de cheia urbanos, no entanto, podem também ser usadas, não para reduzir um excesso de água, mas captá-la, conduzi-la e tratá-la para reforçar o caudal de base de uma ribeira de pequena dimensão, o que muda a forma como se selecionam e dimensionam.

Técnica	Posição na cadeia	Função dominante
Pavimentos permeáveis	Fonte (arruamento, lote)	Reduzem a impermeabilização; infiltram
Depósitos de águas pluviais	Fonte (edifício)	Captam e armazenam na origem
Jardins de chuva / bioretenção	Fonte/encaminhamento	Filtram e retêm através de meio filtrante + vegetação
Valetas vegetadas (bioswales)	Encaminhamento	Conduzem, reduzem a velocidade e promovem a sedimentação
Trincheiras de infiltração	Encaminhamento	Capturam e infiltram; recarregam o aquífero
Bacias de retenção / detenção	Retenção	Armazenam temporária ou permanentemente
Zonas húmidas construídas	Tratamento/retenção final	Depuram

Tabela 7 - Técnicas de gestão do escoamento pluvial (Rashetnia et al., 2025; Christopher et al., 2024; Somarakis et al., 2019)

A questão do armazenamento é a que sustenta ou compromete toda a lógica, pois como a procura de caudal é máxima no verão (quando a precipitação é mínima), o aproveitamento das águas pluviais só funciona se o sistema puder reter a água captada na estação húmida e nas meias-estações para a libertar gradualmente nos períodos secos. São os depósitos e as bacias de retenção que desempenham esse papel, isto é, sem uma componente de armazenamento, o sistema entregaria água apenas quando ela é abundante e não faz falta.

Encadeamento de tratamento ao serviço do caudal de base

A organização espacial destas técnicas obedece ao conceito de *treatment train*, ou seja, unidades de tratamento ligadas em série, cada uma removendo progressivamente contaminantes específicos ao longo do percurso da água até à linha de água (Kennen & Kirkwood, 2015). A literatura descreve esta sequência ao serviço da

proteção do curso de água recetor, com o controlo do escoamento poluído antes que atinja o canal.

A sequência organiza-se em três etapas, das superfícies impermeáveis da envolvente até ao leito da ribeira (Kennen & Kirkwood, 2015).

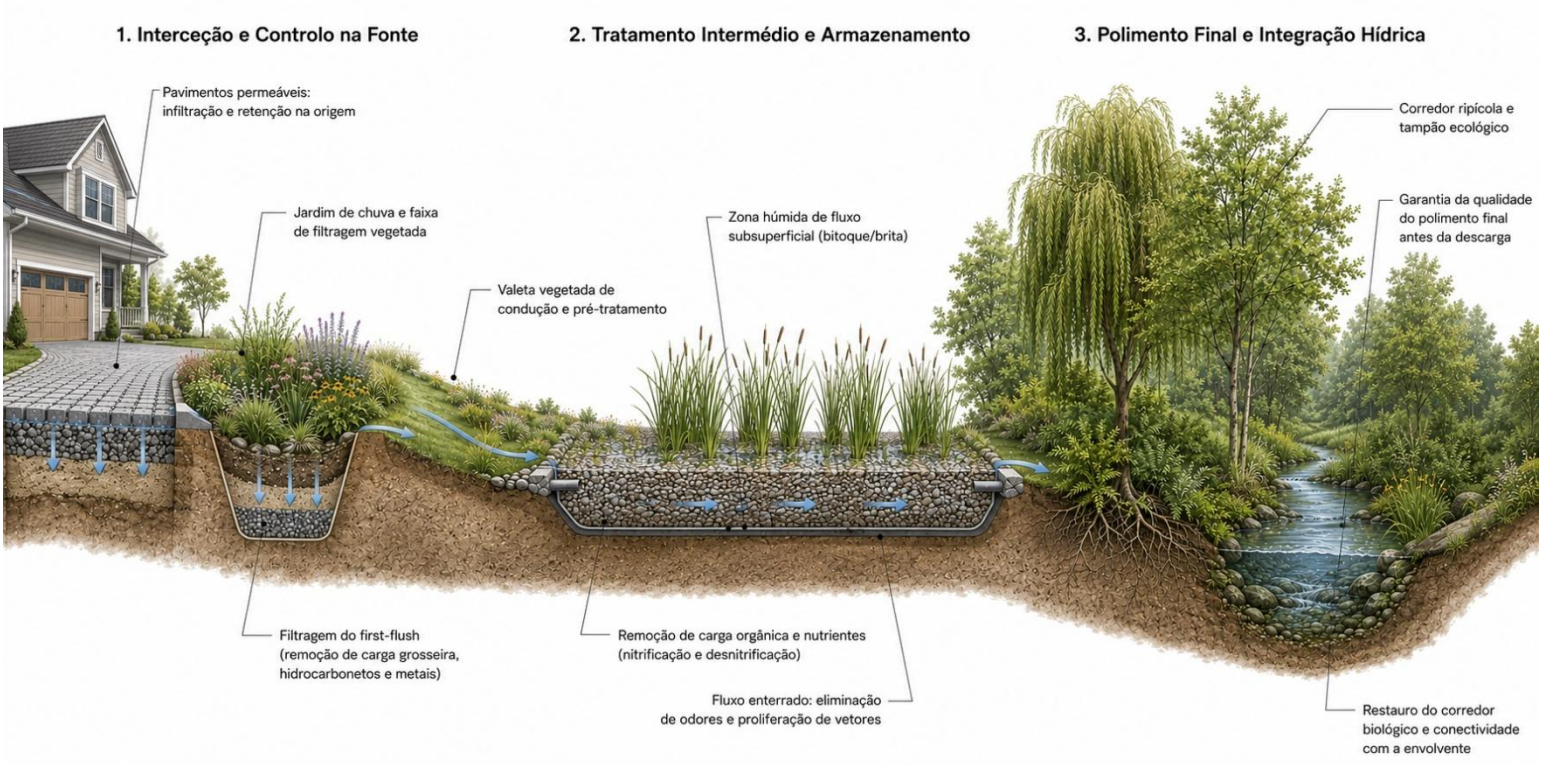


Figura 15 - Sequência de fitodepuração (treatment train) | Fonte: João Soares + GPT Image 2

3.7. Serviços de Ecossistema e Experiência do Utilizador

Os serviços de ecossistema definem-se como os benefícios tangíveis e intangíveis que as comunidades obtêm do funcionamento dos ecossistemas, resultando da interação dinâmica entre as pessoas e o meio (Lee et al., 2020).

Num corredor ribeirinho periurbano, o seu interesse não é meramente classificativo, mas é o instrumento que permite tratar a dimensão ecológica e a dimensão social como partes de um mesmo sistema. Um parque ribeirinho que estabilize margens, mas que não seja usado, falhou tanto como um que atraia pessoas, mas degrade o ecossistema.

A classificação principal adotada nos documentos, baseada *na Millennium Ecosystem Assessment*, divide estes serviços em quatro categorias fundamentais: (1) aprovisionamento, (2) regulação, (3) culturais e (4) de suporte (Lee et al.).



Figura 16 - Serviços de ecossistema no corredor ribeirinho (Lee et al., 2020; Blau et al., 2018) | Fonte: João Soares + GPT Image 2

A Figura 16 sintetiza os serviços de ecossistema prestados por um sistema ribeirinho (Lee et al., 2020). Os serviços de aprovisionamento (1) correspondem aos produtos obtidos diretamente do sistema, tais como água doce, biomassa, fibras e recursos alimentares como o peixe. Os serviços de regulação (2) decorrem dos processos que mantêm o equilíbrio ambiental: o controlo de cheias, a melhoria da qualidade do ar e da água, a infiltração e a mitigação do efeito de ilha de calor urbana. Os serviços culturais (3) reúnem os benefícios não materiais da interação com a ribeira, isto é, o lazer passivo, a recreação, o valor terapêutico e o bem-estar proporcionados pelo contacto com a água, que sustentam o sentimento de lugar. Por fim, os serviços de suporte (4) constituem a base que torna todos os outros possíveis, através de processos fundamentais como a formação e retenção de solos nas margens, a produção de biomassa e a libertação de oxigénio (Lee et al., 2020).

O que torna esta análise verdadeiramente operativa é o cruzamento entre o que os utilizadores valorizam e o que a ribeira efetivamente entrega. A literatura mostra que as comunidades atribuem maior importância aos serviços de sustentação da vida (a

capacidade da ribeira de produzir e renovar ar, água e solo), aos estéticos (as vistas, os sons e os cheiros associados à água) e aos biológicos (a presença de fauna e flora), e que são justamente estes que têm menor desempenho, numa ribeira degradada (Lee et al., 2020).

O corpo de água como espaço público

Identificados os serviços a reforçar, o desafio de desenho concentra-se no elemento que os corredores ribeirinhos degradados quase sempre desperdiçam: a própria água. Rogers (2023) designa por *blue vague* o estado dos corpos de água urbanos abandonados, poluídos ou estagnados, que se tornam "não-lugares", onde a água parada e a poluição erguem uma barreira psicológica que impede o utilizador de desenvolver qualquer relação com o ecossistema. A boa notícia é que a recuperação da relação com a água não depende necessariamente do acesso físico. Depende, sim, da ativação sensorial, através do som e o movimento da água que podem, por si só, transformar numa paisagem mental que reconecta o utilizador a memórias positivas (Rogers, 2023). Portanto, em vez de perguntar "como levo as pessoas até à água?", pergunta-se "como faço a água chegar aos sentidos das pessoas?".

Este é o primeiro passo na construção do sentimento de lugar (*genius loci*), o laço emocional entre o indivíduo e o espaço, tal como sintetiza Tuan (1977, citado em Rogers, 2023), o espaço abstrato torna-se "lugar" à medida que as pessoas o conhecem e lhe atribuem significado.

Existem dois mecanismos que reforçam esse laço:

- O primeiro é a legibilidade, ou seja, a clareza visual de caminhos, margens e marcos permite ao utilizador construir um mapa mental coerente do espaço, o que aumenta simultaneamente a satisfação e a sensação de segurança (Lynch, 1960).
- O segundo é a narrativa local, onde a recuperação da história da ribeira e da sua relação original com a cidade confere ao corredor uma identidade que o distingue de qualquer outro espaço verde (Blau et al., 2018).

Na prática, a apropriação depende daquilo que o espaço consegue oferecer ao utilizador, o que a literatura chama *affordance* (Gibson, 1979; Norman, 2013, citados em Rogers, 2023). Existem três elementos determinantes: (1) bordas suaves (*soft edges*),

isto é, transições permeáveis entre o solo e a água, com "muito para ver e tocar". Estas transições convidam o utilizador a abrandar e a permanecer, ao contrário das margens rígidas que empurram para a passagem (Gehl, 2011); (2) paisagens de assento maximizam a apropriação ao integrar o sentar nas próprias características do espaço, através de degraus, muretes, bordas sentáveis (Whyte, 1980); (3) suportes físicos, ou seja, nichos, vegetação, mobiliário que protege "pelas costas". Estes suportes permitem parar e observar sem a exposição que afasta as pessoas dos espaços vazios (Gehl, 2011).

Padrão	Efeito documentado
Presença de água (ver, ouvir, tocar)	Reduz o stress; melhora a concentração e a memória
Ligação visual e não-visual com a natureza	Baixa a tensão arterial sistólica e as hormonas do stress
Formas e padrões biomórficos	Baixam o ritmo cardíaco; preferência estética
Prospeto e refúgio	Vista desimpedida com abrigo reduzem a fadiga e o stress
Variabilidade térmica e de fluxo de ar	Conforto e produtividade por mimetizar ambientes naturais

Tabela 8 - Padrões de design biofílico e efeitos no bem-estar (Blau et al., 2018)

O conforto térmico como condição de uso

Nenhuma destas estratégias produz efeito se o espaço for fisicamente desconfortável. Por outras palavras, um parque bem desenhado, mas exposto ao vento ou sem sombra permanece vazio. O conforto térmico humano resulta do balanço energético do corpo, e a disposição de uma pessoa para permanecer num local depende da capacidade do ambiente para manter esse equilíbrio (Brown & Gillespie, 1995). Num contexto atlântico, existem fatores que importam salientar, nomeadamente a radiação que se controla com vegetação de folha caduca, ou seja, uma decisão estratégica que admite o sol nos meses frios e garante sombreamento no verão, garantindo um maior impacto no conforto (Brown & Gillespie, 1995). O vento, principal veículo de perda de calor por convecção e o fator crítico do desconforto em clima atlântico, mitiga-se com

barreiras de vegetação densa que criam "bolsas" de ar calmo, prolongando o período de uso do parque (Brown & Gillespie, 1995; Gehl, 2011).

A água acrescenta uma dupla função, pois regula a temperatura por evaporação, contribuindo para atenuar a ilha de calor e, sensorialmente, o seu som em movimento atua como ruído calmo, camuflando o tráfego da envolvente urbana (Whyte, 1980; Rogers, 2023).

3.8. Casos de Referência

Os casos de referência cumprem, neste relatório, uma função demonstrativa, pelo que não são modelos a replicar, mas evidências que as soluções discutidas são exequíveis, e repositórios de decisões de projeto cujos acertos e limitações informam a proposta para a Ribeira de Linhares.

Selecionaram-se três intervenções em linhas de água urbanas, concluídas nas últimas duas décadas: uma no concelho de Matosinhos, uma na Área Metropolitana do Porto e uma referência europeia. As três partem da mesma situação, um curso de água degradado dentro de tecido urbano consolidado e distinguem-se pelo alcance da transformação. Cada caso é lido segundo os três eixos que estruturam este subcapítulo: hidráulica e cheias, ecologia e vegetação, uso público e desenho.

3.8.1. Corredor Verde do Leça (Matosinhos, Maia, Valongo e Santo Tirso)

O rio Leça foi, durante décadas, apontado como um dos cursos de água mais poluídos da Europa, resultado da concentração de indústria têxtil, agropecuária e de descargas domésticas não tratadas ao longo dos seus 46km (Portugal 2020 (2022). *Corredor Verde do Leça, um novo parque para passear junto ao rio*). À degradação da qualidade da água somou-se a perda de acessibilidade pública ao vale e a fragmentação da galeria ripícola por usos agrícolas, industriais e edificação dispersa.

CORREDOR VERDE DO LEÇA	
HIDRÁULICA E CHEIAS	A dimensão hidráulica foi a menos desenvolvida do projeto, uma vez que a intervenção não alterou a secção do curso de água. Os eixos de intervenções foram a limpeza, a consolidação de margens e a rearborização, com técnicas de engenharia natural aplicadas nos taludes. Os açudes ao longo do vale são tratados como elementos patrimoniais a valorizar, a par dos moinhos e das pontes históricas, e não como barreiras a remover.
ECOLOGIA E VEGETAÇÃO	Plantação de cerca de 800 árvores na 1.ª fase, com predomínio de espécies autóctones, entre as quais amieiro, carvalho-alvarinho e salgueiro, orientada para a reconstituição da galeria ripícola. O contributo ecológico mais significativo foi a criação de um corredor contínuo de 18km ao longo do vale, que restabelece conetividade longitudinal num território onde a estrutura verde se encontrava fragmentada em manchas isoladas.
USO PÚBLICO E DESENHO	Criação de percursos pedonais e cicláveis contínuos, quatro pontes pedonais e sete passadiços na 1.ª fase, zonas de estadia e merenda, e estacionamentos em pontos de acesso. O traçado apoia-se em elementos patrimoniais do vale que funcionam como marcos de orientação e ancoragem narrativa do percurso. A programação de atividades (percursos guiados de fauna e flora, oficinas ambientais, instalação artística) revela uma intenção de apropriação social continuada, para além da disponibilização da infraestrutura.

Tabela 9 - Caracterização do caso de estudo Corredor Verde do Leça segundo os eixos definidos | Fonte: João Soares com dados de Portugal 2020 (2022) e APAP (2023) *Corredor Verde do Rio Leça*



Figura 17 - Corredor Verde do Leça: articulação entre os percursos de mobilidade suave e a vegetação ripícola. | Fonte: CMM

O principal contributo desta referência para Linhares é a articulação entre a recuperação das margens e a continuidade dos percursos. Este princípio informa a formalização dos atravessamentos existentes e a recuperação da galeria ripícola, ajustando o desenho à largura disponível. Importa distinguir esta continuidade espacial da conectividade aquática, cuja recuperação exige avaliar as barreiras presentes no curso de água.

3.8.2. Parque da Asprela, Porto

A Ribeira da Asprela encontrava-se entubada e integrada no sistema de drenagem urbana no sector de maior densidade de equipamentos do Porto. O troço apresentava o quadro da síndrome do rio urbano (Walsh et al., 2005), com hidrogramas de resposta rápida, ausência de galeria ripícola, degradação da qualidade da água e risco de inundação a jusante, incluindo sobre infraestrutura crítica (linha do metro).

A recuperação decorreu em três fases: Outeiro (2009), Quinta de Lamas (2015) e Parque da Asprela (2022). Na segunda fase foram desentubados 97m de ribeira. (Câmara Municipal do Porto (2022), *Controlo de cheias na bacia da Ribeira da Asprela*)

PARQUE DA ASPRELA	
HIDRÁULICA E CHEIAS	O parque foi dimensionado como bacia de retenção. O sistema tem três sub-bacias, concebidas de modo a maximizar o volume de armazenamento, com capacidade superior a 10 000 m3 de águas pluviais em episódios de precipitação intensa, associadas a um dique de terra. A função é evitar inundações a jusante, nomeadamente na linha do metro. O princípio de projeto é que toda a água precipitada no parque se infiltre no local ou siga o curso das linhas de água naturais.
ECOLOGIA E VEGETAÇÃO	As soluções aplicadas incluem plantas aquáticas e galeria ripícola, técnicas de engenharia natural na estabilização de leito e margens, fitodepuração e charcos. Foram mantidas 700 árvores existentes, entre choupos e salgueiros do fundo de vale, e plantadas cerca de 924 exemplares, desde cedros, liquidâmbares, tulipeiros, ácers, metrosíderos e magnólias, criando um registo ornamental e convive com o núcleo ripícola conservado.
USO PÚBLICO E DESENHO	Mais de 2 km de percursos pedonais e cicláveis acessíveis a pessoas com mobilidade reduzida, com espelhos de água integrados e ligação direta aos equipamentos universitários e hospitalares envolventes.

Tabela 10 - Caracterização do caso de estudo Parque da Asprela segundo os eixos definidos | Fonte: João Soares com dados da CMP e U.Porto



Figura 18 - Planta do Parque da Asprela, com representação da área de retenção temporária de águas pluviais. | Fonte: Biennal Internacional de Paisatge, «Parque da Asprela», s.d.

A Asprela constitui uma referência para a integração da retenção no desenho do parque. Em Linhares, este princípio traduz-se na articulação entre bacias distribuídas, clareiras e percursos, procurando compatibilizar o uso quotidiano com a inundação temporária. A transferência deste princípio não permite comparar diretamente os volumes armazenados, dependendo a eficácia da proposta de validação hidrológica e hidráulica específica.

3.8.3. Isar-Plan, Munique

Trata-se de um troço urbano de um rio alpino canalizado desde o séc. XIX, com margens revestidas em betão, açudes transversais e capacidade de vazão insuficiente face aos padrões de segurança contemporâneos. O projeto articulou, desde a origem e num único processo, três objetivos habitualmente tratados em separado: (1) proteção contra cheias; (2) restauro ecológico; e (3) uso recreativo.

ISAR-PLAN	
HIDRÁULICA E CHEIAS	O leito foi alargado de 50m para cerca de 90m, dimensionado para escoar sem danos um caudal de 1100 m3/s, correspondente à cheia centenária, com uma folga mínima de 1m entre o nível de cheia e a coroa dos diques, que foram recuados.
ECOLOGIA E VEGETAÇÃO	As margens em betão foram substituídas por taludes de inclinação suave, o leito reconstruído com larguras variáveis, bancos de cascalho e ilhas, e os açudes substituídos por 24 rampas de fundo transponíveis pela fauna piscícola. A vegetação autóctone foi instalada por sementeira e transplantação, e incorporou-se madeira morta nas margens.
USO PÚBLICO E DESENHO	Os bancos de cascalho e os taludes suaves converteram-se em espaço de estadia e o banho passou a ser praticado dentro da cidade. A prática balnear tornou-se possível pelo tratamento prévio da qualidade da água, com a instalação de desinfeção por radiação ultravioleta nas estações de tratamento a montante.

Tabela 11 - Caracterização do caso de estudo Isar-Plan segundo os eixos definidos | Fonte: João Soares com dados da Wasserwirtschaftsamt München e Climate-ADAPT (AEA)



Figura 19 - Rio Isar, em Munique, após a intervenção do Isar-Plan. | Fotografia: Rufus46, CC BY-SA 3.0, via Urban Waters.

O Isar-Plan evidencia a importância de intervir na secção e na morfologia do curso de água, articulando recuperação ecológica, proteção contra cheias e recreio. Em Linhares, esta aprendizagem informa a remeandrização moderada e o tratamento diferenciado das margens, dentro das limitações do corredor. As estruturas transversais propostas deverão ser avaliadas quanto à estabilidade e à passagem de água, sedimentos e organismos aquáticos.

3.8.4. Síntese aplicada à Ribeira de Linhares

A comparação dos três casos evidencia diferentes escalas de intervenção sobre a secção do curso de água. O Corredor Verde do Leça intervém sobretudo nas margens, mantendo o leito e os açudes existentes, o Parque da Asprela atua sobre o vale, integrando-o numa bacia de retenção, e o Isar-Plan intervém diretamente na secção, através do alargamento do leito e do recuo dos diques.

Desta comparação resultam quatro critérios relevantes para a Ribeira de Linhares.

Primeiro, os objetivos hidráulicos devem determinar a escala da intervenção, uma vez que a qualificação das margens, por si só, não altera significativamente a capacidade de vazão, enquanto a gestão do risco de cheia exige intervenção na secção e na modelação do terreno.

Segundo, a retenção pode ser integrada no próprio espaço público, como demonstra a Asprela, articulando armazenamento temporário, usos recreativos e topografia.

Terceiro, a continuidade deve ser entendida de forma específica, distinguindo a continuidade do percurso e da galeria ripícola da conectividade longitudinal do curso de água, nomeadamente para a fauna piscícola.

Quarto, a composição vegetal deve ser definida em função dos objetivos ecológicos e paisagísticos, distinguindo estratégias orientadas para o restauro da vegetação autóctone de soluções com maior componente ornamental.

Assim, os casos analisados não constituem modelos diretamente replicáveis, mas permitem estabelecer critérios para a intervenção na Ribeira de Linhares: (1) definir a resposta hidráulica a partir da secção e da topografia; (2) integrar a retenção na conceção do espaço público; (3) explicitar as formas de continuidade a restabelecer; e (4) adequar a composição vegetal aos objetivos ecológicos e paisagísticos da intervenção.

