



# **Requalificação Urbana: Adaptação às Inundações**

## **Caso de Estudo: Vale de Chelas**

**Francisco Gonçalves dos Santos**

(licenciado em Arquitetura Paisagista)

Projeto Final de Mestrado especialmente elaborado para a obtenção do grau de  
Mestre em Ordenamento do Território e Urbanismo

Orientação:

Professor Doutor Jorge Manuel Frazão Cancela

Júri

Presidente: Professora Doutora Eduarda Marques da Costa

Vogal: Professor Doutor Jorge Manuel Frazão Cancela

Vogal: Professor Doutor José Luís Moreira da Silva Zêzere

Lisboa, FA-ULisboa, julho de 2025



## Agradecimentos:

Gostaria de expressar a minha profunda gratidão a todos os que tornaram possível a concretização deste trabalho.

Ao meu orientador, Professor Jorge Cancela, quero agradecer por ter aceitado orientar-me nesta etapa tão importante da minha formação académica. A sua dedicação, apoio constante e orientações foram fundamentais para a realização desta tese.

Ao Miguel Agostinho, agradeço profundamente por ter facilitado a conciliação do trabalho com os estudos, e pelo apoio constante e generoso demonstrado ao longo destes anos.

Aos meus colegas de mestrado, agradeço pelos dois anos de convívio e aprendizagem conjunta, que certamente ficarão marcados pelas inúmeras memórias que partilhámos.

Ao Rafael, à Emily e ao Hugo, obrigado por me aturarem ao longo deste percurso universitário, pela paciência e pelo constante apoio. A vossa presença foi essencial.

Um agradecimento especial aos meus primos, André C., Vasco, Miguel, André O. e Rafael, por estarem sempre presentes e apoiarem-me em todos os momentos.

À Lúcia, agradeço de forma muito especial pelo apoio incondicional e pela valiosa ajuda na revisão da componente escrita desta tese.

Um agradecimento muito especial ao meu pai, à Ana e aos meus irmãos, Mafalda e Sebastião, por terem sempre acreditado em mim e me apoiarem em todas as decisões tomadas ao longo da vida.

Igualmente, expresso a minha gratidão especial à minha mãe e ao Jaime, pelo apoio incondicional, pela confiança constante e pelo incentivo incansável em todas as minhas decisões.

Aos pais da minha namorada, Luís e Raquel, agradeço profundamente por me acolherem como um filho, pela generosidade e pelo carinho demonstrado. Aos irmãos, Duarte e Guilherme, obrigado pelo apoio e por ajudarem a aliviar as tensões durante esta fase exigente.

Por último, e acima de tudo, dedico o mais especial e profundo agradecimento à minha namorada, Júlia. Agradeço-te por todo o amor, por estares sempre ao meu lado, por me animares nos momentos mais difíceis e por seres o meu maior orgulho. Sem ti, certamente, nada disto teria sido possível.

## Resumo:

A presente tese de mestrado aborda a requalificação do espaço público no Vale de Chelas, em Lisboa, centrando-se especificamente na adaptação às inundações agravadas pelas alterações climáticas. O crescimento urbano acelerado e a impermeabilização do solo têm aumentado significativamente a vulnerabilidade da cidade às cheias, particularmente agravada pela morfologia irregular da cidade de Lisboa e pela insuficiência da infraestrutura de drenagem.

O objetivo principal da investigação consiste em desenvolver um modelo-tipo de intervenção urbana capaz de mitigar os efeitos das inundações através de soluções sustentáveis e integradas, destacando-se a utilização de Infraestruturas Verdes e Soluções Baseadas na Natureza. A metodologia adotada combina uma análise crítica dos instrumentos de gestão territorial, incluindo o Plano Diretor Municipal e o Plano Geral de Drenagem de Lisboa, com técnicas de análise espacial utilizando ferramentas como ArcGIS e AutoCAD.

Os resultados incluem uma proposta estratégica que identifica áreas prioritárias de intervenção, detalhando um modelo territorial adaptado às características específicas da zona de estudo. Destacam-se soluções inovadoras como jardins de chuva, bioswales e pavimentos permeáveis, concebidos para aumentar a capacidade de infiltração e retenção das águas pluviais.

A proposta evidencia benefícios múltiplos, para além da redução do risco de inundações, promove a valorização ecológica e social do espaço público, contribuindo para a melhoria geral da qualidade de vida urbana. As intervenções propostas são desenhadas de modo a serem replicáveis noutras zonas urbanas semelhantes.