4. Análise

4.1. Evolução histórica e ocupação do solo

A leitura da cartografia histórica permite reconstituir o processo de transformação territorial que conduziu ao estado atual da Ribeira de Linhares. Em 1944 (Figura 20), a área de intervenção apresentava uma configuração predominantemente rural, integrada numa matriz agrícola, com a ribeira a correr a céu aberto e sem edificação significativa nas margens. A baixa densidade construtiva e a ausência de infraestruturas de drenagem artificiais indicam que o sistema hídrico conservava as suas funções ecológicas e hidráulicas, com o leito de cheia a operar como espaço de amortecimento natural nos episódios de precipitação mais intensa.

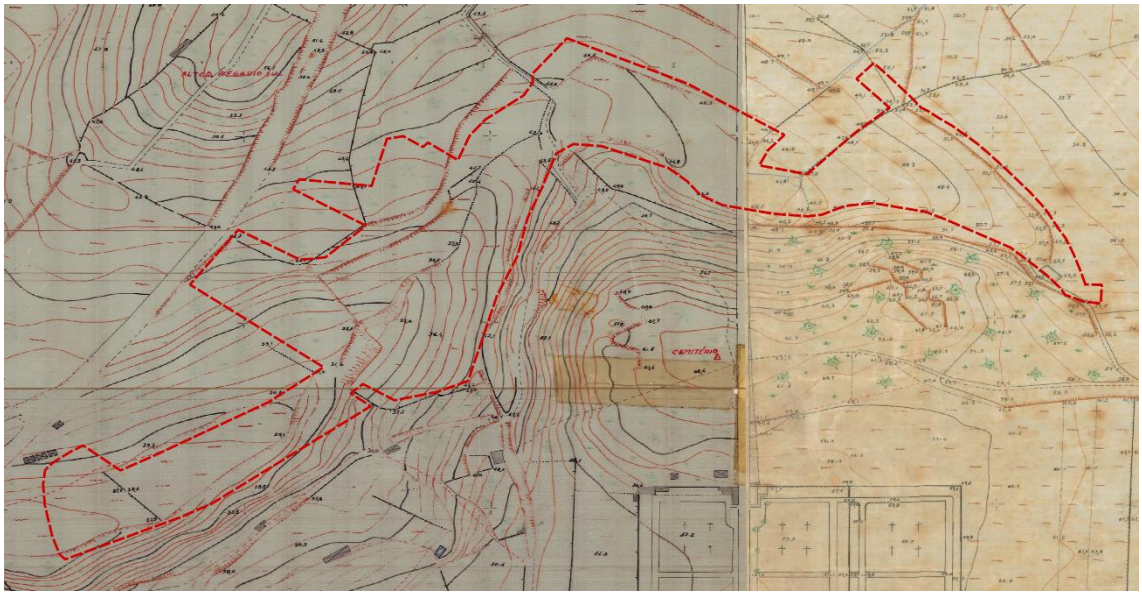


Figura 20 - Cartografia de 1944 | Aproximação à área de intervenção | Fonte: CMM

A transformação decisiva ocorre ao longo do século XX, num padrão comum às periferias urbanas portuguesas do período. A expansão habitacional da Área Metropolitana do Porto avançou progressivamente sobre as margens, em larga medida sem enquadramento urbanístico formal. A cartografia de 1986 (Figura 21) é particularmente reveladora, pois, identifica loteamentos implantados diretamente sobre o corredor da ribeira, comprimindo o espaço disponível para o escoamento e alterando a morfologia das margens. Esta ocupação não foi abrupta, mas resultou de um processo gradual de apropriação informal, onde cada pequena horta ou anexo, individualmente insignificante, contribuiu para uma transformação coletiva de forte impacto hidráulico e ecológico.

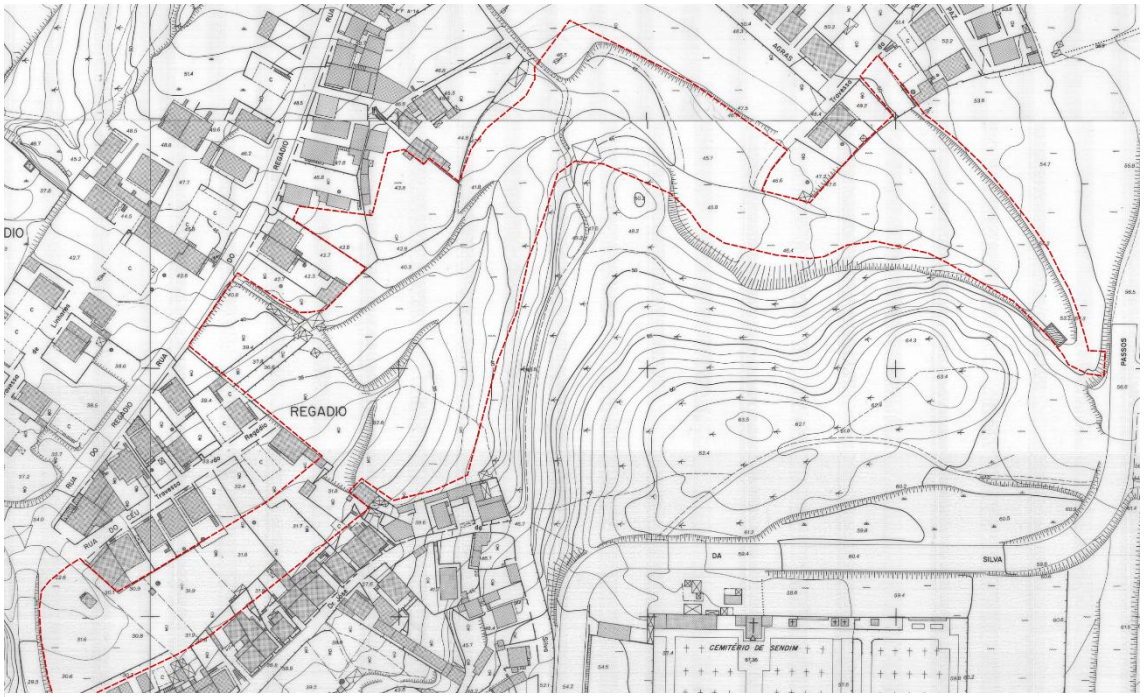


Figura 21 - Cartografia de 1986 | Aproximação à área de intervenção | Fonte: CMM



Figura 22 - Ortofotomapa Atual | Sobreposição de edificado + Domínio Público Hídrico | Fonte: João Soares com recolha de dados na CMM

Atualmente, a área integra uma Área Urbana de Génese Ilegal (AUGI), reconhecida no processo de reconversão urbanística de 2022: a margem esquerda está classificada como génese ilegal consolidada e a margem direita permanece em tramitação. A

implantação de construções sobre o DPH traduz o grau de conflito territorial acumulado ao longo de décadas.

4.2. Enquadramento legal e instrumentos de gestão territorial

O enquadramento legal da área é marcado pela sobreposição de instrumentos com lógicas por vezes contraditórias, que refletem a tensão entre uma realidade urbana consolidada e as exigências de proteção do sistema hídrico.

Do ponto de vista do enquadramento legal do domínio hídrico, a ribeira mantém o estatuto de Domínio Público Hídrico em toda a área de intervenção, tal como se observa na Figura 22, com uma faixa de proteção de 10 metros. Esta faixa constitui uma referência legal para a delimitação do espaço associado à linha de água, não correspondendo, contudo, à delimitação efetiva do leito de cheia. Na Figura 23, a planta de condicionantes do PDM classifica a ribeira de Linhares como linha de água natural ou naturalizada ao longo de todo o troço a céu aberto (linha azul contínua), incluindo o segmento onde existem anexos e hortas sobre as margens, reservando a classificação de linha de água entubada apenas aos troços artificializados (linha azul tracejada), junto aos armazéns municipais a montante e sob a Rua de Linhares e a A28 a jusante. A divergência entre a classificação legal e o estado real revela que a compressão do corredor ocorreu de forma gradual e informal, sem que os instrumentos de gestão territorial acompanhassem a transformação.

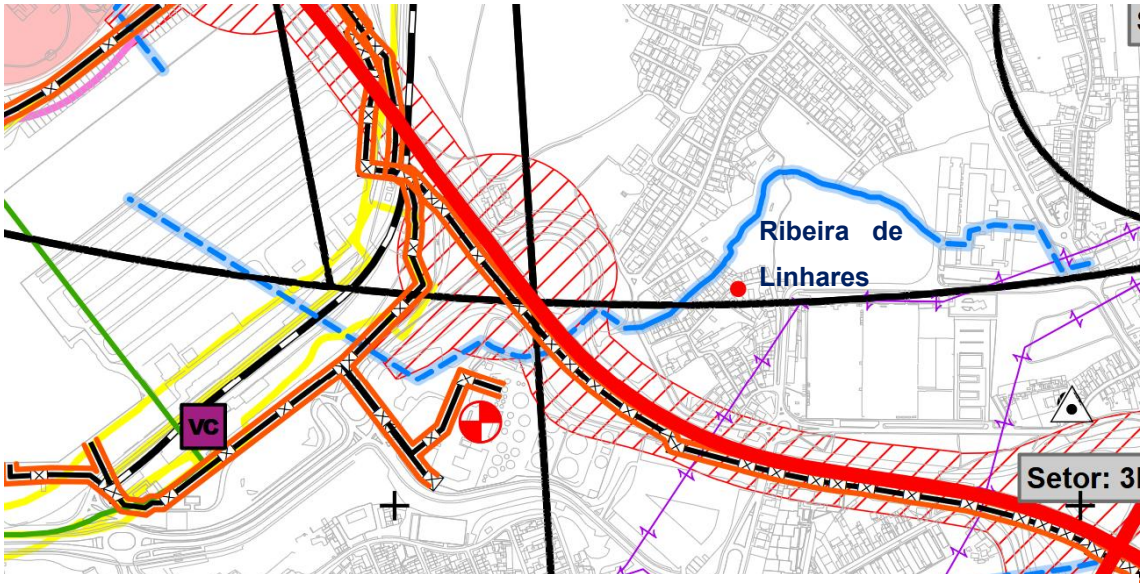


Figura 23 - Extrato da Planta de Condicionantes do PDM de Matosinhos, com classificação da linha de água | Fonte: CMM

Quanto à classificação e qualificação do solo, o PDM integra a área de intervenção nos espaços centrais e nas áreas urbanas disponíveis a consolidar, remetendo a zona das construções de génese ilegal para a categoria de espaço urbano de baixa densidade, fora do perímetro a consolidar. Esta dupla classificação mostra que a Câmara reconhece o potencial de qualificação da área de intervenção, mas assinala a indefinição urbanística das construções adjacentes. Contudo, nos espaços centrais, o regulamento admite um índice de impermeabilização do solo de 0,7 (art. 35.º), um valor elevado que, na prática, acentua a impermeabilização da bacia e contribui para a resposta hidrológica acelerada da bacia. Já nas áreas urbanas disponíveis a consolidar, o regulamento no art. 28.º determina que o desenho urbano promova áreas verdes públicas em condição de centralidade e, sobretudo, que essas áreas "se articulem funcionalmente com as zonas confinantes e considerem os elementos naturais em presença, tal como linhas de água ou arborização de interesse a manter". O próprio instrumento de ordenamento prevê assim, o tipo de intervenção que aqui se propõe, ainda que não o operacionalize. Esta orientação é reforçada pelo projeto territorial da "coesão urbana" em que a área se insere, entre cujos objetivos figuram a promoção de espaços verdes de utilização pública, a reabilitação do espaço urbano e a mobilidade sustentável.

No que respeita à Reserva Ecológica Nacional, o corredor da Ribeira de Linhares preserva o reconhecimento formal do seu valor ecológico e da sua função de proteção hídrica, mantendo a classificação de REN desde o PDM de 1992, sendo assim um fator a favor da intervenção, uma vez que, o próprio regime de proteção do solo confirma a vocação ecológica do corredor que o projeto pretende recuperar.

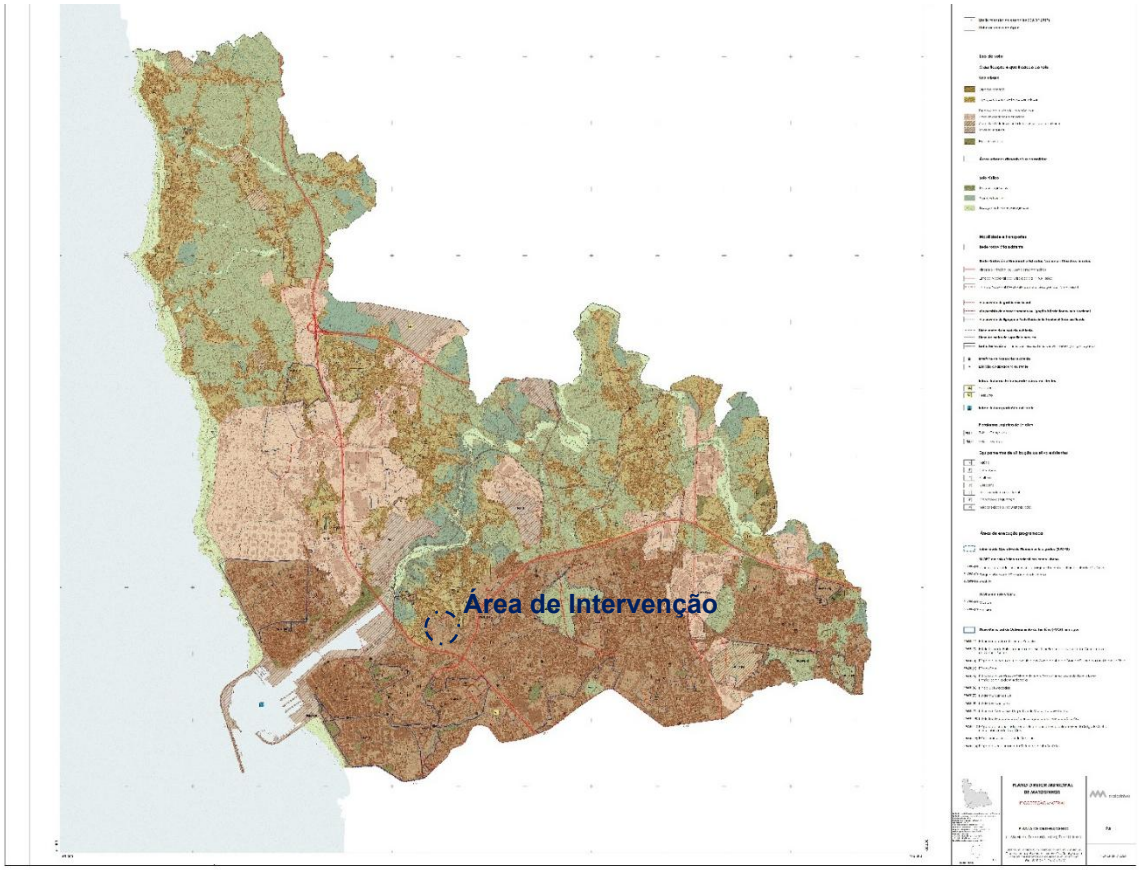


Figura 24 - Planta de Ordenamento I – Classificação e qualificação do solo | Fonte: CMM



Figura 25 - Carta da Reserva Ecológica Nacional - Aproximação à área de intervenção | Fonte: João Soares com recolha de dados da CMM

À escala da bacia, o Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Norte (PGRH - RH2) não individualiza a Ribeira de Linhares como massa de água, enquadrando-a no contexto mais amplo da bacia do rio Leça. Ainda assim, identifica a contaminação difusa por escoamento rodoviário como uma das principais ameaças aos cursos de água urbanos da bacia. No que respeita ao risco de inundação, o PGRI delimita uma Área de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI) em Matosinhos que abrange a bacia da ribeira, com caudais de ponta de cheia estimados em 2,2 m3/s para um período de retorno de 2 anos, 6,4 m3/s para 50 anos e 8,3 m3/s para 100 anos. Conjugados com a reduzida secção de escoamento disponível e a presença de construções no leito de cheia, estes valores traduzem um nível de risco real e documentado que fundamenta a urgência da intervenção.

4.3. Caracterização biofísica

Relevo e morfologia

A área de intervenção assenta sobre granito, unidade integrada no batólito granítico do Porto que domina esta faixa da orla litoral do noroeste português (Carta Geológica de Portugal, 1:1 000 000, LNEG). Esta unidade ajuda a explicar a morfologia encaixada do vale: os granitos desta região tendem a originar vales relativamente estreitos e com vertentes bem definidas.

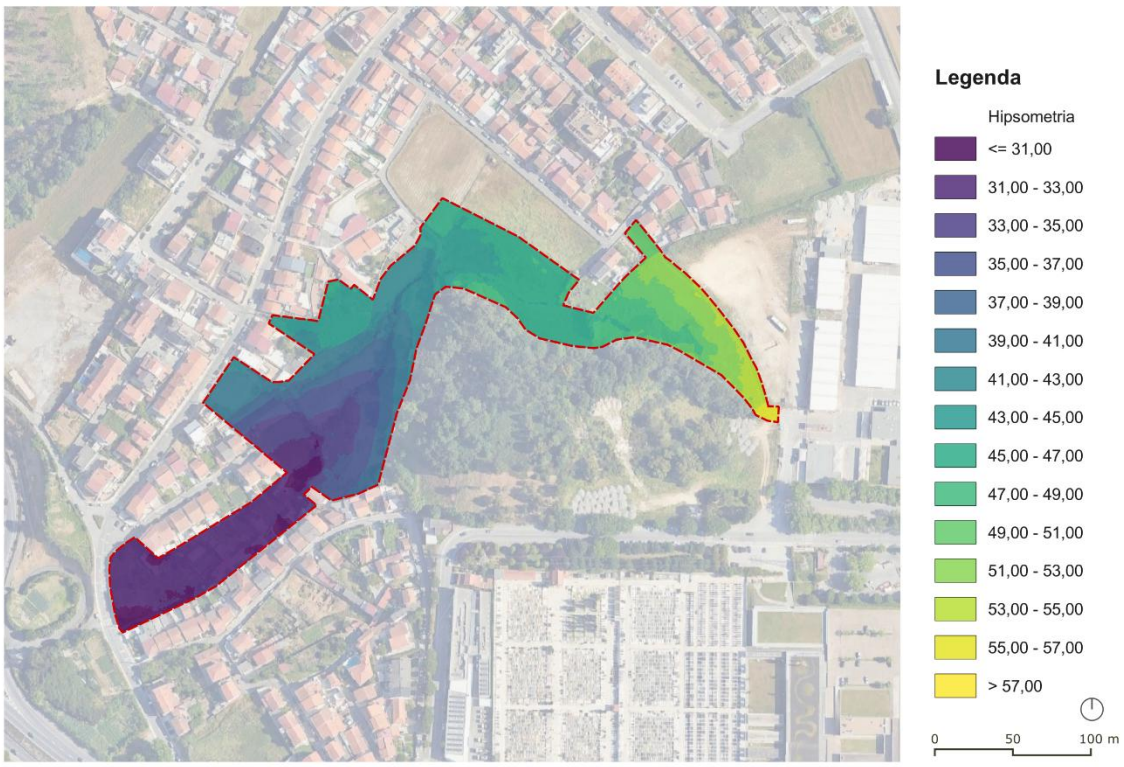


Figura 26 - Mapa Hipsométrico da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT

O Modelo Digital do Terreno (MDT) (Figura 26) revela essa leitura do vale, com uma amplitude altimétrica de cerca de 28 metros ao longo dos 584 metros do troço em estudo, com valores entre os 29 e os 57 metros de altitude. Esta configuração traduz-se na carta de declives da área de intervenção (Figura 28), onde podemos observar esta configuração, correspondente a um fundo de vale suave a moderado, onde corre a ribeira, contrastado por vertentes que atingem classes acentuadas a escarpadas.

A orientação de vertentes do vale (Figura 27) apresenta exposição predominante a sul/sudoeste, mas sendo um vale encaixado, mantém margens com exposições opostas, uma mais insolada, outra mais sombria. Esta assimetria condiciona diretamente a escolha de espécies ripícolas, mais exigentes em luz de um lado e mais tolerantes à sombra do outro, e o conforto bioclimático dos percursos pedonais que se pretendem propor.

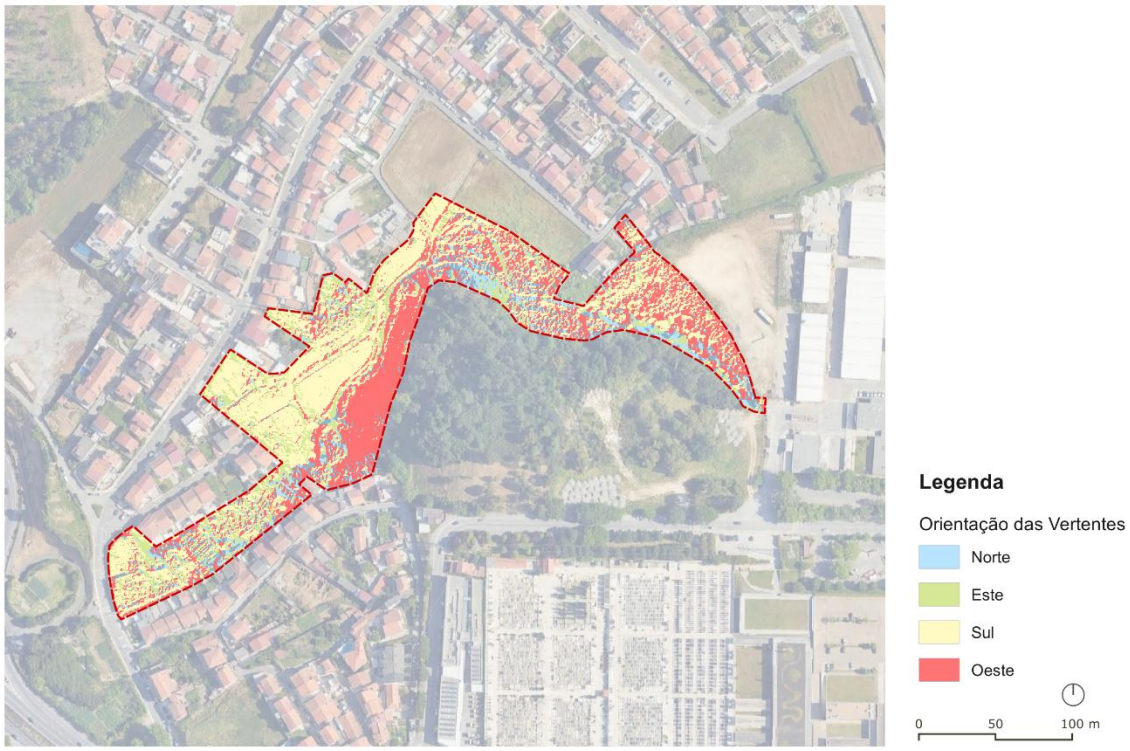


Figura 27 - Mapa da Orientação das Vertentes da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT

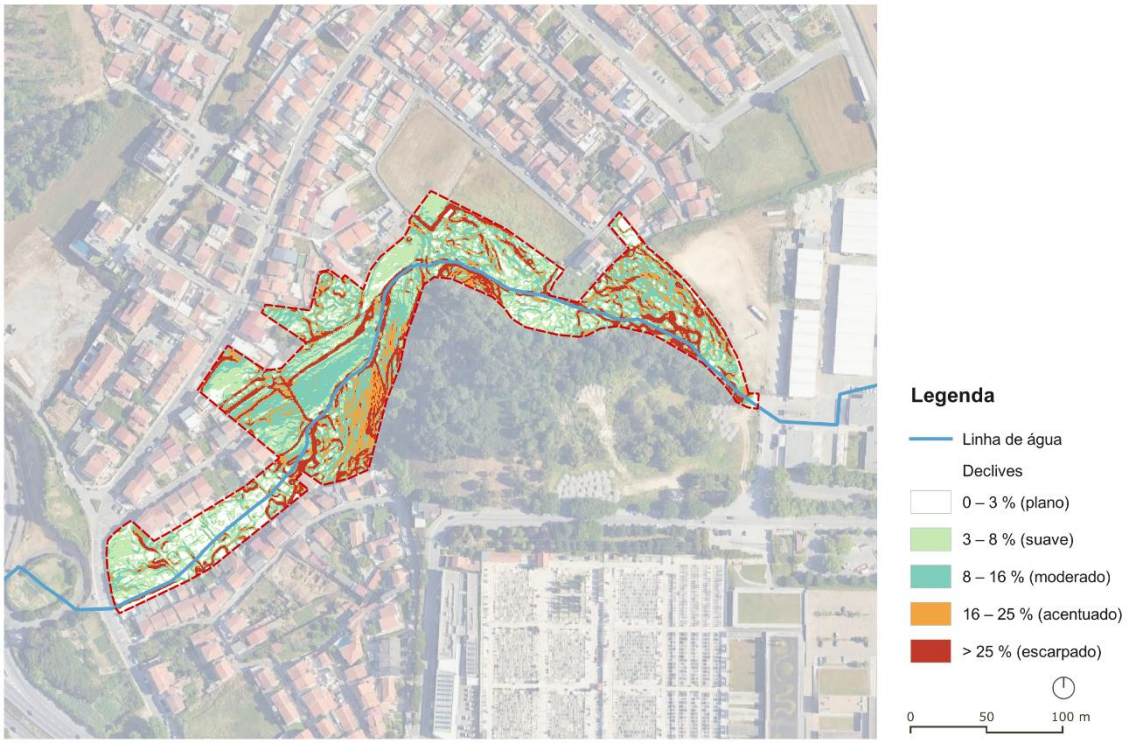


Figura 28 - Mapa de Declives da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT

Hidrologia

Decorrente desta morfologia, a Ribeira de Linhares integra-se na bacia hidrográfica do rio Leça, pertencente à Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2), tal como identificado no ponto 4.2. A escala de detalhe da rede hidrográfica oficial (APA/SNIAmb) não individualiza a Ribeira de Linhares como massa de água autónoma, dado tratar-se de um curso de água de reduzida ordem hierárquica, mas é possível localizar a sub-bacia elementar oficial (classificação Pfaffstetter) que contém a área de intervenção, com uma área aproximada de 1,13 km2 (Figura 29). Esta sub-bacia integra-se, por sua vez, na bacia mais alargada do rio Leça, que ocupa cerca de 26,3 km2 dentro dos limites do concelho de Matosinhos.

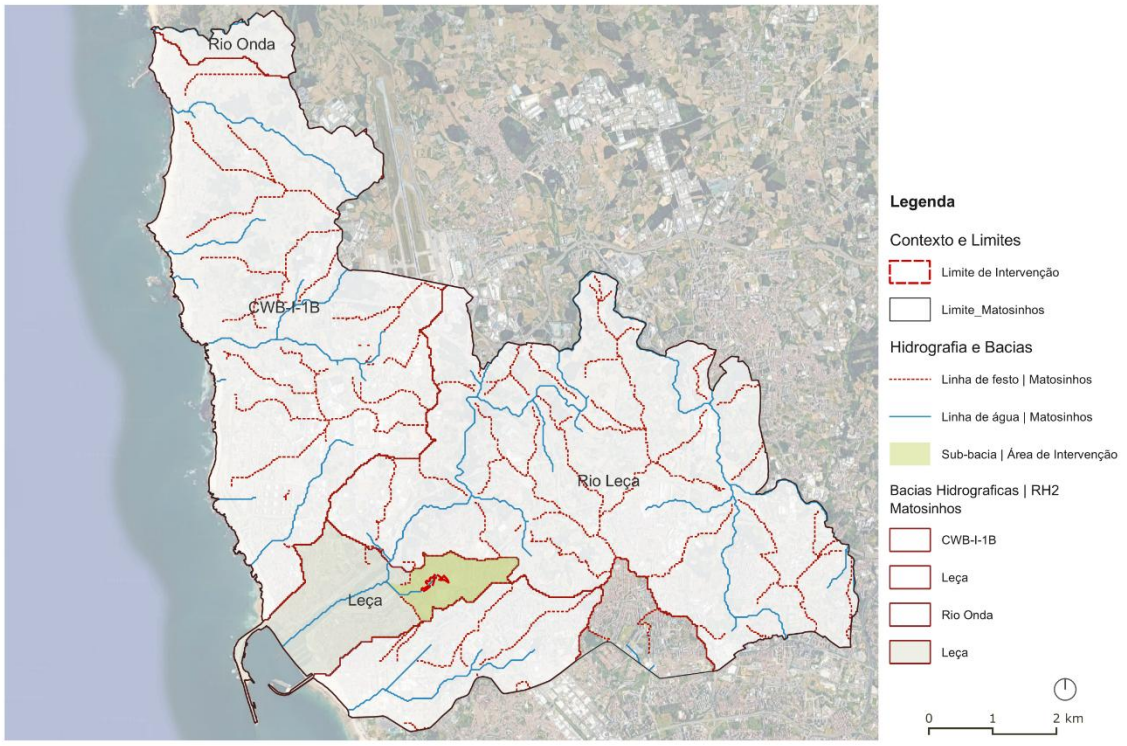


Figura 29 - Enquadramento Hidrográfico do Concelho de Matosinhos e da Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da APA/SNIAmb

A leitura da rede hidrográfica (Figura 29) permite posicionar a Ribeira de Linhares como um curso de água de baixa ordem dentro da hierarquia de drenagem da bacia do Leça. Esta condição de afluente de reduzida dimensão dentro de uma bacia urbana consolidada, ajuda a explicar por que motivo o sistema hídrico nunca foi objeto de um plano de gestão específico, apesar da vulnerabilidade já identificada anteriormente.

Clima

Matosinhos integra a faixa litoral atlântica do noroeste português, caracterizada por uma das maiores disponibilidades hídricas da Europa ocidental. O regime climático é temperado oceânico, com invernos amenos e chuvosos e verões frescos e relativamente secos. Os dados das normais climatológicas 1991-2020 revelam uma amplitude térmica anual moderada, com temperaturas médias mensais que variam entre aproximadamente 10°C em janeiro e 19°C em agosto, e temperaturas máximas que raramente ultrapassam os 21°C. Esta amenidade térmica, combinada com a elevada humidade atmosférica, cria condições favoráveis ao desenvolvimento de vegetação ripícola densa e estruturalmente diversificada.

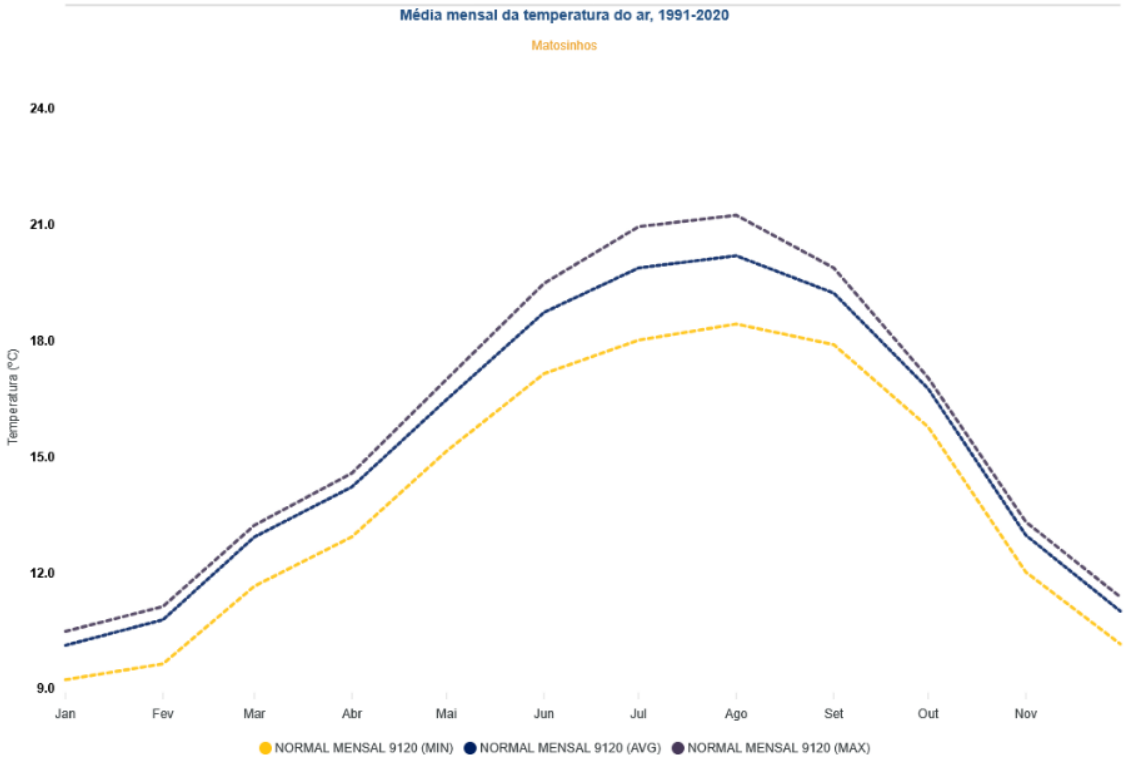


Figura 30 - Temperatura média mensal | Matosinhos | Fonte: IPMA

A precipitação apresenta uma distribuição marcadamente assimétrica ao longo do ano. Os meses de outubro a janeiro concentram os valores mais elevados, com médias mensais que rondam os 125-130mm, enquanto julho e agosto registam os valores mínimos, abaixo dos 15mm. Esta sazonalidade tem duas implicações diretas para o projeto: por um lado, condiciona a seleção de espécies vegetais, que devem tolerar tanto os períodos de encharcamento invernal como o stress hídrico estival; por outro, constitui uma condicionante relevante para o regime de funcionamento da bacia de retenção e das estruturas de laminação, que serão solicitadas predominantemente no semestre húmido.

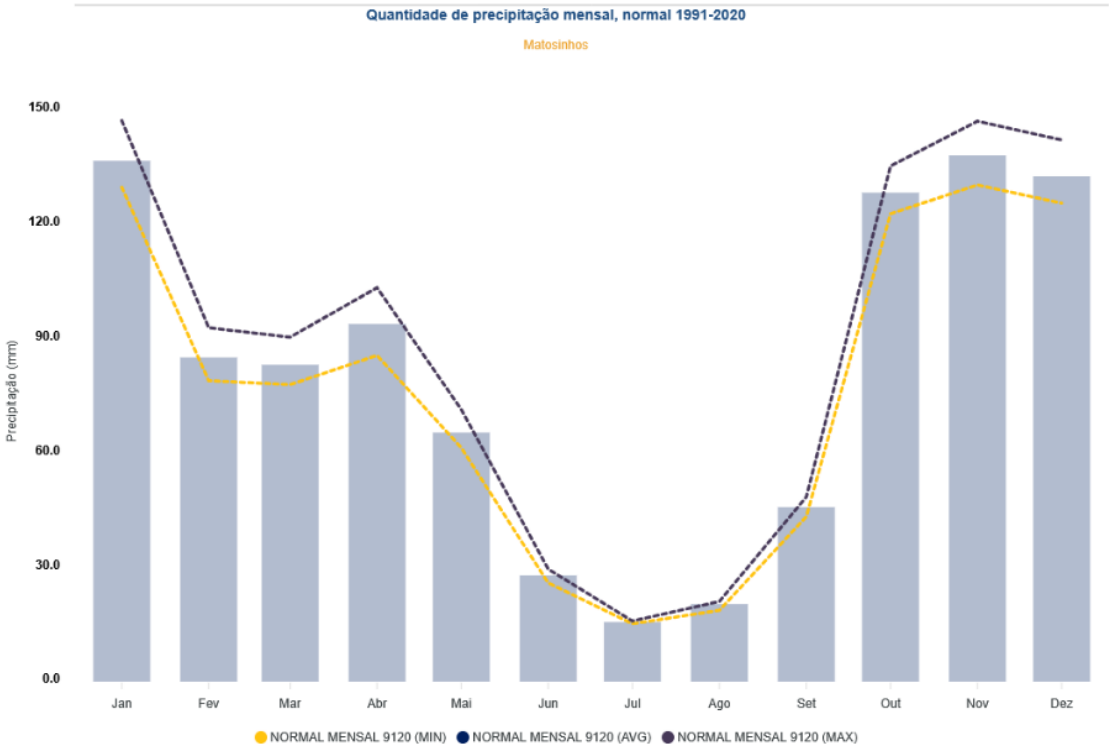


Figura 31 - Precipitação mensal | Matosinhos | Fonte: IPMA

4.4. Caracterização antrópica

A leitura antrópica do território da Ribeira de Linhares revela um espaço marcado por uma sobreposição complexa de usos, onde a informalidade e a ausência de gestão estruturada produziram uma paisagem de conflitos ocultos, mas também de oportunidades concretas.

Do ponto de vista do uso e ocupação do solo, a bacia hidrográfica é dominada por tecido urbano consolidado de baixa e média densidade, com superfícies impermeáveis que condicionam diretamente o comportamento hidrológico da bacia e intensificam os picos de escoamento superficial. O corredor da ribeira constitui um dos poucos espaços permeáveis restantes neste contexto urbano denso, o que reforça o seu valor estratégico enquanto elemento de infiltração e regulação hídrica.

O conflito mais estrutural desta análise, revela-se na sobreposição cartográfica entre o edificado existente e os limites do domínio hídrico (Figura 21), que demonstram de forma objetiva a extensão desta ocupação, que inclui não apenas as habitações de génese ilegal, mas também os aterros realizados para a construção de anexos e hortas que avançaram progressivamente sobre as margens ao longo das décadas. Esta situação

cria um impedimento real à recuperação plena da capacidade de escoamento da ribeira e condiciona de forma determinante as opções de projeto.

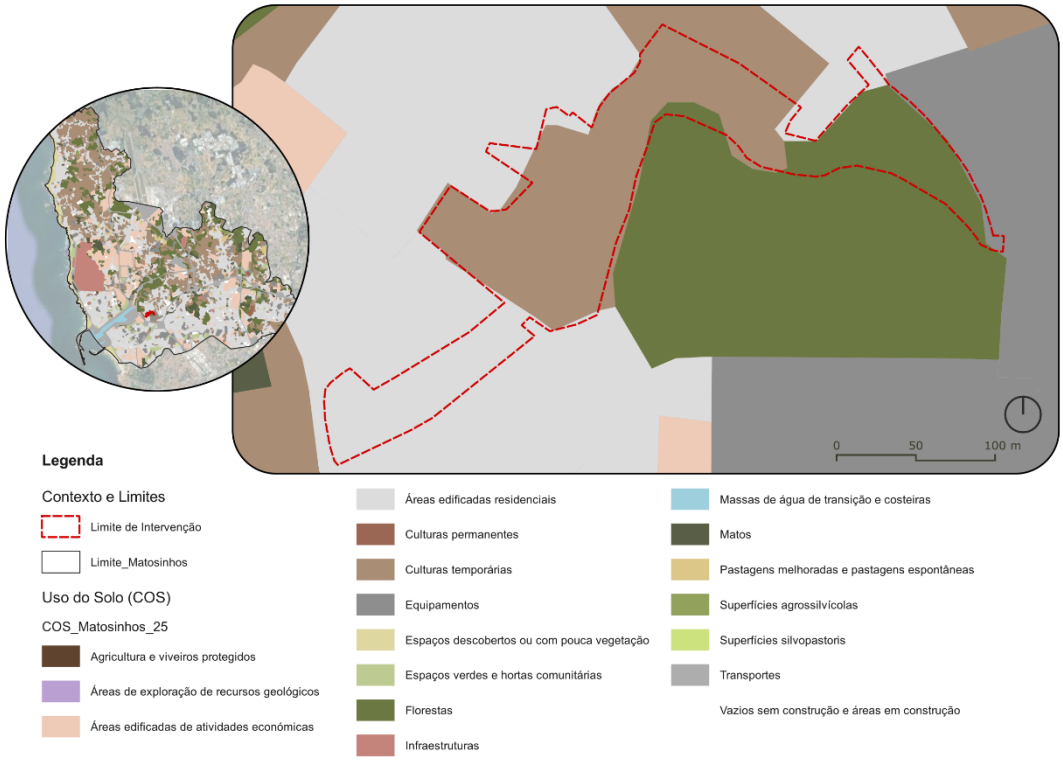


Figura 32 - Mapa de Ocupação do Solo | Matosinhos e Zoom para a Área de Intervenção | Fonte: João Soares, com dados da DGT

Para além do conflito urbano-hídrico, o corredor da ribeira é atravessado diariamente por moradores do Bairro de Linhares de Cima que utilizam o espaço como percurso informal de acesso à EN208 e aos transportes públicos. Este uso, não formalizado, mas consistente, evidencia uma procura social real que o projeto do parque pode e deve responder, transformando um atravessamento precário numa ligação pedonal qualificada e segura. A presença de terrenos com uso agrícola nas margens do troço a céu aberto é outro indicador da relação de proximidade que as populações locais mantêm com este espaço, e que importa considerar na definição do programa do parque.



Figura 34 - Situação Existente da Área de Intervenção, onde podemos reparar a presença dos caminhos informais que atravessam o espaço, como também a presença de atividades agrícolas junto das habitações | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)

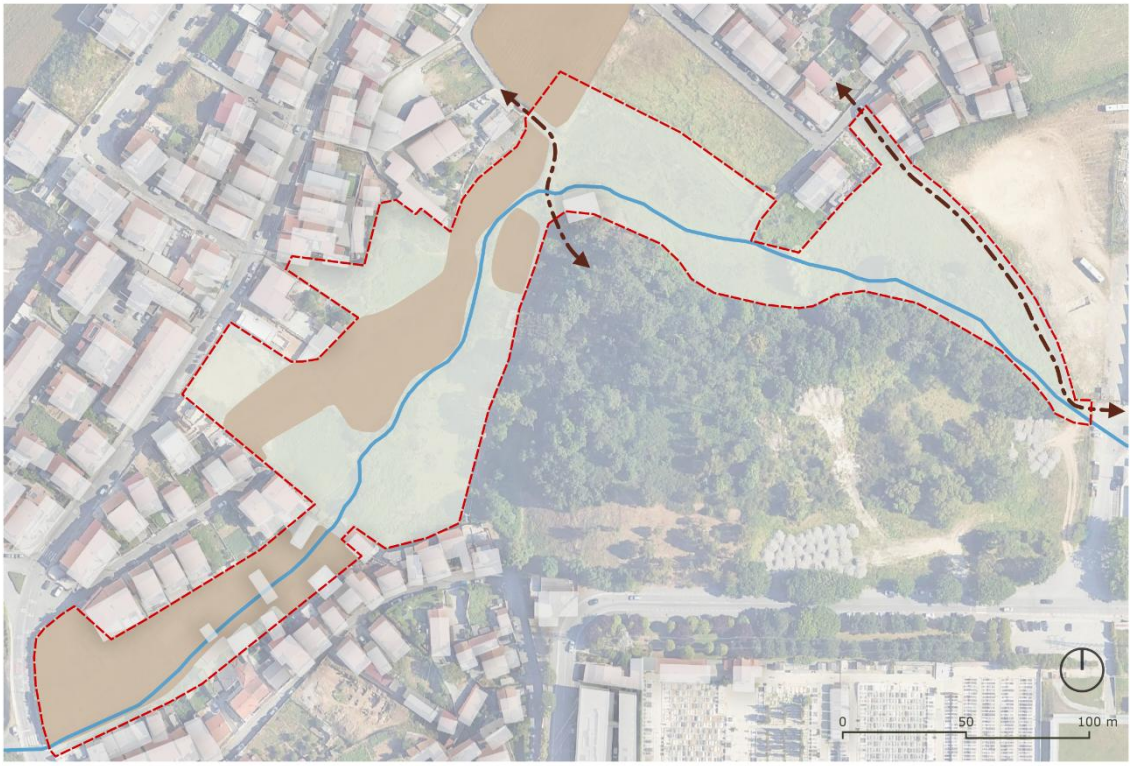


Figura 33 - Diagrama representativo da presença de agricultura nas margens e dos atravessamentos informais existentes | Fonte: João Soares

4.5. Estado atual da ribeira

O troço desta ribeira não pode ser lido de forma homogénea. A sua extensão de 584 metros apresenta três realidades físicas distintas que correspondem a diferentes graus de artificialização e a diferentes níveis de potencial para a renaturalização.

O troço superior, entubado, atravessa as áreas dos armazéns da CMM, sem qualquer expressão superficial. A ribeira existe aqui apenas como infraestrutura de drenagem subterrânea, sem qualquer função ecológica ou paisagística.

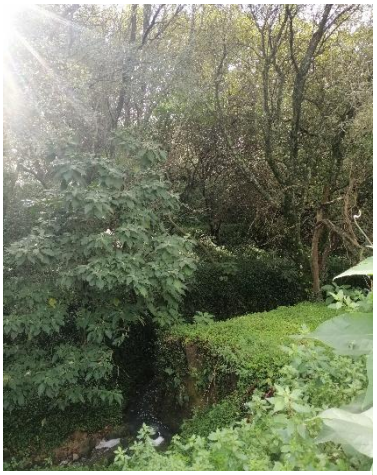


Figura 35 - Situação Existente da Ribeira de Linhares | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)

O troço intermédio, a céu aberto, é o segmento com maior potencial de renaturalização e onde a intervenção do parque se concentra. A visita de campo revelou um espaço com presença de vegetação exótica com carácter invasor, nomeadamente *Cortaderia selloana*, *Araujia sericifera* e *Solanum mauritianum*, com ausência total de gestão e sinais evidentes de deposição informal de resíduos. Apesar deste estado de degradação, a morfologia do vale é ainda legível e existem núcleos de vegetação autóctone restantes que constituem um ponto de partida para a regeneração ecológica.