Este projeto conclui enfatizando a importância do planeamento urbano integrado e resiliente, sugerindo futuras investigações interdisciplinares para aprofundar a eficácia das soluções propostas e a sua aplicabilidade noutros contextos urbanos vulneráveis às alterações climáticas.

### **Palavras-Chave:**

Requalificação Urbana

Alterações Climáticas

Inundações Urbanas

Soluções Baseadas na Natureza (NBS)

Infraestrutura Verde

## Abstract

This master's thesis addresses the rehabilitation of public spaces in Vale de Chelas, Lisbon, with a specific focus on adaptation to flooding resulting from climate change. Rapid urban growth and soil sealing have significantly increased the city's vulnerability to floods, exacerbated particularly by Lisbon's irregular urban morphology and inadequate drainage infrastructure.

The primary objective of this research is to develop a model for urban intervention capable of mitigating flood impacts through sustainable and integrated solutions, particularly emphasising the use of Green Infrastructure and Nature-Based Solutions. The adopted methodology combines a critical analysis of territorial management instruments, including Lisbon's Municipal Master Plan and General Drainage Plan, with spatial analysis techniques using tools such as ArcGIS and AutoCAD.

The outcomes include a strategic proposal identifying priority areas for intervention and detailing a territorial model adapted to the specific characteristics of the study area. Noteworthy innovative solutions include rain gardens, bioswales, and permeable pavements designed to enhance infiltration and retention capacity for stormwater.

The proposal highlights multiple benefits beyond flood risk reduction, promoting ecological and social enhancement of public spaces and contributing to overall urban quality-of-life improvements. The suggested interventions are designed to be replicable in other similar urban areas.

This project concludes by emphasising the importance of integrated and resilient urban planning, suggesting further interdisciplinary research to deepen the understanding of the proposed solutions' effectiveness and applicability in other urban contexts vulnerable to climate change.

### **Keywords:**

Urban Regeneration

Climate Change

Urban Flooding

Nature-Based Solutions (NBS)

Green Infrastructure



## Índice

Índice de Figuras .....	VIII
Índice de Tabelas .....	IX
Índice de Anexos:.....	X
Índice de Acrónimos e Siglas .....	XI
1. Introdução.....	1
1.1. Questão de partida.....	2
1.2. Objetivos .....	2
1.3. Estrutura da tese.....	4
1.4. Metodologia.....	5
2. Revisão Bibliográfica / Estado da Arte.....	8
2.1. Introdução .....	8
2.2. Alterações climáticas .....	10
2.3. Inundações urbanas.....	12
2.3.1. Inundações em Lisboa .....	13
2.3.2. Adaptação das alterações climáticas às Inundações .....	15
2.4. Soluções sustentáveis para a gestão das águas pluviais .....	16
2.4.1. Soluções Baseadas na Natureza .....	16
2.4.2. Infraestrutura Verde .....	17
2.4.3. Cidade Esponja .....	17
2.4.5.Outras soluções.....	18
2.5. Água como um elemento estruturante .....	20
2.6. Projetos de referência .....	23
3. Caso de Estudo – Vale de Chelas.....	30
3.1. Enquadramento, Planos e Projetos relevantes .....	30
3.1.1. Enquadramento e Localização.....	30
3.1.2. Instrumentos de Gestão do Território.....	33
3.1.3. Instrumentos de Planeamento e Projetos relevantes .....	41
3.2. Estratégica .....	50
3.2.1. Análise e Diagnóstico Territorial.....	50
3.2.2. Proposta Estratégica:.....	56
3.2.3. Modelo Territorial .....	58
3.3. Proposta de ação.....	59
3.3.1. Área de Intervenção na Proposta Estratégica .....	59
3.3.2. Pormenorização do Modelo Territorial.....	60
3.3.4. Programa de Execução e Plano de Financiamento .....	68
4. Conclusão.....	84
5. Referencias bibliográficas .....	90
6. Anexos .....	96