Figura 36 - Situação Existente da Área de Intervenção, onde é possível observar alguma contaminação na ribeira (imagem à direita) | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)

O troço terminal, onde a ribeira atravessa a zona das construções de génese ilegal antes de ser entubada sob a A28, concentra os problemas hidráulicos mais graves. É neste segmento que se registou o episódio de aluimento já descrito, e onde a sobreposição de construções sobre o leito de cheia cria as condições de maior risco. A classificação como linha de água natural na planta de condicionantes do PDM, apesar da realidade ser diferente, reforça a contradição entre o quadro normativo e o estado real do sistema.



Figura 37 - Situação Existente após aluimento das infraestruturas | Fonte: Francisca Pinto (Neoturf)

Problemas hidráulicos

A vulnerabilidade hidráulica do sistema resulta da conjugação entre a impermeabilização crescente da bacia, a redução da secção de escoamento por ocupação das margens e a ausência de qualquer estrutura de laminação de caudais. Os caudais de ponta de cheia já identificados em 4.2 excedem a capacidade do sistema atual, gerando condições de risco real para as construções e infraestruturas localizadas na área de influência da ribeira.

Contaminação e degradação ecológica

A qualidade da água está comprometida por duas fontes potenciais inferidas pela envolvente territorial: (1) a deposição de resíduos de construção e demolição nas margens, que constituem um potencial fator de obstrução do escoamento; (2) a contaminação difusa associada à deposição de partículas do tráfego intenso das vias envolventes, sem escoamento direto confirmado, e ao uso de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos ligados à atividade agrícola presente nas margens. A combinação entre contaminação, fragmentação da vegetação ripícola e presença de invasoras resulta numa perda significativa de biodiversidade e numa capacidade muito reduzida de prestação de serviços de ecossistema.

4.6 Síntese

A leitura desta análise identifica, por um lado, um conjunto de oportunidades que sustentam a viabilidade e a pertinência do projeto do parque ribeirinho, mas por outro, identifica também, constrangimentos reais que condicionam as opções de desenho e que o projeto terá de resolver ou mitigar.

Tema	Oportunidades	Constrangimentos
Enquadramento legal e institucional	• REN mantida sobre o corredor desde 1992, garantindo uma base de proteção já reconhecida • O art. 28º do PDM exige articulação das AUDAC com elementos naturais como linhas de água, dando cobertura regulamentar direta à intervenção • O projeto territorial municipal "Coesão Urbana" demonstra vontade política da Câmara em qualificar o espaço	• Índice de impermeabilização de 0,7 admitido nos espaços centrais (art. 35º), acentuando a impermeabilização da bacia a montante • Classificação da ribeira como linha de água natural na planta de condicionantes não corresponde à realidade do troço terminal, entubado e ocupado
Caracterização biofísica	• Amplitude altimétrica e exposições solares variadas oferecem potencial para diversidade de ambientes e leituras paisagísticas distintas ao longo do corredor • Sazonalidade climática (precipitação concentrada out.–jan.) permite dimensionar bacias de retenção e calendarizar plantações com critério	• A análise dos declives, mostra-nos um terreno heterogéneo, mas por vezes muito acentuado, o que condiciona a acessibilidade e a implantação de programas

Caracterização antrópica e usos	• Corredor é um dos poucos espaços permeáveis no tecido urbano consolidado envolvente, reforçando o seu valor estratégico • Atravessamento informal já usado consistentemente pelos moradores do Bairro de Linhares de Cima para aceder à EN208, o que evidencia a procura social real e a criação de uma ligação pedonal qualificada • Presença de uso agrícola nas margens do troço a céu aberto indica uma relação de proximidade já estabelecida entre a população e o espaço, a considerar na definição de um programa para o parque	• Construções implantadas sobre o domínio hídrico (incluindo génese ilegal e aterros sucessivos) constituem o conflito mais estrutural identificado, condicionando de forma determinante as opções de projeto
Estado atual da ribeira	• Troço intermédio a céu aberto mantém morfologia de vale legível e núcleos de vegetação autóctone que servem de ponto de partida para a regeneração ecológica	• Troço superior entubado sem qualquer função ecológica; troço terminal concentra os problemas hidráulicos mais graves (incluindo episódio de aluimento já registado) e a maior pressão de contaminação • Vulnerabilidade hidráulica confirmada para os períodos de retorno de 2, 50 e 100 anos

Tabela 12 - Tabela Síntese: Oportunidades e Constrangimentos

5. Proposta: Parque Ribeirinho da Ribeira de Linhares

5.1. Conceito e princípios de intervenção

A proposta parte do princípio de transformar o corredor da Ribeira de Linhares numa infraestrutura ativa de gestão da água, em vez de o continuar a tratar como um espaço residual entre o edificado. O diagnóstico reunido no capítulo 4 identificou, em simultâneo, um conjunto de oportunidades que legitimam esta intervenção, mas também um conjunto de constrangimentos que a intervenção tem de resolver, sobretudo a vulnerabilidade hidráulica do sistema e a sobreposição de algumas construções sobre o domínio público hídrico.

Esta proposta parte também de um lugar distinto do da Neoturf. Enquanto a proposta profissional descrita no capítulo 2 se desenvolveu sob três condicionantes reais, tais como, fundiária, orçamental e de autoria da modelação do terreno, este relatório, na condição de exercício académico, tem a liberdade de explorar soluções que essas condicionantes impediram. Não se trata de ignorar essas condicionantes, que se mantêm válidas e continuam a explicar por que motivo a proposta da Neoturf ficou aquém do que o corredor permite, mas de usar essa liberdade para testar até onde a intervenção pode ir quando a modelação do terreno, o desenho dos percursos e a relação com as construções de génese ilegal deixam de ser tratados como dados adquiridos e passam a ser variáveis do próprio projeto.

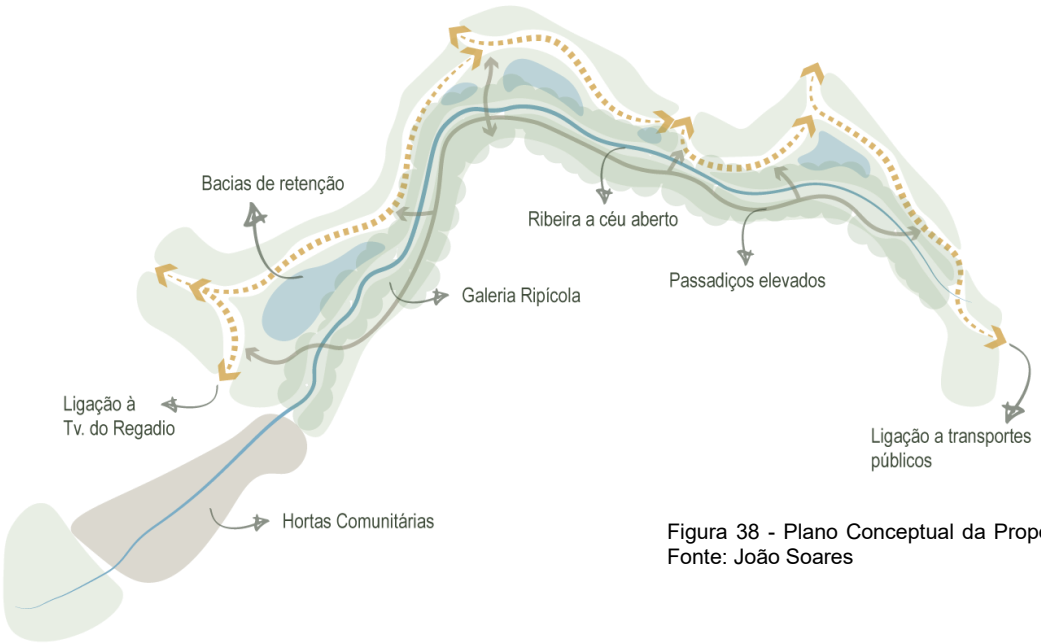


Figura 38 - Plano Conceptual da Proposta | Fonte: João Soares



Figura 39 - Plano Geral de Intervenção - Proposta do Parque Ribeirinho de Linhares, Matosinhos | Fonte: João Soares

O conceito do parque nasce, assim, com o propósito de funcionar como um sistema distribuído de retenção, capaz de armazenar temporariamente e favorecer a infiltração da água, desacelerando o escoamento antes de este atingir o troço mais vulnerável, tal como se sintetiza no Plano Geral (Figura 39).

A proposta apresentada assume o nível de definição de estudo prévio, pelo que as soluções hidráulicas, de engenharia natural e de plantação são desenvolvidas ao nível estratégico e conceptual, ficando a sua validação e dimensionamento definitivo para uma fase de projeto de execução.

Este conceito divide-se em cinco princípios que orientam as decisões de projeto desenvolvidas ao longo deste capítulo, e que retomam, os quatro critérios estabelecidos na síntese dos casos de referência: definir a resposta hidráulica a partir da secção e da topografia, integrar a retenção na conceção do espaço público, explicitar as formas de continuidade a restabelecer e adequar a composição vegetal aos objetivos ecológicos e paisagísticos da intervenção.

O primeiro é o princípio da retenção distribuída, pois em vez de concentrar toda a resposta hidráulica num único ponto ou numa infraestrutura de grande dimensão, a proposta reparte a capacidade de retenção por várias bacias ao longo do corredor, complementadas por pequenos diques que regulam a velocidade de escoamento consoante o caudal. Esta fragmentação da resposta hidráulica reduz a pressão sobre o troço terminal, já identificado como o segmento de maior risco, e devolve ao corredor parte da função de esponja urbana que a impermeabilização progressiva da bacia lhe retirou.

O segundo é o princípio da proporcionalidade hidromorfológica, onde a Ribeira de Linhares é, e continuará a ser, um curso de água de pequena dimensão. A proposta segue a hierarquia de intervenção estabelecida no 3.4: antes de qualquer estabilização de margens, procurou-se recuperar parte da heterogeneidade morfológica do leito que a canalização eliminou, através de uma remeandrização moderada do traçado e da introdução dos pequenos diques que funcionam, na prática, como os açudes de perfil baixo referidos na Tabela 3. Ficam de fora outras estratégias, que pela reduzida escala e confinamento do troço, exigiriam uma largura de leito que a Ribeira de Linhares, mesmo renaturalizada, não tem para oferecer. O objetivo não é maximizar a capacidade de escoamento a qualquer custo, mas reintroduzir condições hidromorfológicas mais

diversificadas e compatíveis com a escala do curso de água, como se pode observar no perfil longitudinal do terreno (Figura 40).



Figura 40 - Corte Longitudinal E-E' | Fonte: João Soares

O terceiro é o princípio da engenharia natural, com a estabilização de margens e taludes com técnicas de bioengenharia, como faxinas vivas, enrocamento, grade viva com estacaria, muro de gabião, em vez de soluções de contenção rígida. Esta opção, alinhada com a literatura de restauro fluvial já discutida no enquadramento teórico, permite controlar a erosão e a velocidade da água sem interromper os processos ecológicos que o projeto pretende recuperar.

O quarto é o princípio da proximidade segura, uma vez que o desenho procura aproximar as pessoas da água, em vez de as afastar dela por precaução. Os passadiços elevados junto à galeria ripícola permitem uma experiência próxima do curso de água, mesmo em cenários de cheia, sem comprometer a segurança dos utilizadores.

O quinto é o princípio da continuidade social. Em vez de eliminar os usos informais identificados na análise, a proposta formaliza-os e qualifica-os, através de percursos de mobilidade suave e de um espaço de hortas comunitárias que dá continuidade a uma relação já existente entre a população e o corredor.

A organização espacial que resulta destes cinco princípios retoma também a lógica de clareira, orla e mata que estruturou a proposta da Neoturf. As bacias de retenção assumem aqui uma função, à semelhança do que a Neoturf já previa para a sua bacia de retenção e do que o caso do Parque da Asprela demonstra ser possível a uma escala maior, espaços que, no quotidiano, acolhem o uso informal de lazer e contemplação, mas que também assumem a função hidráulica de laminação nos episódios de precipitação mais intensa.

5.2. Estratégia hídrica

A resposta hidráulica proposta não se concentra numa única infraestrutura, mas distribui-se ao longo de todo o corredor, seguindo o princípio da retenção distribuída já enunciado anteriormente. Esta opção responde diretamente à vulnerabilidade identificada na Análise: a conjugação entre impermeabilização crescente da bacia, redução da secção de escoamento por ocupação das margens e ausência de qualquer estrutura de laminação, que hoje faz com que os caudais de ponta de cheia excedam a capacidade do sistema.

As bacias de retenção propostas ocupam pontos estratégicos ao longo do troço, tal como assinalado na Figura 41, e desempenham uma dupla função: em regime normal, funcionam como as clareiras do sistema, espaços abertos que acolhem o uso informal de lazer e contemplação, e em episódios de precipitação mais intensa, o mesmo espaço assume a função hidráulica de laminação, absorvendo parte do volume de água antes deste atingir o troço terminal.

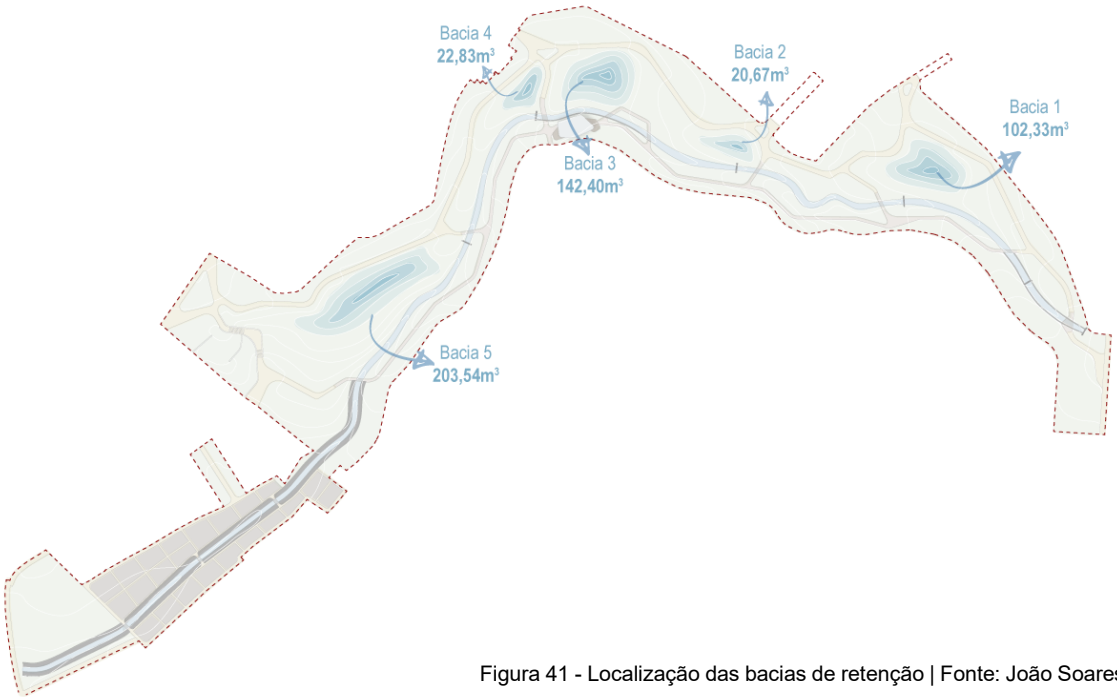


Figura 41 - Localização das bacias de retenção | Fonte: João Soares

A capacidade de cada bacia foi calculada a partir da modelação topográfica proposta, através das áreas por curva de nível, resultando numa capacidade de retenção combinada de aproximadamente 492 m3, distribuída de forma desigual ao longo do

corredor consoante a disponibilidade de espaço e a morfologia de cada ponto, contudo, este valor representa a capacidade geométrica de armazenamento das bacias e não corresponde, por si só, a uma quantificação da redução do caudal de ponta.

A Bacia 5, a maior, retém cerca de 204 m3, enquanto a Bacia 2, a mais pequena, retém cerca de 21 m³. Para além da laminação de caudais, esta retenção distribuída poderá favorecer a infiltração local, dependendo das condições de permeabilidade do solo e do substrato, e reduzindo a fração de água que é encaminhada diretamente para a linha de água.

Complementando as bacias, a proposta introduz pequenos diques em muro de pedra seca, desenhados com uma abertura inferior que permite o escoamento natural em caudais baixos, e rasgos verticais que se tornam funcionais apenas quando o caudal aumenta. Este funcionamento diferenciado por caudal permite que os diques regulem a velocidade da água, mantendo a continuidade do escoamento em condições de caudal reduzido.

O comportamento do sistema em cenário de cheia, ilustrado na Figura 42, evidencia a lógica de conjunto: as bacias enchem, os diques contêm o avanço da água, e, no ponto onde a topografia obrigou à criação de uma escadaria, pequenos muretes cumprem a mesma função de conter a velocidade do escoamento.

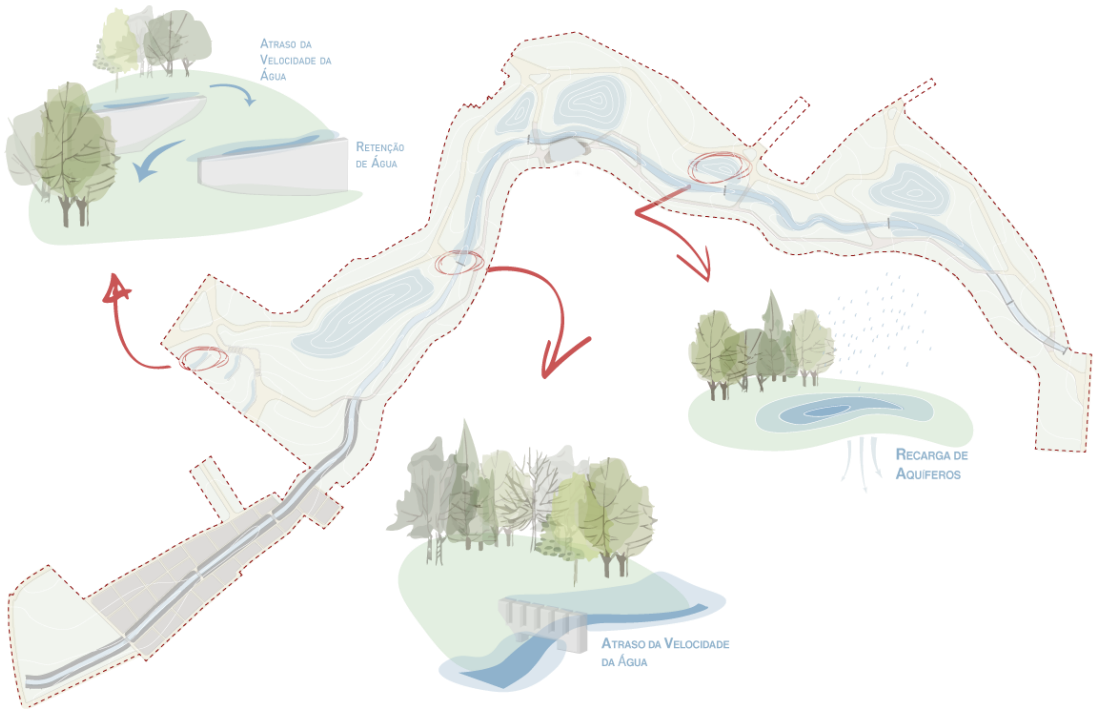


Figura 42 - Reação do parque em cenário de cheia | Fonte: João Soares

Nenhum destes elementos, isoladamente, resolveria a vulnerabilidade identificada, contudo com esta distribuição ao longo do corredor, reduz-se a pressão sobre o troço terminal.

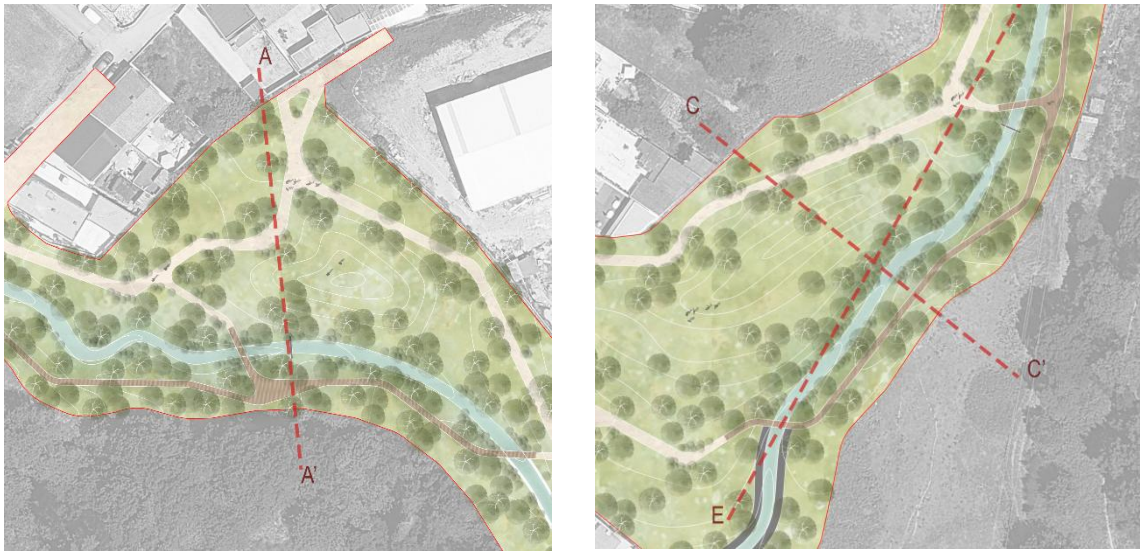


Figura 43 - Localização aproximada do corte A-A' e C-C' | Fonte: João Soares

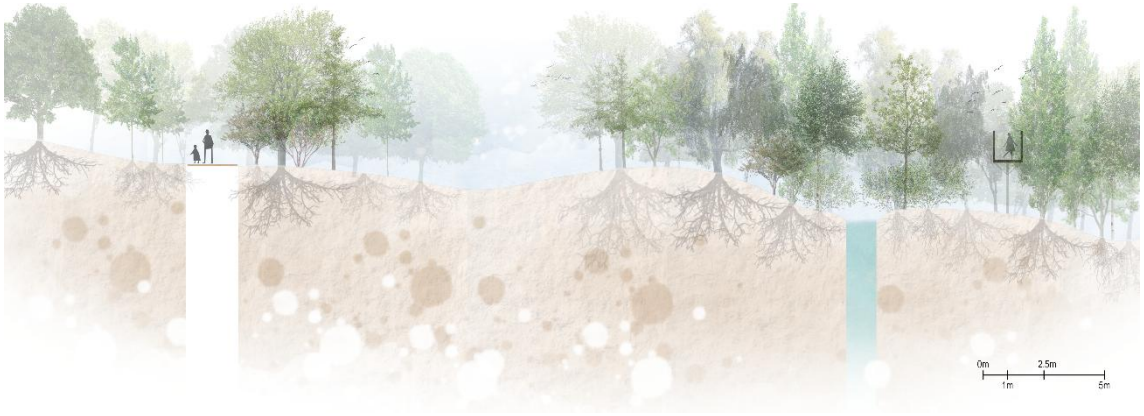


Figura 44 - Corte Transversal C-C', zona de talude inclinado, galeria ripícola e bacia de retenção | Fonte: João Soares



Figura 45 - Corte Transversal A-A', dique, galeria ripícola e bacia de retenção | Fonte: João Soares

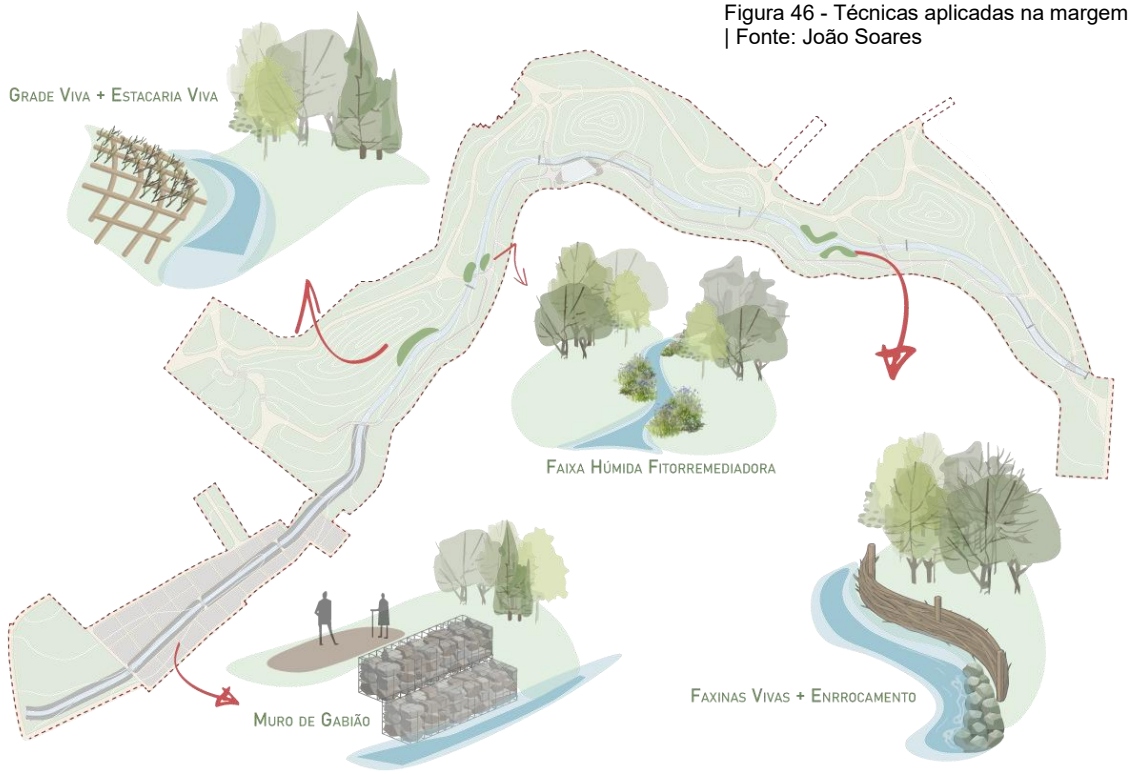
5.3. Técnicas de estabilização e tratamento de margens

A par da resposta hidráulica descrita em 5.2, a proposta apresenta um conjunto de técnicas de bioengenharia para a estabilização e o tratamento das margens, ilustradas em conjunto na Figura 46. Estas técnicas seguem o princípio da engenharia natural, combinando diferentes soluções consoante a condição específica de cada troço da margem.

Nas zonas criadas pela remeandrização do traçado, onde a tensão de corte sobre as margens é maior, a proposta recorre a faxinas vivas e enrocamento de pedra para controlar a erosão do solo, reduzindo a velocidade da água nestes pontos críticos sem recorrer a soluções de contenção rígida.

Nos taludes de maior inclinação, resultantes da modelação do terreno necessária para acomodar as bacias de retenção e os percursos propostos, a proposta combina duas técnicas diferentes: uma grade viva para reter o solo e favorecer a infiltração, e, no seu interior, estacaria viva, que desenvolve um sistema radicular capaz de reforçar a coesão do solo em profundidade. As espécies do género *Salix*, presentes na paleta vegetal proposta para a galeria ripícola, são particularmente adequadas a esta função, dada a sua capacidade de enraizamento a partir de estacas.

Figura 46 - Técnicas aplicadas na margem | Fonte: João Soares



Na zona das hortas comunitárias (que será desenvolvida em 5.4), procurou-se manter um espaço plano adequado à prática agrícola, e a contenção da margem recorreu a um muro de gabião, que apesar de ser uma solução mais rígida do que as restantes, é uma solução permeável e drenante, adequada à necessidade de estabilidade constante que o uso agrícola exige.

Por fim, junto aos diques, os pontos do corredor, à partida com maior volume e permanência de água, a proposta introduz zonas de vegetação herbácea com função de fitorremediação. A opção responde a duas pressões de contaminação difusa identificadas na Análise: a deposição de partículas associadas ao tráfego intenso das vias envolventes, que mesmo sem um escoamento direto confirmado para a ribeira, pode alcançar o canal por arrastamento superficial ou deposição atmosférica; e, de forma mais concreta, dada a atividade agrícola já identificada nas margens (4.4), o uso de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos que a irrigação e a chuva podem conduzir até à linha de água. A seleção destas espécies e a sua associação aos diferentes mecanismos de fitotecnologia seguem os princípios discutidos no capítulo 3.6, sendo aqui entendidas como uma estratégia potencial de tratamento da água, cuja eficácia no local deverá ser posteriormente avaliada através de monitorização específica. Em conjunto, estas quatro estratégias procuram adequar a solução construtiva à condição específica de cada troço da margem, em vez de aplicar uma resposta uniforme a todo o corredor.

5.4. Programa e organização espacial

A organização espacial do parque concretiza o princípio da continuidade social onde o objetivo foi aproveitar as dinâmicas já existentes no corredor, e com a proposta formalizar e qualificar esses usos informais que foram identificados na Análise, integrando-os numa rede de percursos e espaços de permanência.

A generalidade dos percursos segue o paradigma da mobilidade suave, garantindo acessibilidade universal ao longo do corredor. Num único ponto, a inclinação acentuada do terreno existente impôs a criação de uma escadaria, solução que não é acessível para todos os utilizadores, mas que, a proposta inclui um percurso alternativo, mais longo ligando os mesmos pontos.

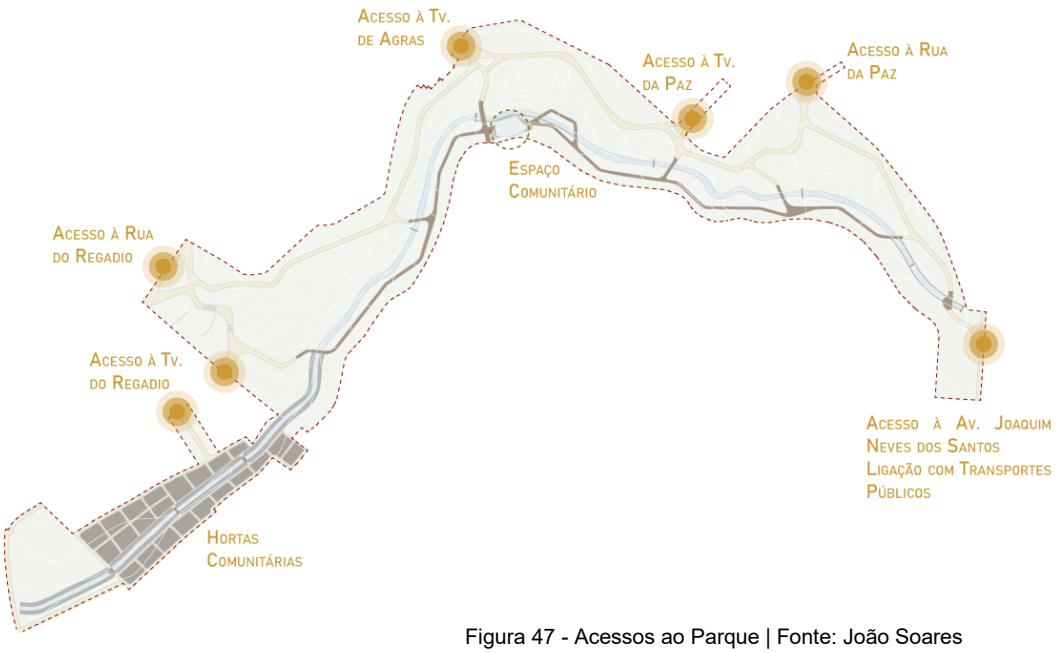


Figura 47 - Acessos ao Parque | Fonte: João Soares

Junto à ribeira, o percurso principal desenvolve-se através de passadiços elevados, que atravessam o interior da galeria ripícola. Esta solução permite aproximar as pessoas da água mesmo em cenários de cheia, sem comprometer a sua segurança, enquanto que cria uma experiência de circulação pelo interior de uma galeria ripícola.

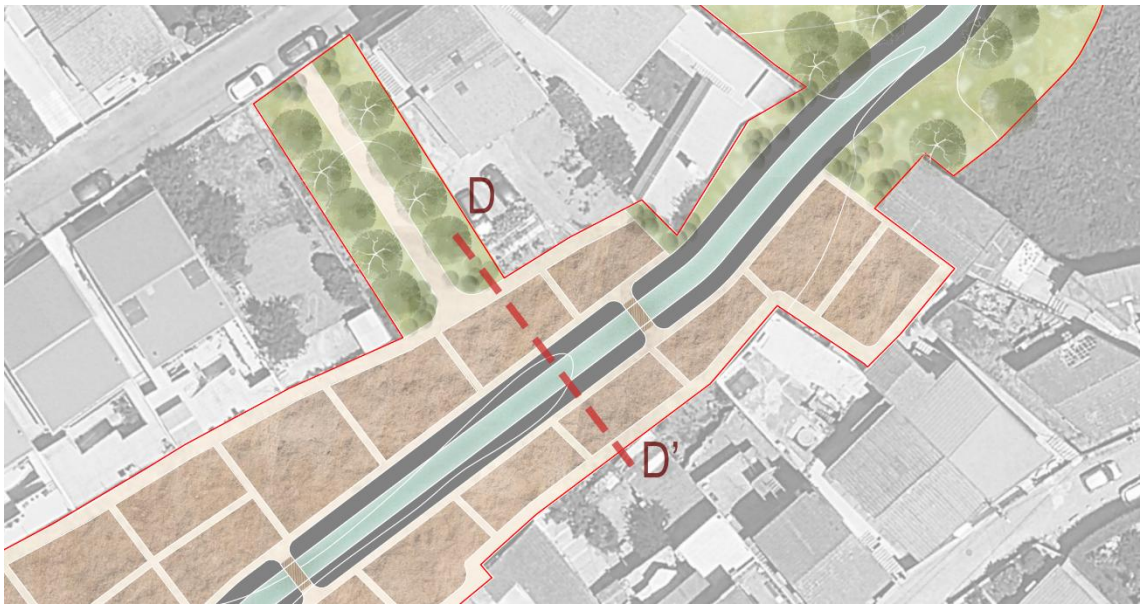


Figura 48 - Localização aproximada do corte D-D' | Fonte: João Soares

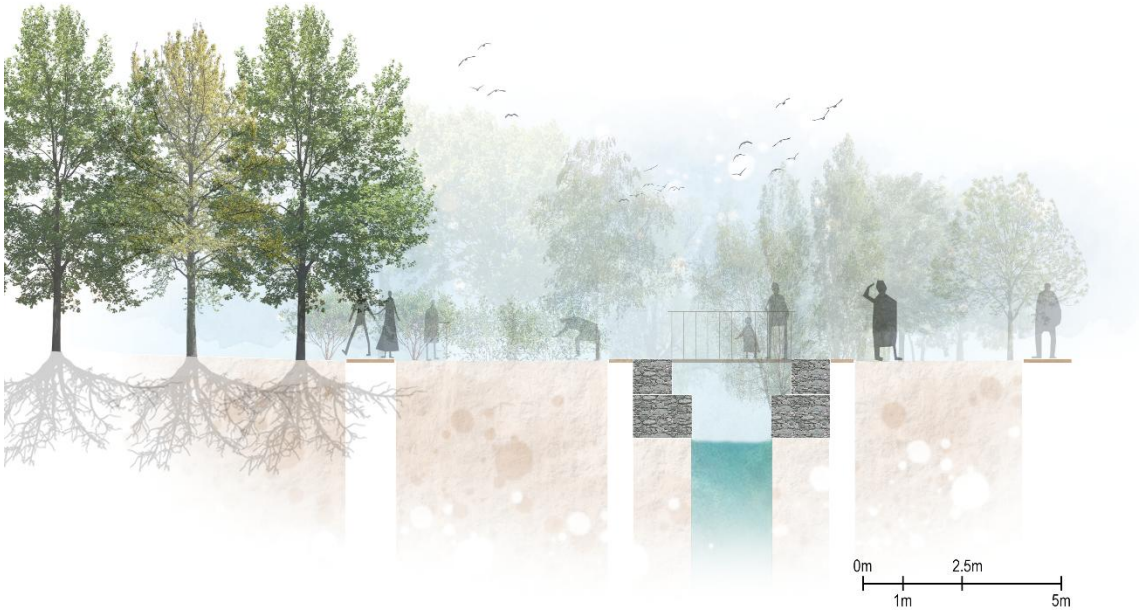


Figura 49 - Corte Transversal D-D', hortas comunitárias | Fonte: João Soares

Na zona onde ocorreram os aterros sucessivos e o processo de reconversão urbanística, a proposta cria um espaço de hortas comunitárias, com a ribeira a atravessar o centro a céu aberto, contida lateralmente por muro de gabião. Esta solução mantém um espaço plano adequado à prática agrícola, dando continuidade à relação de proximidade que a população local já mantém com o corredor, e introduz um fator de dinamismo social que reforça a apropriação do espaço.

Complementando as hortas, a proposta reconverte uma estrutura existente junto à ribeira num espaço comunitário. O objetivo é dinamizar atividades com a população local, como workshops sobre ambiente, práticas agrícolas tradicionais, a galeria ripícola e o ciclo da água, e ações de sensibilização ambiental dirigidas a todas as idades. Este espaço procura ainda ser um ponto de encontro intergeracional, onde os mais velhos possam transmitir conhecimento e experiências aos mais novos. A proximidade às hortas comunitárias e ao percurso dos passadiços permite que estas atividades se prolonguem numa componente prática, com os participantes a experimentar diretamente algumas das práticas discutidas nos workshops.

5.5. Proposta de Plantação

A proposta de plantação segue a mesma lógica das restantes componentes do projeto e concretiza, em conjunto, os princípios da engenharia natural e da

proporcionalidade hidromorfológica, além do quarto critério de 3.8.4 (adequar a composição vegetal aos objetivos ecológicos e paisagísticos da intervenção).

A proposta tem valor de estudo prévio, como referido anteriormente, portanto nesta fase, foi pensada a estrutura, a composição por estrato e o critério de zonamento, mas a seleção definitiva de exemplares, o compasso exato e o faseamento de plantação são matéria de projeto de execução, a desenvolver numa fase posterior. Esta nota não retira rigor à proposta, mas reflete o grau de detalhe adequado à fase em que o projeto se encontra.

A paleta vegetal está organizada segundo as unidades compositivas do Plano Geral (Figura 39): a Galeria Ripícola (GR), que acompanha o leito e as margens imediatas; os Maciços Arbóreo-Arbustivos (MAA), que constroem uma orla e criam as barreiras visuais face às construções e terrenos agrícolas adjacentes; as Árvores de Pontuação (AP) e as Árvores de Alinhamento (AA), que acompanham os percursos e os espaços de estadia; e a vegetação herbácea junto aos diques, com função de fitorremediação.

Ao longo do leito e das margens imediatas, temos a Galeria Ripícola segue uma zonação pensada, ou seja, em contacto direto com a água, amieiro (*Alnus glutinosa*), vidoeiro (*Betula celtiberica*) e as diferentes espécies do género *Salix* (*S. alba*, *S. atrocinerea*), com maior tolerância à submersão e, no caso dos salgueiros, a aptidão para estacaria viva; nas cotas ligeiramente mais altas, freixo (*Fraxinus angustifolia*), aveleira (*Corylus avellana*) e choupos (*Populus alba*, *Populus nigra*).

Os Maciços Arbóreo-Arbustivos combinam espécies de maior porte como carvalho-alvarinho (*Quercus robur*), sobreiro (*Quercus suber*) e bordo (*Acer campestre*, *Acer monspessulanum*) com um estrato arbustivo de medronheiros (*Arbutus unedo*), pilriteiro (*Crataegus monogyna*), sanguinho-de-água (*Frangula alnus*), sabugueiro (*Sambucus nigra*), folhado (*Viburnum tinus*) e loureiro (*Laurus nobilis*).

As Árvores de Pontuação e de Alinhamento, junto aos percursos e aos espaços de estadia, retomam a função de conforto climático como abordado no subcapítulo 3.7 (sombra nos pontos de permanência e proteção do vento nos troços mais expostos) através de espécies como o azevinho (*Ilex aquifolium*) e o loureiro-português (*Prunus lusitanica*).

Nos espaços de clareira e nas margens dos percursos, uma mistura de sementes de prado florido, composta predominantemente por gramíneas do género *Festuca*, com

uma pequena percentagem de flores compostas, substitui o relvado convencional por um estrato herbáceo de menor manutenção e maior valor ecológico.

Junto aos diques descritos anteriormente, onde, à partida, se concentra o maior volume e permanência de água, a vegetação herbácea assume a função de fitorremediação, com espécies como *Iris pseudacorus*, *Carex pendula*, *Juncus effusus* e *Lythrum salicaria*, selecionadas em função dos mecanismos de fitotecnologia e das funções de tratamento discutidos no capítulo 3.6.

A representação do mesmo corte em três momentos de evolução temporal (Ano 5, Ano 10 e Ano 20) ilustra como esta lógica de plantação se traduz na experiência do parque ao longo do tempo.

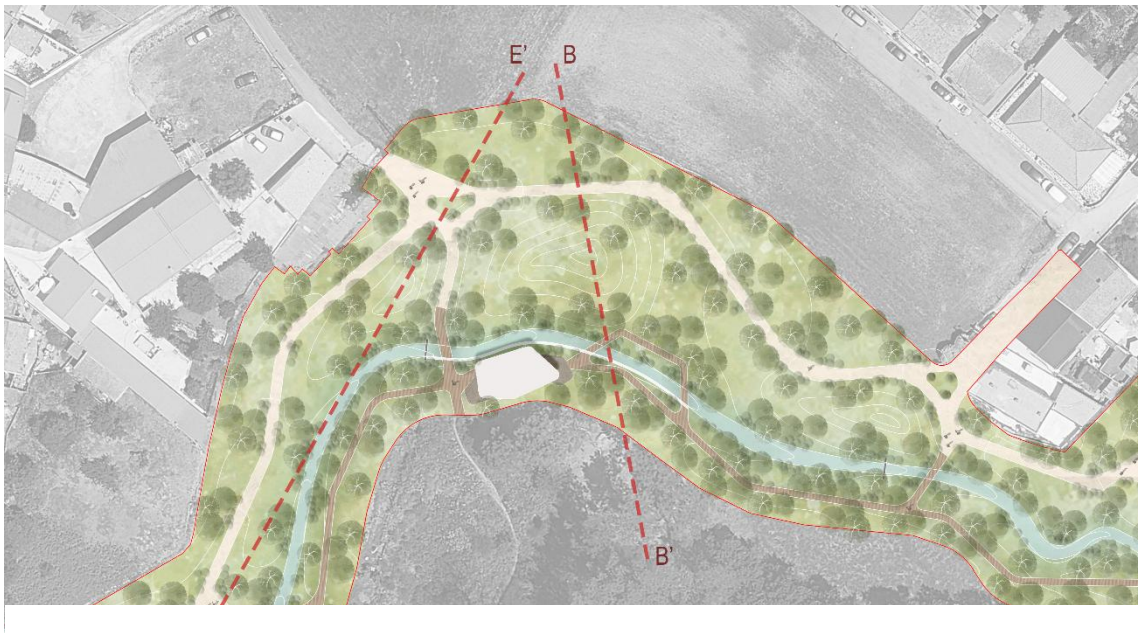


Figura 50 - Localização aproximada do corte B-B' | Fonte: João Soares



Figura 51 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 5.º ano | Fonte: João Soares



Figura 52 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 10.º ano | Fonte: João Soares



Figura 53 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 20.º ano | Fonte: João Soares

Aos 5 anos (Figura 51), o espaço da galeria ripícola já ganhou alguma estrutura, mas a vegetação ainda em fase de estabelecimento oferece pouca cobertura sobre os passadiços. Aos 10 anos (Figura 52), as espécies arbóreas e arbustivas de crescimento mais rápido começam a fechar o coberto. Aos 20 anos (Figura 53), o percurso é envolvido pela copa das árvores, aproximando-se da experiência de circulação sob coberto que se pretende para o corredor maturo.

Em conjunto, a proposta de plantação articula a recuperação da galeria ripícola, a contenção progressiva das espécies exóticas invasoras, a estabilização das margens e a criação de condições de tratamento natural da água, traduzindo a estrutura vegetal numa componente funcional e não apenas compositiva do parque.

6. Conclusão

6.1. Síntese Crítica: coerência entre diagnóstico e proposta

Este relatório partiu de um problema concreto: a Ribeira de Linhares, um curso de água urbano de pequena dimensão, reduzido ao longo de décadas a um espaço residual entre construções informais, sujeito a instabilidade hidráulica, contaminação difusa e perda quase total da sua função ecológica. O percurso desenvolvido, desde a prática profissional na Neoturf, à revisão de literatura sobre soluções de base natural e ao diagnóstico territorial sustentado em SIG, teve como propósito último verificar se este quadro de degradação, comum a tantos cursos de água urbanos portugueses, podia ser revertido através de uma proposta que tratasse a água como elemento estruturante do espaço público, e não como um problema a esconder ou a canalizar.

A proposta de Parque Ribeirinho desenvolvida no capítulo 5 procura responder a este desafio através de uma lógica de integração, e não de sobreposição de soluções isoladas. A retenção distribuída ao longo do corredor absorve o essencial do risco hidráulico identificado no diagnóstico sem recorrer a uma infraestrutura de grande dimensão; a estabilização de margens com técnicas de engenharia natural devolve estrutura ao leito sem interromper os processos ecológicos que se pretende recuperar; a faixa fitorremediadora responde a uma fonte de pressão sobre a qualidade da água que o próprio diagnóstico identificou como não resolvida por nenhum instrumento de gestão territorial em vigor; e os percursos e as hortas comunitárias formalizam uma relação de uso informal que já existia, em vez de a substituir por um desenho alheio às dinâmicas locais. É precisamente nesta capacidade de fazer convergir, num só desenho, a resposta a um risco técnico documentado e a uma procura social já identificada, que reside o contributo mais relevante deste trabalho: a demonstração, ao nível de estudo prévio, de que uma alternativa de base ecológica pode constituir uma resposta espacialmente e tecnicamente coerente com as condicionantes identificadas do local.

A proposta reconhece ainda, desde o enquadramento inicial, que a Ribeira de Linhares não pode ser lida como um sistema isolado: a sua posição na bacia do Leça coloca-a numa relação direta com o Corredor Verde do Leça, e o desenho do parque foi concebido de forma consistente com essa vocação de conectividade, ainda que a sua concretização plena, a essa escala metropolitana, extravase o âmbito de um projeto de intervenção pontual, um ponto que se retoma nas perspetivas futuras.

Em conjunto, os capítulos anteriores sustentam que uma intervenção baseada em soluções de base natural, ancorada num diagnóstico biofísico e legal rigoroso, consegue responder de forma simultânea a exigências que a prática convencional tende a tratar em separado, tais como, a segurança hidráulica, a qualidade ecológica e a legitimidade social do espaço público. As secções seguintes discutem, de forma honesta, os limites deste percurso e os caminhos que ficam em aberto para o desenvolver.

6.2. Limitações

Apesar da coerência conceptual da proposta, o seu desenvolvimento decorreu dentro de constrangimentos reais, sobretudo ao nível do acesso a dados e do trabalho de campo, que importa reconhecer com honestidade, na medida em que estes marcam a fronteira entre o nível de definição adequado a um relatório de estágio e o nível de detalhe próprio de um projeto de execução.

Em primeiro lugar, o diagnóstico reunido no capítulo 4 apoia-se sobretudo em fontes secundárias de escala geral ou estratégica, como cartografia histórica da CMM, dados do PDM, da REN, do PGRH e do PGRI, e informação hidrográfica da APA/SNIAmb. Estas fontes foram suficientes para estabelecer o enquadramento territorial e legal da área de intervenção, mas a sua escala não permite a precisão que um projeto de execução exigiria; uma campanha de levantamento dedicada à área de intervenção, mais específica do que a informação de escala municipal ou de bacia disponível, teria permitido uma caracterização mais fina do local.

Em segundo lugar, não existia cartografia disponível que delimitasse especificamente o leito de cheia da Ribeira de Linhares, ou seja, a extensão efetivamente ocupada pelas águas em episódios de cheia. Por essa razão, a análise e a proposta apoiam-se, ao longo de todo o relatório, na faixa de domínio público hídrico como delimitação de referência para identificar construções e usos em situação de risco. Esta opção metodológica foi a mais rigorosa possível com os dados disponíveis, mas não é equivalente: a faixa de proteção de 10 metros do DPH resulta de uma classificação legal, e não de uma medição hidráulica do risco de inundação, pelo que essa identificação poderia ganhar precisão com um levantamento ou uma modelação dedicada ao leito de cheia.

Em terceiro lugar, a resposta hidráulica da proposta foi dimensionada a partir dos caudais de ponta de cheia identificados em 4.2, mas esta correspondência não constitui

uma validação hidrológica fechada, na medida em que não foi confrontada com um hidrograma de projeto. Os valores utilizados dão uma ordem de grandeza da resposta que o parque introduz face ao regime de cheias documentado, mas essa validação mais rigorosa fica por fazer.

Em quarto lugar, o critério utilizado em 5.3 para distinguir as margens onde basta uma solução puramente vegetal das margens que exigem uma técnica mista com pedra assenta em critérios qualitativos discutidos na literatura de engenharia natural, e não num valor de potência hidráulica calculado especificamente para cada troço da Ribeira de Linhares, uma vez que não existiam dados que permitissem esse cálculo. A decisão de projeto é, por isso, sustentada, mas não verificada quantitativamente.

Nenhuma destas limitações compromete a coerência da proposta ao nível conceptual em que este relatório se posiciona, mas assinalam com clareza os pontos em que um desenvolvimento posterior, apoiado em dados mais específicos, permitiria consolidar e afinar as decisões aqui tomadas.

6.3. Perspetivas futuras

As limitações identificadas na secção anterior abrem um conjunto de linhas de desenvolvimento que vão além do âmbito deste relatório, e que dão continuidade natural à proposta aqui apresentada. Organizam-se em três frentes: o aprofundamento técnico da proposta, a gestão ativa da vegetação ao longo do tempo, e a articulação da intervenção com a escala metropolitana.

6.3.1. Aprofundamento técnico da proposta

A resposta hidráulica e as soluções de estabilização de margens desenvolvidas no capítulo 5 assentam em critérios sólidos, mas ainda não verificados com o rigor de um projeto de execução. Um passo futuro natural é o desenvolvimento de um levantamento topográfico e hidráulico dedicado à área de intervenção, que permita confrontar a capacidade de retenção proposta com um hidrograma de projeto e fechar a validação hidrológica. O mesmo levantamento permitiria também calcular a potência hidráulica de cada troço de margem, substituindo o critério qualitativo utilizado em 5.3 por um dimensionamento específico das técnicas de bioengenharia a aplicar em cada segmento.

6.3.2. Gestão ativa da vegetação e controlo de invasoras

A proposta de plantação define a estratégia de recuperação da galeria ripícola e o controlo das espécies invasoras presentes no corredor, mas a sua concretização depende de um acompanhamento que ultrapassa o momento da implantação. O controlo de invasoras, em particular, não se resolve numa intervenção pontual, exigindo um plano de gestão faseado ao longo dos primeiros anos, com monitorização do sucesso de instalação da vegetação autóctone e reintervenção sempre que necessário. A definição desse plano de gestão constitui um desenvolvimento futuro relevante, complementar ao desenho aqui proposto.

6.3.3. Articulação com a escala metropolitana

Como referido no enquadramento inicial deste relatório, a Ribeira de Linhares ocupa uma posição estratégica relativamente ao Corredor Verde do Leça, e a proposta foi desenhada de forma consistente com essa vocação de conectividade ecológica e social. O que fica por fazer é a articulação operacional dessa vocação com os instrumentos de planeamento que tratam a infraestrutura verde à escala da bacia hidrográfica e da Área Metropolitana do Porto. Confrontar a proposta aqui desenvolvida com esse quadro mais alargado permitiria verificar de que forma o Parque Ribeirinho da Ribeira de Linhares se pode efetivamente inserir numa estratégia de conectividade ecológica a essa escala.

Referências Bibliográficas

1. Ahern, J. (1995). Greenways as a planning strategy. *Landscape and Urban Planning, 33*(1–3), 131–155.
2. Alves, A. J. M. (2016). *A infraestrutura verde como estratégia de integração das AUGI na paisagem da UOPG 2 de Matosinhos* [Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto].
3. American Rivers. (2011). *Daylighting streams: Breathing life into urban streams*.
4. Blau, M. L., Luz, F., & Panagopoulos, T. (2018). Urban river recovery inspired by nature-based solutions and biophilic design in Albufeira, Portugal. *Land, 7*(4), 141. https://doi.org/10.3390/land7040141
5. Booth, D. B., et al. (2016). Global perspectives on the urban stream syndrome. *Freshwater Science, 35*(1), 412–420.
6. Brown, R. D., & Gillespie, T. J. (1995). *Microclimatic landscape design: Creating thermal comfort and energy efficiency*. John Wiley & Sons.
7. Calapez, A. R., et al. (2021). Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem functions and services. *Water*.
8. Carbonari, C., & Solari, L. (2025). Riverscape nature-based solutions and river restoration: Common points and differences. *Sustainability, 17*(13), 6108.
9. Christopher, N., Vachette, A., Horne, A., & Kosovac, A. (2024). Enhancing river floodplain management with nature-based solutions: Overcoming barriers and harnessing enablers. *WIREs Water, 11*(4), e1723.
10. Ferreira, C. S. S., Kasanin-Grubin, M., Solomun, M. K., Sushkova, S., Minkina, T., Zhao, W., & Kalantari, Z. (2023). Wetlands as nature-based solutions for water management in different environments. *Current Opinion in Environmental Science & Health, 33*, 100476. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2023.100476
11. Fischenich, C. (2001). *Stability thresholds for stream restoration materials* (ERDC TN-EMRRP-SR-29). U.S. Army Engineer Research and Development Center.
12. Forman, R. T. T. (1995). *Land mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press.
13. Gehl, J. (2011). *Life between buildings: Using public space*. Island Press.
14. Georgi, J. N., Belstou, A., & Stathakopoulos, I. (2001, julho 26–29). *Landscape design for Egnatia Highway, an infrastructure project in Northern Greece* [Comunicação]. 38th IFLA World Congress, Singapura.
15. Giberti, V., Santomauro, M., & Palermo Arce, M. (2024). *Criteria for the selection of nature-based solutions (NbS) for the management of urban green spaces in Latin American developing countries* (Special Publication Series No. 14). International Association for Impact Assessment.
16. González del Tánago, M., & García de Jalón, D. (2001). *Restauración de ríos y riberas*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, Universidad Politécnica de Madrid.
17. Gu, J.-Y., Lee, J.-W., Lee, S.-W., Park, Y., & Park, S.-R. (2025). Enhancing stream ecosystems through riparian vegetation management. *Land, 14*(6), 1248. https://doi.org/10.3390/land14061248
18. Kabisch, N., Frantzeskaki, N., & Hansen, R. (2022). Principles for urban nature-based solutions. *Ambio, 51*(6), 1388–1401. https://doi.org/10.1007/s13280-021-01685-w

19. Kennen, K., & Kirkwood, N. (2015). *Phyto: Principles and resources for site remediation and landscape design*. Routledge.
20. Komínková, D. (2012). The urban stream syndrome — A mini-review. *The Open Environmental & Biological Monitoring Journal, 5*, 24–29.
21. Lee, J., Kweon, B.-S., Ellis, C. D., & Lee, S.-W. (2020). Assessing the social value of ecosystem services for resilient riparian greenway planning and management in an urban community. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 17*(9), 3261. https://doi.org/10.3390/ijerph17093261
22. Lynch, K. (1960). *The image of the city*. MIT Press.
23. Muhar, S., Poppe, M., Egger, G., Schmutz, S., & Melcher, A. (2018). Restoration of riverine ecosystems. In S. Schmutz & J. Sendzimir (Eds.), *Riverine ecosystem management: Science for governing towards a sustainable future* (pp. 273–294). Springer Open.
24. Naiman, R. J., Décamps, H., & McClain, M. E. (2005). *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Elsevier Academic Press.
25. Palmer, M. A., Hondula, K. L., & Koch, B. J. (2014). Ecological restoration of streams and rivers: Shifting strategies and shifting goals. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 45*, 247–269.
26. Pan, B., Yuan, J., Zhang, X., Wang, Z., Lu, J., Yang, W., Chen, J., Li, Z., Zhao, N., & Xu, M. (2016). A review of ecological restoration techniques in fluvial rivers. *International Journal of Sediment Research, 31*(2), 110–119. https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2016.03.001
27. Petts, G. E., & Amoros, C. (1996). *Fluvial hydrosystems*. Chapman & Hall.
28. Polster, D. F. (2002). *Soil bioengineering techniques for riparian restoration*. Proceedings of the 26th Annual British Columbia Mine Reclamation Symposium, Dawson Creek, BC.
29. Rashetnia, S., Sharma, A. K., Ladson, A. R., Browne, D., & Yaghoubi, E. (2025). A scoping review on water sensitive urban design aims and achievements. *Water, 17*(6), 899.
30. Rogers, D. (2023). *Reclaiming the blue vague: Activating urban waterways to create a sense of place* [Tese de doutoramento, Swinburne University of Technology].
31. Schmutz, S., & Sendzimir, J. (Eds.). (2018). *Riverine ecosystem management: Science for governing towards a sustainable future*. Springer Open.
32. Senra da Silva, B. M. (2022). *Projeto de execução para o Parque Ribeirinho de Vila do Conde* [Relatório de estágio de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto].
33. Silva, R. P. (2025). *A matriz paisagística da Póvoa de Varzim como base para a adaptação do território às alterações climáticas. Caso de estudo — o projeto Bosques pelo Clima* [Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto].
34. Somarakis, G., Stagakis, S., & Chrysoulakis, N. (Eds.). (2019). *ThinkNature nature-based solutions handbook*. Projeto ThinkNature, Horizonte 2020.
35. Souliotis, I., & Voulvoulis, N. (2022). Operationalising nature-based solutions for the design of water management interventions. *Nature-Based Solutions, 2*, 100015.
36. Turner, M. G., Gardner, R. H., & O'Neill, R. V. (2001). *Landscape ecology in theory and practice*. Springer.

37. Walsh, C. J., et al. (2005). The urban stream syndrome: Current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society, 24*(3), 706–723.
38. Wantzen, K. M., et al. (2022). Back to the surface — Daylighting urban streams in a Global North–South comparison. *Frontiers in Ecology and Evolution*.
39. World Bank. (2021). *A catalogue of nature-based solutions for urban resilience*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank.
40. Yocom, K. (2014). Building watershed narratives: An approach for broadcasting the scope of success in urban stream restoration. *Landscape Research*.
41. Zahn, E., et al. (2021). The hydrological urban heat island: Determinants of acute and chronic heat stress in urban streams. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*.
42. Zerega, A., Simões, N. E., & Feio, M. J. (2021). How to improve the biological quality of urban streams? Reviewing the effect of hydromorphological alterations and rehabilitation measures on benthic invertebrates. *Water, 13*(15), 2087.
43. Zevenbergen, C., et al. (2010). *Urban flood management*. CRC Press.
44. Zhang, L., et al. (2025). Ecological flow-driven multifunctionality: A nature-based solutions framework for urban ecological corridor planning. *Ecological Indicators*.

Anexo I - Atividades Desenvolvidas ao Longo do Estágio

O estágio na Neoturf, que decorreu entre janeiro e jullho de 2026, consistiu na participação em nove projetos de arquitetura paisagista, maioritariamente associados a empreendimentos residenciais,em diferentes fases de desenvolvimento. Em alguns casos, houve também da necessidade de rever propostas já entregues, sempre que a arquitetura de base sofria alterações posteriores. Esta diversidade proporcionou um contacto direto com diferentes etapas e escalas de intervenção, complementado por outras atividades transversais ao funcionamento da empresa.

As atividades desenvolvidas podem ser organizadas em cinco áreas complementares.

Conceção e desenvolvimento de projeto

A produção de peças técnicas, nomeadamente memórias descritivas, plantas e pormenores construtivos, foi a atividade mais transversal ao período de estágio, desenvolvida sobretudo em fases de licenciamento e de execução dos projetos residenciais acompanhados. Foi no último projeto em que participei, uma moradia, que acompanhei o processo de forma mais completa, desde o estudo conceptual até à fase de execução.

No projeto da Ribeira de Linhares, em particular, o meu papel foi sobretudo técnico e investigativo, centrado na pesquisa e fundamentação de soluções de engenharia natural para a estabilização de margens e mitigação da poluição, bem como no estudo de espécies fitorremediadoras para a bacia de retenção prevista pela COGEDIR, trabalho que acabou por dar origem à proposta desenvolvida no capítulo 5 deste relatório.

Acompanhamento de obra

O estágio incluiu o acompanhamento de obra em diferentes projetos, o que me permitiu compreender de forma direta a articulação entre a equipa de projeto e a equipa de execução, e observar as adaptações que a realidade do terreno impõe face ao que fica definido em projeto.

Manutenção e comportamento das soluções projetadas

Acompanhei ainda a manutenção de um espaço construído pela própria Neoturf, o que permitiu observar o comportamento das soluções vegetais e construtivas ao longo do tempo, para além do momento da entrega da obra.

Diagnóstico fitossanitário

Participei, com a Francisca, num levantamento fitossanitário no terreno, dedicado à identificação de sinais de doença, declínio ou instabilidade estrutural em exemplares arbóreos existentes — um tipo de diagnóstico que condiciona diretamente as decisões de manutenção, remoção ou integração da vegetação existente em projeto.

Dimensão orçamental e formação complementar

Tive ainda a oportunidade de passar um dia no departamento de orçamentação, onde acompanhei e experimentei a elaboração de orçamentos para clientes, o que me permitiu perceber melhor a dimensão económica que atravessa todo o processo de projeto, uma componente habitualmente pouco presente na formação académica, mas determinante para a viabilidade da prática profissional. Complementarmente, participei em duas ações de formação promovidas pela entidade de acolhimento: uma sobre produtos de rega da RainBird, e outra na Academia Landlab, sobre coberturas verdes, jardins verticais e outras soluções de infraestrutura verde construída.

Anexo II – Projeto da Neoturf para a Ribeira de Linhares, Matosinhos





1	13 jan 2026	Francisca P., Arq. Pais.	Paulo Fatela, Eng.	primeira entrada
versão	data	desenhou	validou geral	alterações

projeto: Ribeira de Linhares, Matosinhos	especialidade: Arquitetura Paisagista	data: 13-01-2026	
local: Rua da Azenhar Rua Campal, Porto	dono de obra: Câmara Municipal de Matosinhos	escala: 1/500	
designação: Plano de Trabalhos Preparatórios e Medidas Cautelares	fase: Projeto de Execução	versão: 1	
ficheiro: RLM_PEC-3_03_TPM.dwg	orientação:	desenho: 2.03	NEOTURF


LEGENDA
Árvores
Ac - Acer campestre, PAP 14/16, 8 unidades
Ag - Alnus glutinosa, PAP 10/12, 3 unidades
Bp - Betula pubescens, PAP 10/12, 32 unidades
Cb - Carpinus betulus, PAP 14/16, 12 unidades
Fa - Fraxinus angustifolia, PAP 10/12, 10 unidades
Pp - Pinus pinea, PAP 10/12, 5 unidades
Pa - Populus alba, PAP 12/14, 19 unidades
PnT - Populus nigra 'Italica', PAP 12/14, 28 unidades
Qr - Quercus robor, PAP 10/12, 25 unidades
Sa - Salix atrocinera, PAP x/x, 17 unidades
Um - Ulmus minor, PAP x/x, 10 unidades
Sub-árvores e Arbustos
Au - Arbutus unedo, alt. 1.20m a 1.40m, 32 unidades
Ca - Corylus avelana, V35Lt, 20 unidades
Cm - Crataegus monogyna, V2.5Lt, 27 unidades
Fa - Frangula alnus, V20Lt, 38 unidades
Il - Ilex aquifolium, alt. 1.0m a 1.20m, 11 unidades
Rp - Rhododendron ponticum, alt. X, 24 unidades
Rc - Rosa canina, AF(alvéolo florestal), 17 unidades
Sn - Sambucus nigra, V1Lt, 17 unidades
Ta - Tamarix africana, V5Lt, 5 unidades
Vt - Viburnum tinus, V2.5Lt, 32 unidades
Herbáceas
Cp - Carex pendula, V1.1Lt, 35 unidades
Ej - Equisetum japonica, alt. X, 17 unidades
Ip - Iris pseudacorus, V2.5Lt, 48 unidades
Je - Juncus effusus, V1Lt, 50 unidades
Ls - Lythrum salicaria, AF, 76 unidades
Ms - Mentha suaveolens, alt. X, 29 unidades
Rf - Ranunculus flammula, alt. X, 59 unidades
Sh - Scirpus holoschoenus, AF, 21 unidades
Tl - Typha latifolia, alt. X, 74 unidades
Sementeiras
Mistura de sementes biodiversa para prado de sequeiro, do tipo "Prado Médio - espécies perenes" do tipo Sementes de Portugal ou equivalente, incluindo carga e descarga, assim como todos os materiais e trabalhos necessários à sua correta execução, composto por:
Gramíneas (80%): Agropyrum ssp; Brachypodium phoenicoides; Briza Maxima; Dactylis glomerata; Festuca arundinacea; Phleum pratense; Stipa gigantea;
Flores (20%): Achillea ageratum; Agrimonia eupatoria; Allium ampeloprasum; Anthyllis vulneraria; Asphodelus fistulosus; Borago officinalis; Calamintha nepeta; Centaurium erythraea; Dipsacus comosus; Erophaca baetica; Foeniculum vulgare; Gladiolus italicus; Iris xiphium xiphium; Linum perenne; Lupinus luteus; Mantisalca salmantica; Marrubium vulgare; Matricaria chamomilla; Muscari comosum; Nepeta tuberosa; Nigella damascena; Origanum vulgare; Ornithogalum narbonense; Plantago lanceolata; Ruta chalepensis; Salvia sclareoides; Scabiosa atropurpurea; Stachys ocymastrum; Thymus vulgaris; Urginea maritima; Verbascum thapsus.
1 | 03 fev 2026 | Francisca P., Arq. Pais. | Paulo Palha, Eng. | primeira emissão
versão: | data: | desenhou: | coord. geral: | alterações:
projeto: Ribeira de Linhares, Matosinhos
especialidade: Arquitetura Paisagista
data: 03-02-2026
local:
requerente: Câmara Municipal de Matosinhos
escala: 1/500
designação: Plano de Plantação
fase: Projeto de Execução - WIP
versão: 1
referência: RLM_PE.D_2.07_PPL.dwg
orientação:
desenho: 2.07
NEOTURF

Anexo III – Elementos gráficos em formato ampliado

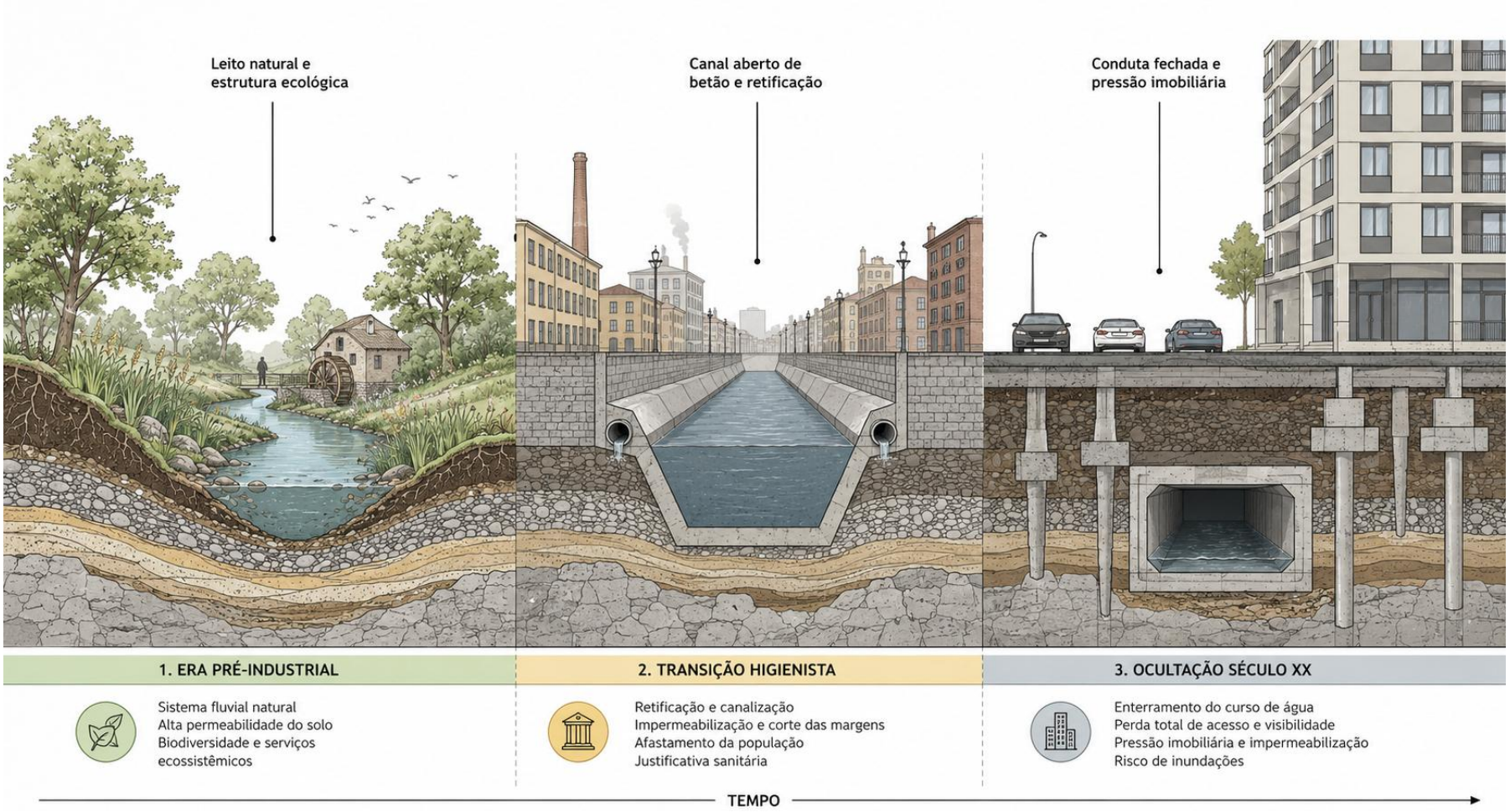


Figura III 1 - Corte transversal cronológico demonstrando o processo de artificialização e ocultação dos cursos de água urbanos, partindo do equilíbrio ecológico pré-industrial até ao enterramento e canalização sob a pressão imobiliária do século XX. | Fonte: João Soares + GPT Image 2



Figura III 2 - Mosaico da paisagem e estrutura nós/ligações | Fonte: João Soares + GPT Image 2

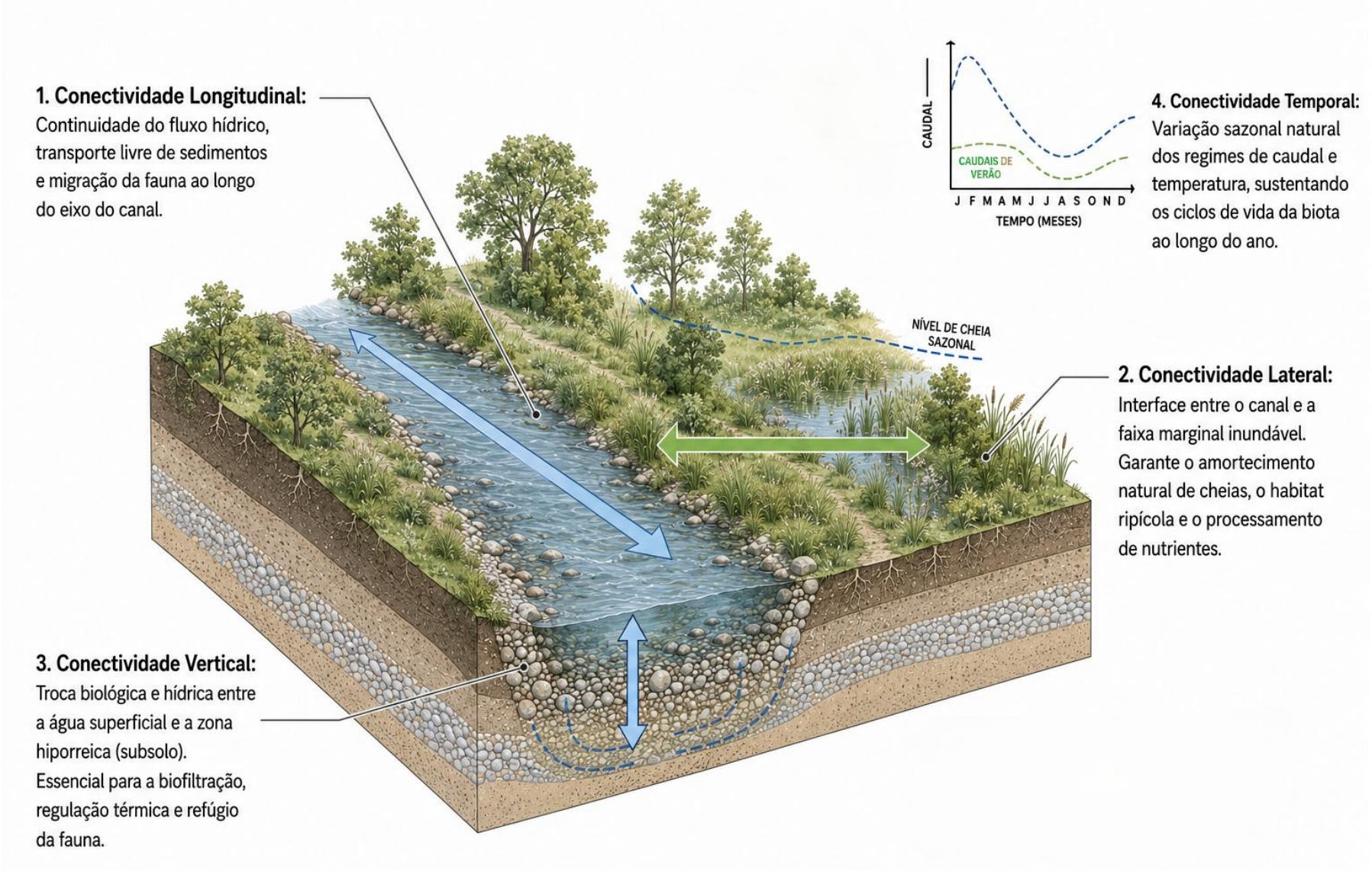


Figura III 3 - As quatro dimensões da conectividade fluvial (Schmutz & Sendzimir, 2018) | Fonte: João Soares + GPT Image 2

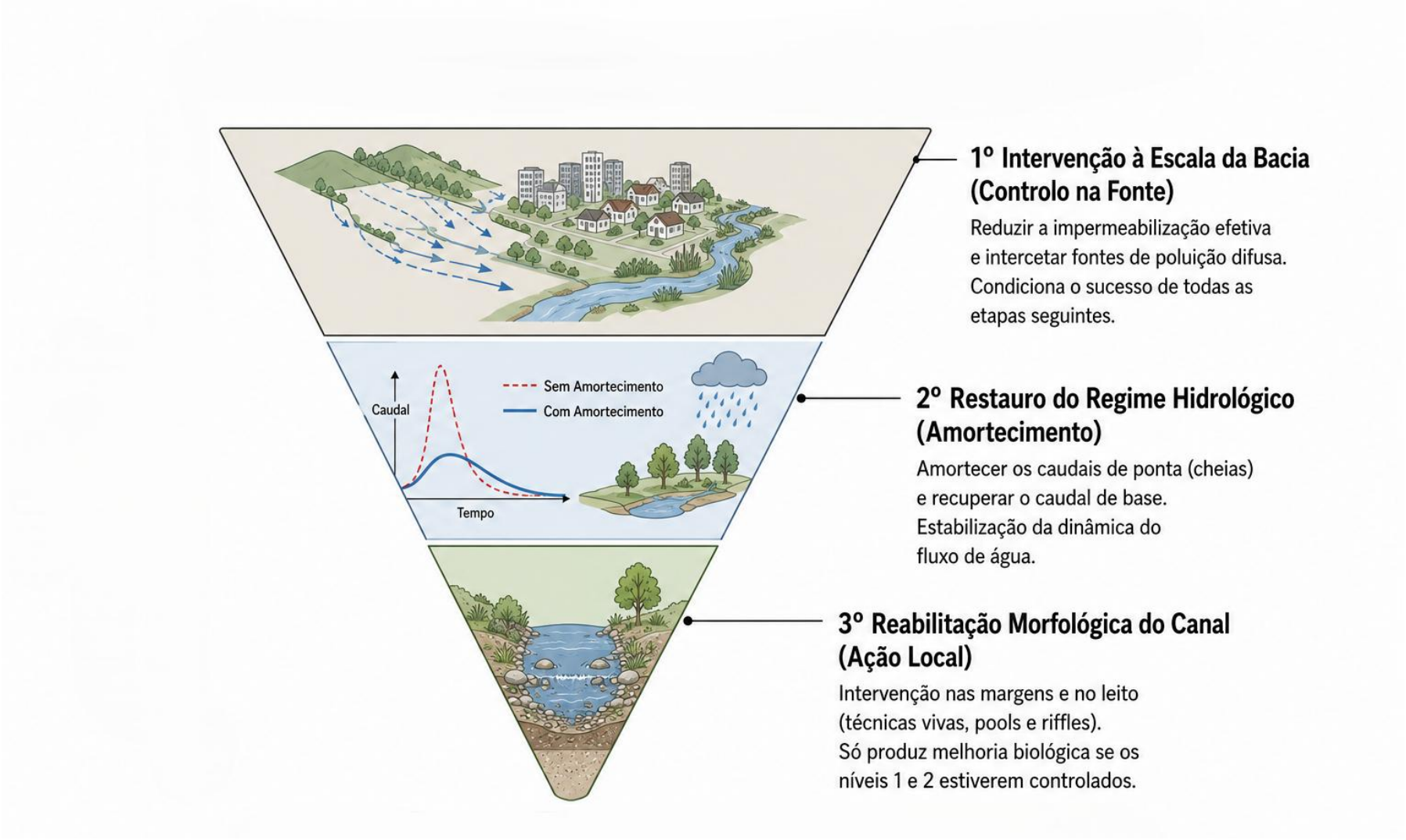


Figura III 4 - Diagrama ilustrativo da Hierarquia de Intervenção | Fonte: João Soares + GPT Image 2

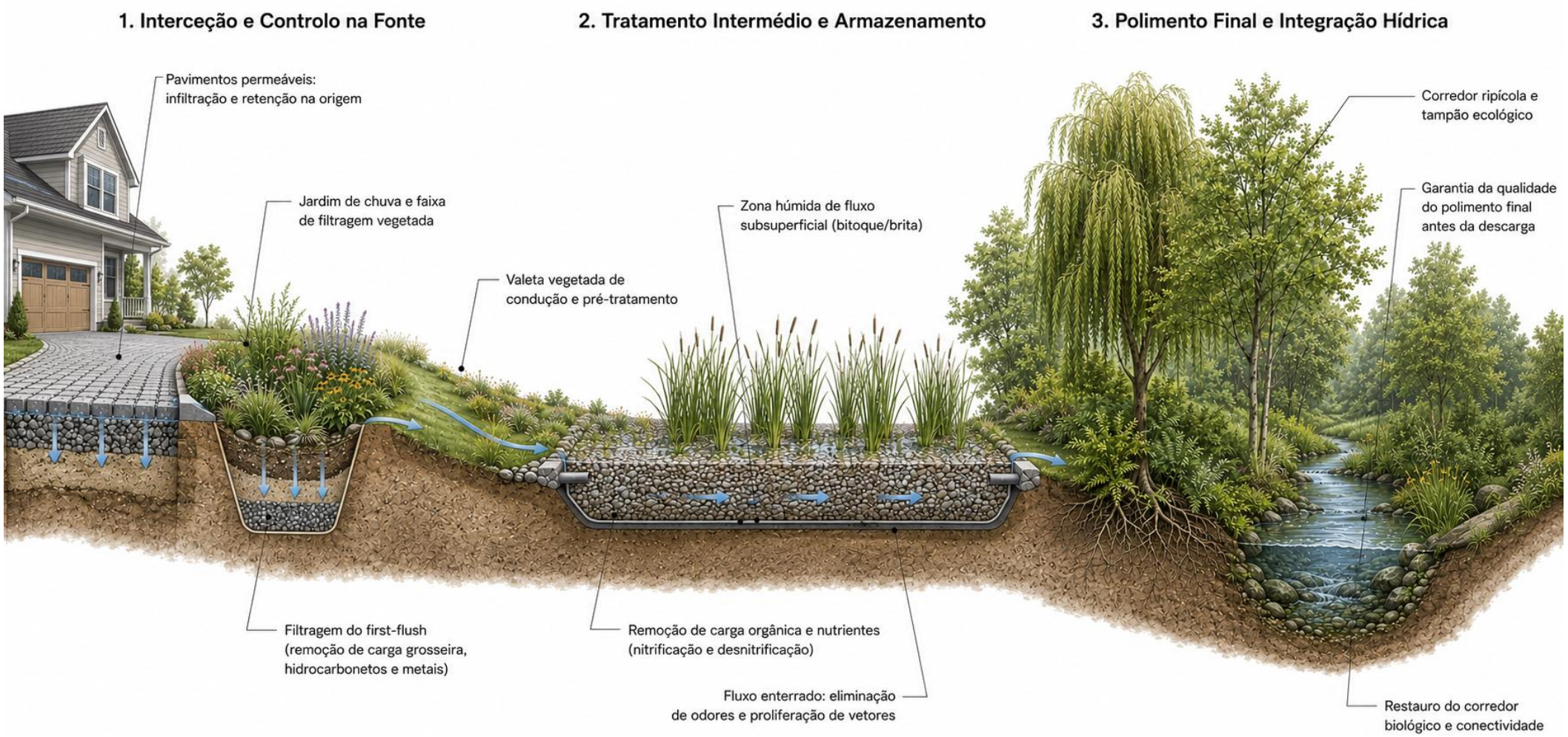


Figura III 5 - Sequência de fitodepuração (treatment train) | Fonte: João Soares + GPT Image 2

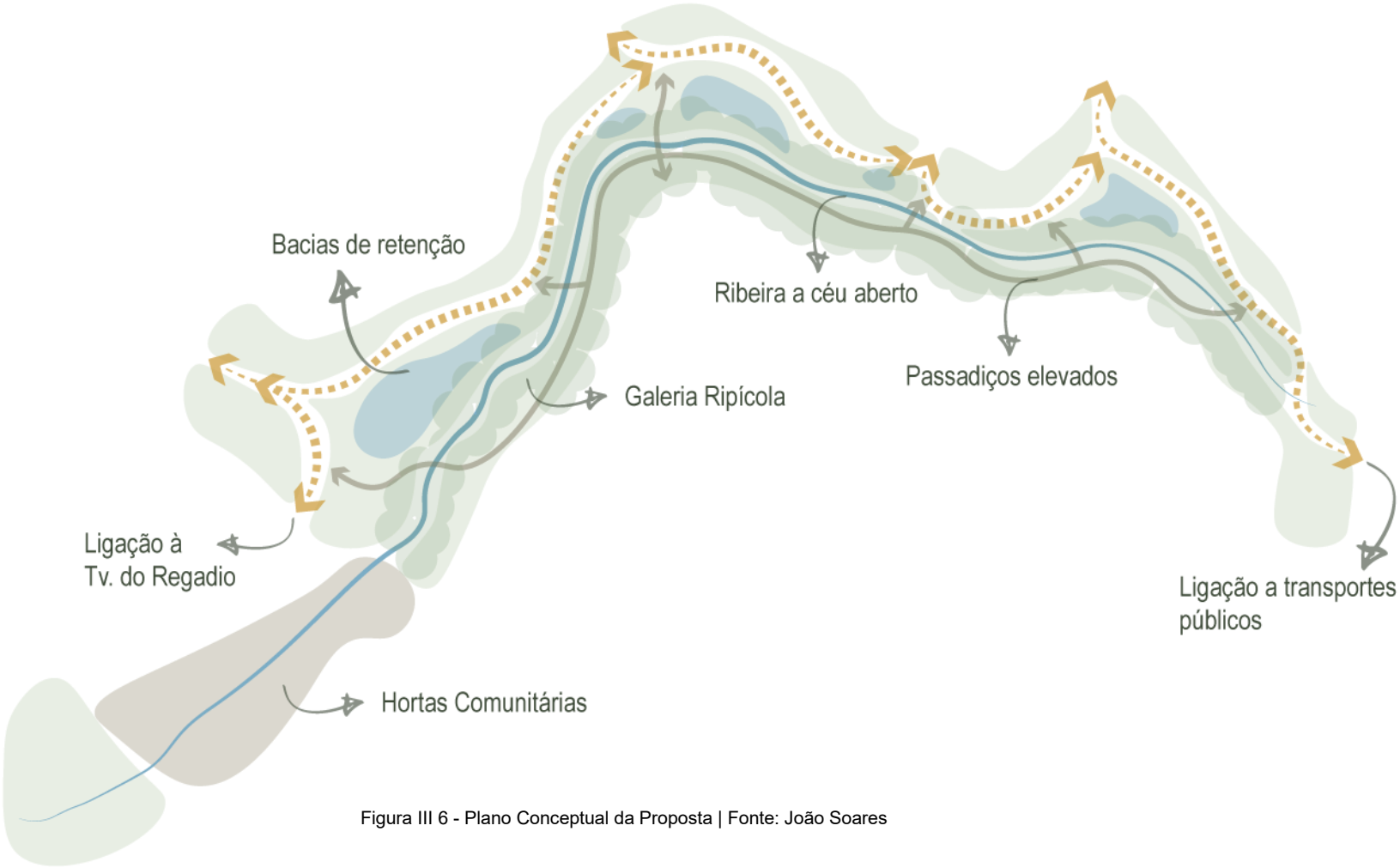


Figura III 6 - Plano Conceptual da Proposta | Fonte: João Soares

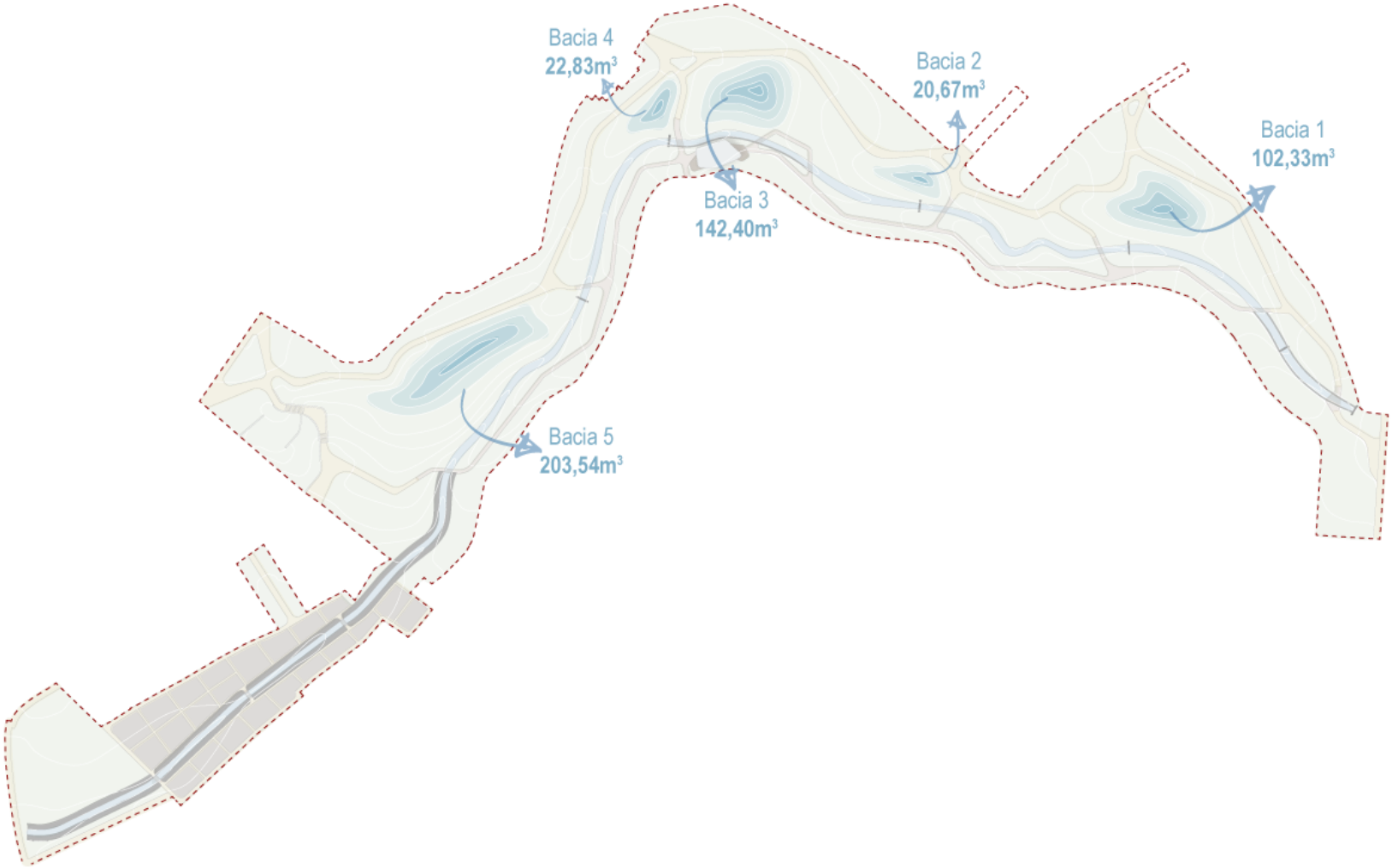


Figura III 7 - Localização das bacias de retenção | Fonte: João Soares

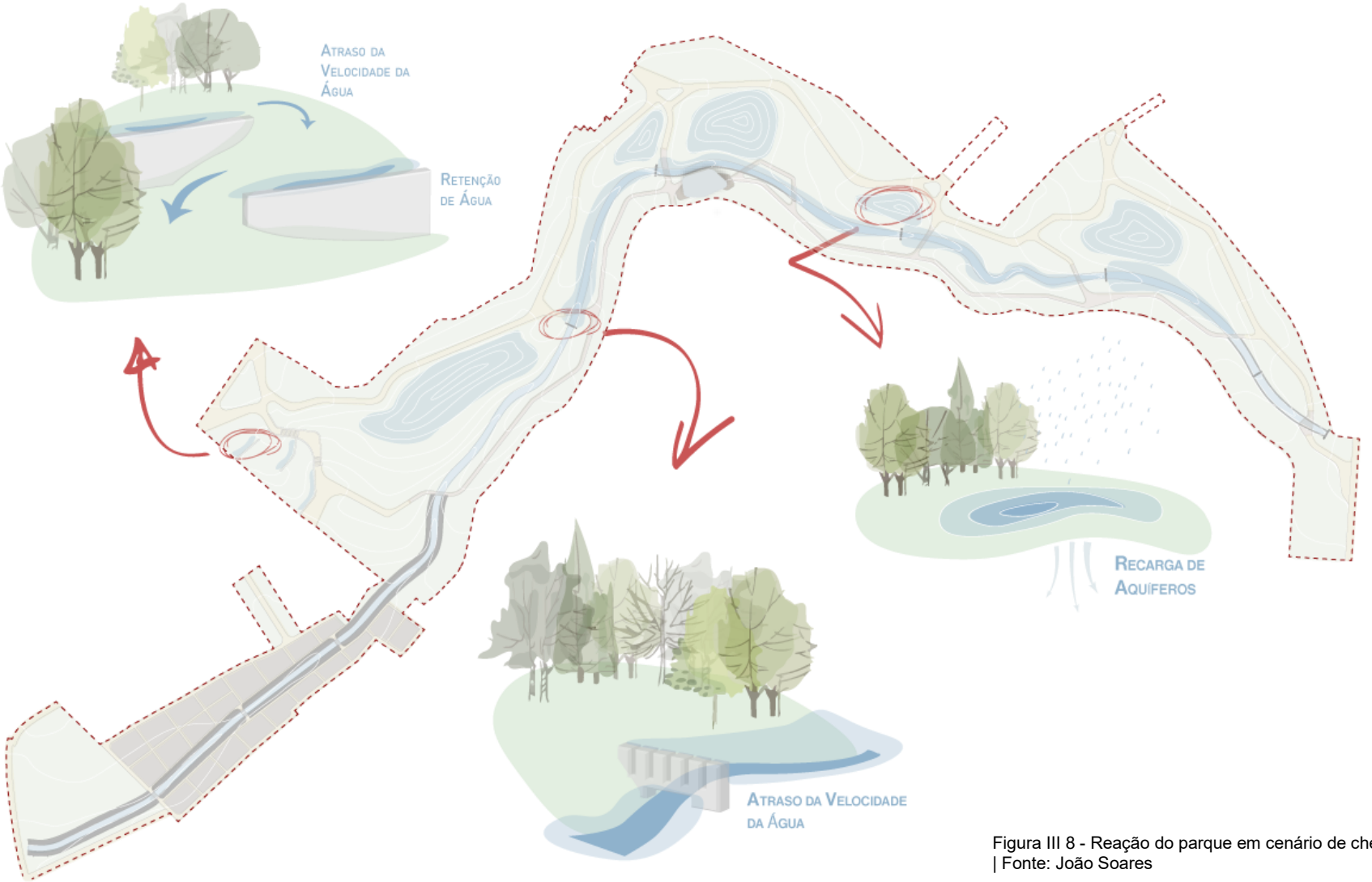


Figura III 8 - Reação do parque em cenário de cheia | Fonte: João Soares

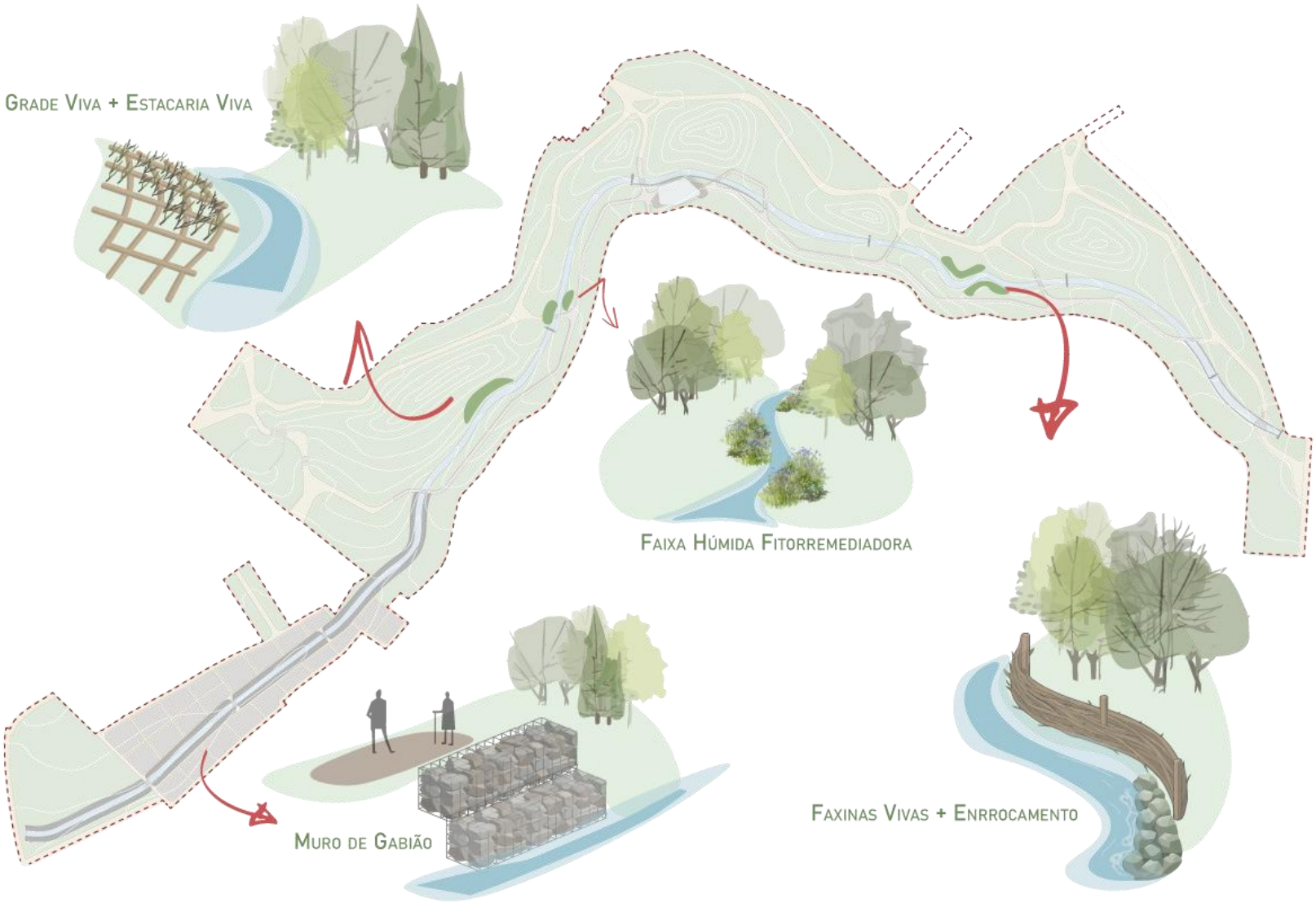


Figura III 9 - Técnicas aplicadas na margem | Fonte: João Soares

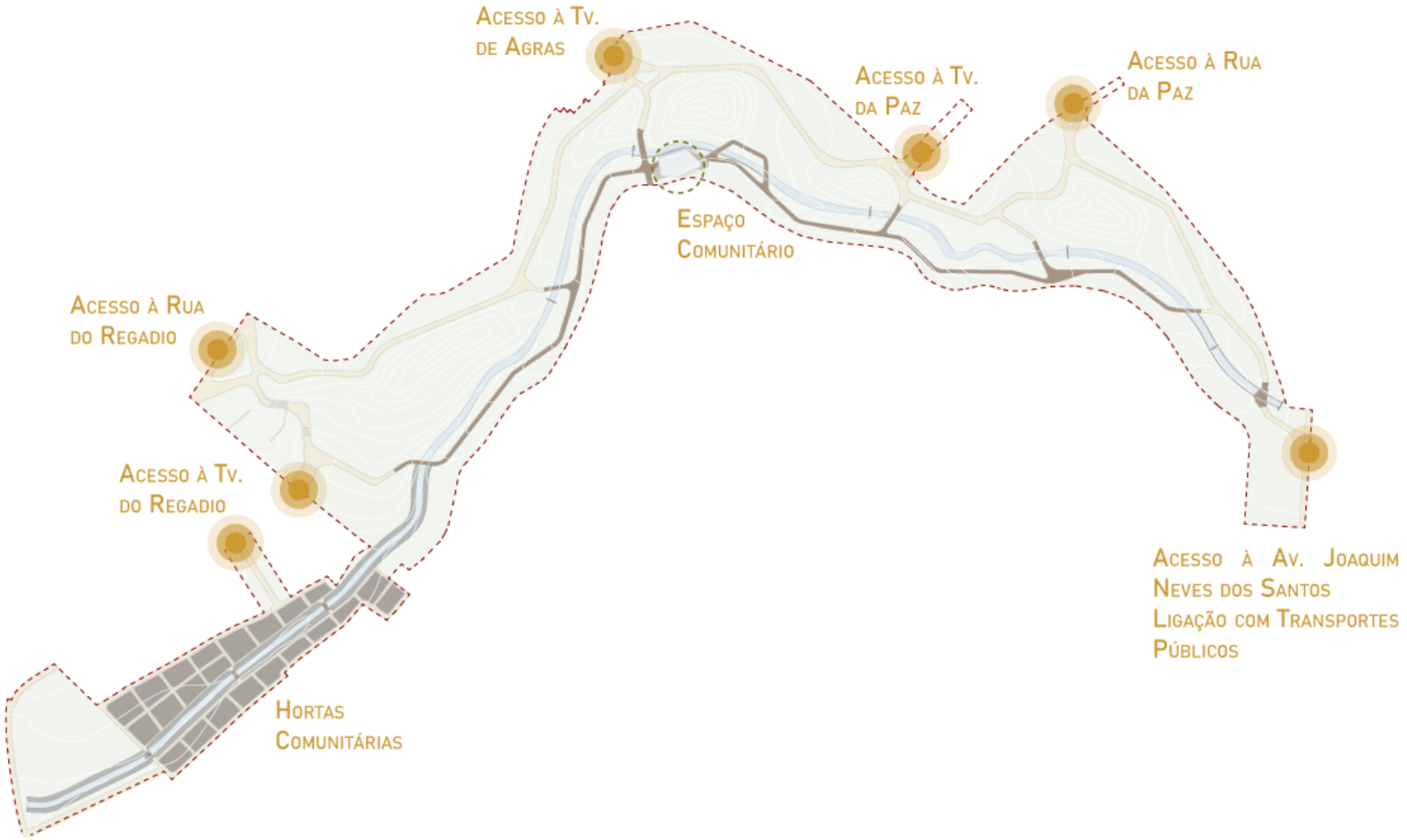


Figura III 10 - Acessos ao Parque | Fonte: João Soares



Figura III 11 - Plano Geral de Intervenção - Proposta do Parque Ribeirinho de Linhares, Matosinhos | Fonte: João Soares



Figura III 12 - Corte Transversal A-A', dique, galeria ripícola e bacia de retenção | Fonte: João Soares

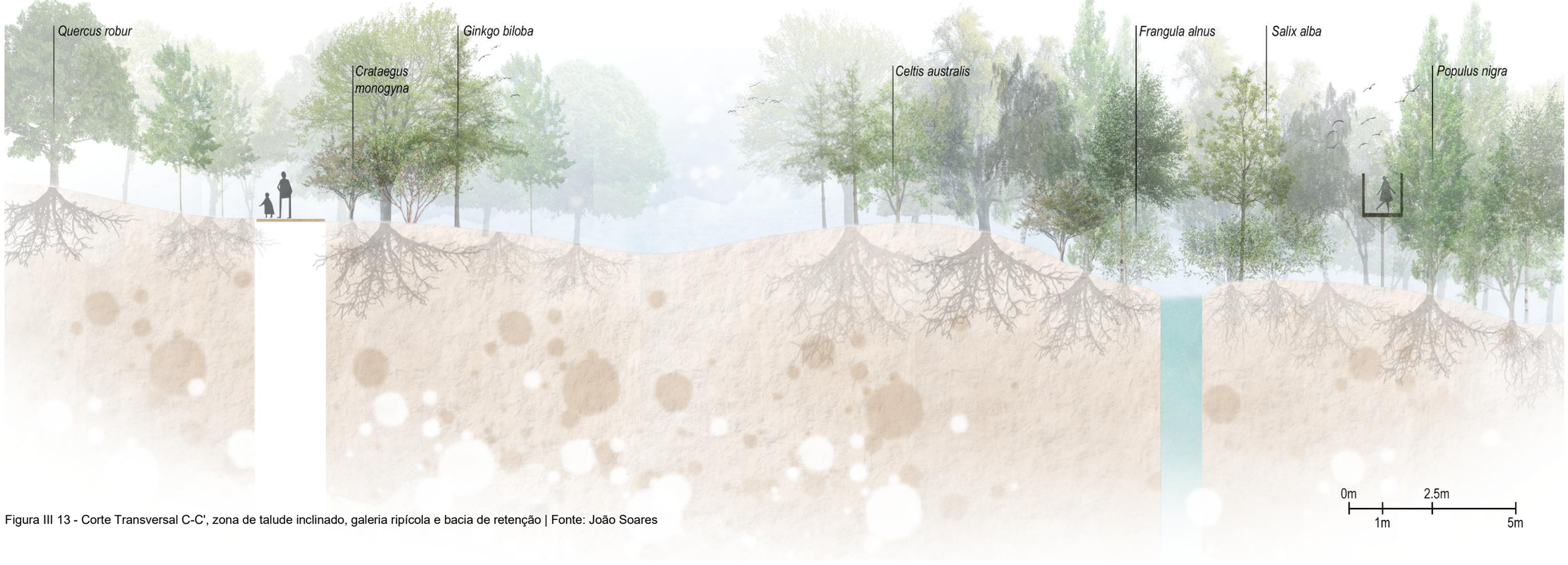


Figura III 13 - Corte Transversal C-C', zona de talude inclinado, galeria ripícola e bacia de retenção | Fonte: João Soares



Figura III 14 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 5.º ano | Fonte: João Soares



Figura III 15 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 10.º ano | Fonte: João Soares



Figura III 16 - Corte Transversal B-B' - Cenário ilustrativo da evolução da estrutura vegetal ao 10.º ano | Fonte: João Soares

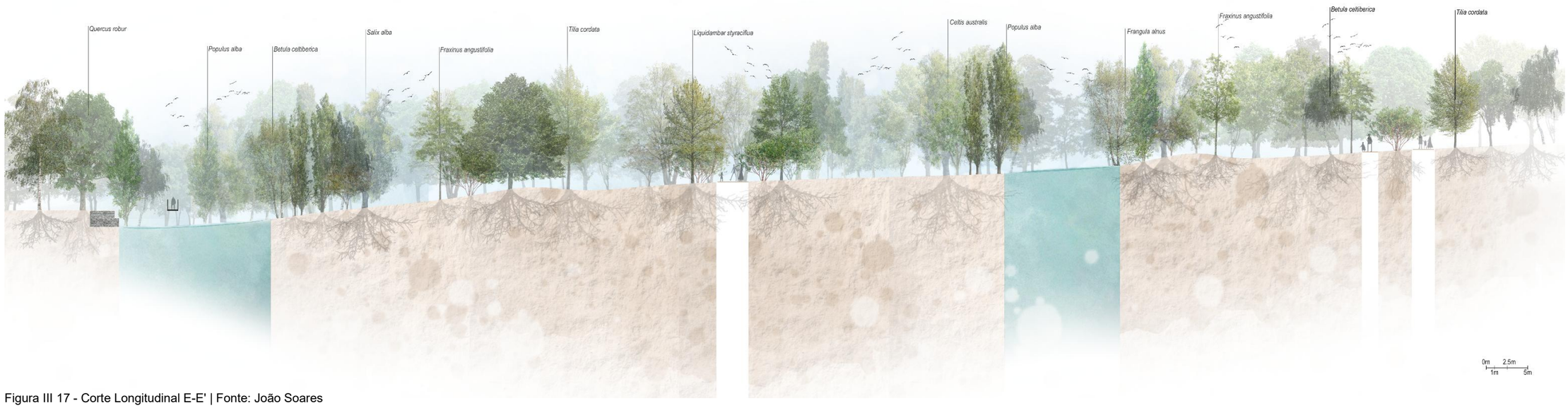


Figura III 17 - Corte Longitudinal E-E' | Fonte: João Soares

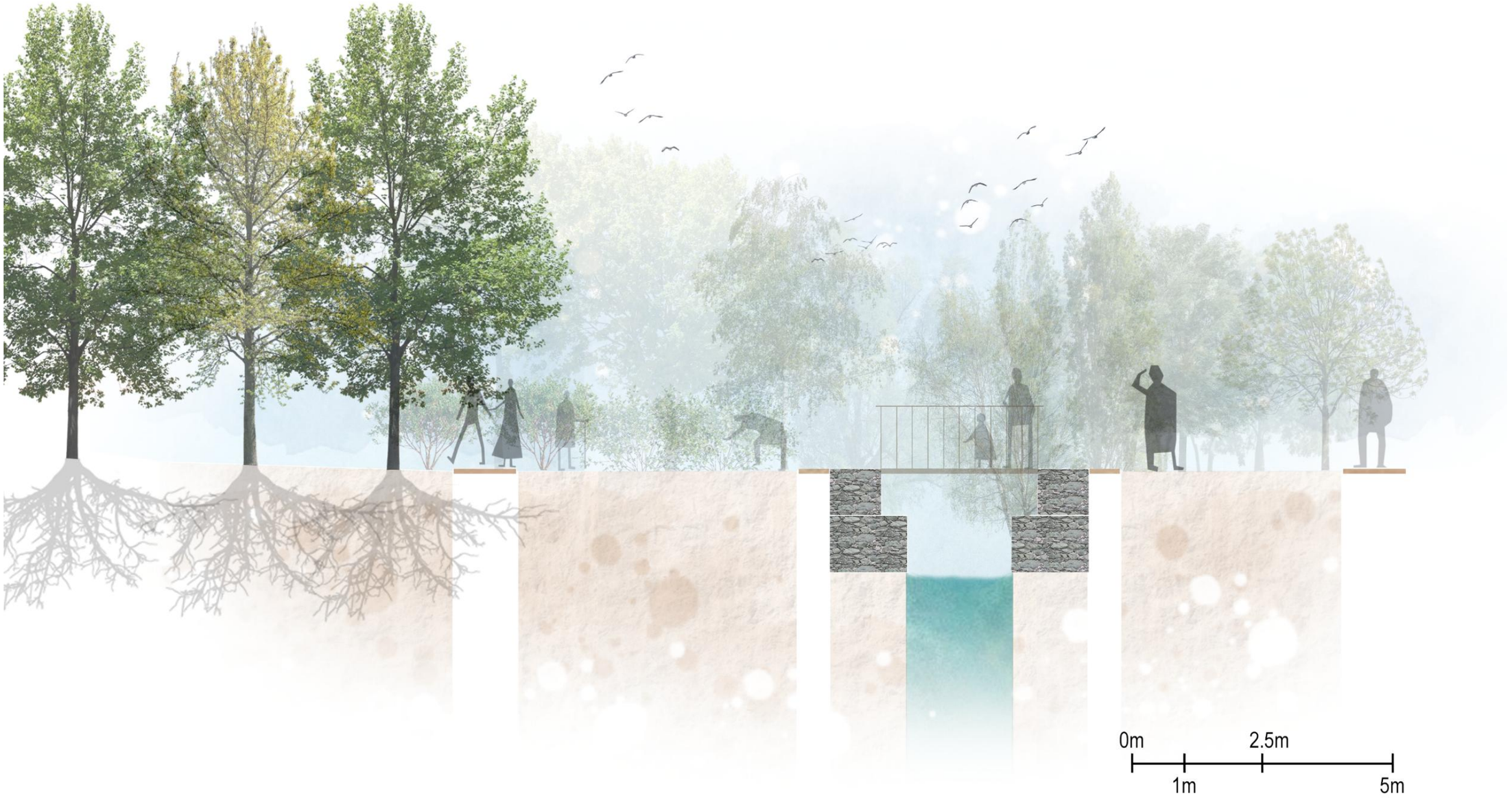


Figura III 18 - Corte Transversal D-D', hortas comunitárias | Fonte: João Soares

Anexo IV – Tabela síntese da relação entre problemas identificados, princípios de intervenção e soluções propostas

Problema diagnosticado	Evidência	Princípio	Solução	Grau de validação
Impermeabilização/ cheias	PGRI + análise territorial	Retenção distribuída	5 bacias	Conceptual
Erosão/ margens	Estado atual + literatura	Engenharia natural	Faxinas / grade / gabiões	Qualitativo
Pressão sobre qualidade da água	Usos + fontes potenciais	Fitodepuração	Faixas vegetadas	Potencial
Vegetação invasora	Observação	Regeneração ecológica	Plantação autóctone	Estratégico
Percursos informais	Observação	Continuidade social	Percursos/passadiços	Espacial
Falta de espaço público	Análise antrópica	Parque de proximidade	Hortas + espaço comunitário	Projetual
Desconexão metropolitana	Enquadramento territorial	Conectividade	Ligação ao CVL	Estratégico

Anexo V – Declaração de Utilização de Inteligência Artificial (IA)

Declaro que, na elaboração do presente relatório, entre abril e setembro de 2026, recorri a ferramentas de inteligência artificial: NotebookLM (Google), Claude, modelos Sonnet 4.6, Opus 4.8, Sonnet 5, Opus 5 (Anthropic) e ChatGPT/DALL·E, modelo GPT-5.6 (OpenAI).

Estas ferramentas foram utilizadas como instrumentos de apoio na organização e sistematização da informação proveniente de artigos científicos e manuais técnicos; na revisão da consistência interna do documento; na verificação e formatação de referências; na elaboração das instruções para a produção das figuras técnicas originais; no apoio à redação e reformulação de passagens de texto; e na revisão linguística.

A conceção do tema, a formulação das questões de investigação, a recolha de dados de campo e o registo fotográfico, a análise crítica dos casos de estudo, a validação técnica e científica de todo o conteúdo e a formulação das conclusões constituem trabalho original do autor. Todas as passagens redigidas com apoio destas ferramentas foram revistas, corrigidas e validadas pelo autor, que verificou individualmente cada referência bibliográfica nas fontes primárias e corrigiu as imprecisões técnicas identificadas.

Nenhum dado confidencial da entidade de acolhimento foi introduzido em ferramentas de inteligência artificial. O autor assume integral responsabilidade pelo conteúdo científico e técnico do trabalho.