## Índice de Figuras

Figura 1 - Diagrama metodológico .....	6
Figura 2- Impermeabilização da Cidade de Lisboa (Fonte: European Enviroment Agency, 2011 [11]) .....	9
Figura 3 - Cheias de 1967, Calçada da Carriche, Lisboa (Fonte: Fotografia cedida por um familiar) .....	10
Figura 4 - Previsão para 2050 e 2100 do risco de inundações costeiras e dos estragos da mesma para o distrito de Lisboa (Fonte: Estatística Demográfica. SNM Portugal Visualizador [22]) .....	11
Figura 5 - Morfologia do Terreno e linhas de água de Lisboa (Fonte: Mapa elaborado pelo próprio) .....	13
Figura 6 - Cheias de 2022 (Fonte: Desconhecido) .....	14
Figura 7 - Conceito de Bioswales (Fonte: Pinterest.com) .....	18
Figura 8 - Jardim Chuva com Painel informativo / Educativo em Quioto, Tóquio (Fonte: Fotografia cedida pelo Prof. Jorge Cancela) .....	19
Figura 9 - Plano Geral do Projeto Watersquare Bentemplein (Fonte: De Urbanisten [53]) .....	24
Figura 10 – Plano Geral (Fonte: Sociedade Americana de Arquitetos Paisagistas) .....	26
Figura 11 - Representação dos túneis do Canal Subterrâneo de Drenagem da Área Externa Metropolitana, Japão (Fonte: MLIT Japão [65]) .....	27
Figura 12- Mapa de localização da área de estudo e freguesias em estudo (Fonte: Mapa criado pelo próprio) ....	31
Figura 13 – Linhas de água de Lisboa com ênfase à área de estudo (Fonte: Mapa criado pelo próprio) .....	32
Figura 14 - Comparação da população residente nas freguesias de Marvila e Beato entre 2011 vs. 2021 vs. 2031 (Dados: censos [69, 9]) .....	33
Figura 15 - Planta de Qualificação do Espaço Urbano: Uso do Solo (Fonte: Adaptado do PDM, legenda em anexo) .....	36
Figura 16 -Planta Estrutura Ecológica Municipal (Fonte: Adaptado do PDM, legenda em anexo) .....	37
Figura 17 - Planta de riscos naturais e antrópicos: vulnerabilidade de inundações e suscetibilidade de vertentes (Fonte: Adaptado do PDM, legenda em anexo) .....	38
Figura 18 - Diagramas de Estrutura Urbana Proposta (Fonte: GTH - Realizações e Planos. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 1972 [82]) .....	39
Figura 19 - Limite da área de intervenção da UE de Marvila (Fonte: Relatório Participa.pt) .....	41
Figura 20 - Diagrama dos tuneis do plano geral de drenagem de Lisboa (Fonte: CML) .....	44
Figura 21 - Perfil transversal proposto para a TTT. Ainda não está decidido se a ponte será exclusivamente ferroviária ou se terá, também, um tabuleiro superior rodoviário (Fonte: Estudo de Impacte Ambiental, setembro de 2018) .....	46
Figura 22 - Novo Hospital de Todos-os-Santos (Fonte: Lisboa Informação) .....	48
Figura 23 - Morfologia da área de estudo (Fonte: Mapa criado pelo próprio) .....	51
Figura 24 - Permeabilidade Potencial da área de estudo, sendo o azul escuro de elevada permeabilidade (Fonte: Adaptado de várias cartas; em anexo com a legenda) .....	53
Figura 25 - Grau de impermeabilização da área de estudo (Fonte: Copernicus - Imperviousness Density 2018) .	54
Figura 26 - Áreas de oportunidade (fonte: definidas pelo autor) .....	55
Figura 27 - Plano geral da Estratégia (Fonte: Mapa criado pelo próprio) .....	58
Figura 28 - Localização e área de intervenção atualmente (Fonte: Google Maps) .....	61
Figura 29 - Plano Geral da Intervenção modelo-tipo (Fonte: desenho do próprio, com legenda em anexo) .....	62
Figura 30 - Situação atual do Corte AB, sentido Sul-Norte (Fonte: Google Earth Pro; data: 08/2024) .....	62
Figura 31 - Proposta de intervenção do corte AB, escala 1:100, Sentido Sul-Norte (Fonte: desenho do próprio) .	63
Figura 32 - Situação atual do Corte CD, sentido Norte-Sul (Fonte: Google Earth Pro; data: 06/2024) .....	63
Figura 33 - Proposta de intervenção do corte CD, escala 1:100, Sentido Sul-Norte (Fonte: desenho do próprio) .	64
Figura 33 - Nr médio de dias com precipitação (fonte: adaptado [104]) .....	65
Figura 34 - Chuva mensal média em Lisboa (Fonte: adaptado de [104]) .....	65
Figura 35 - Secção transversal típica de um bioswale, (Fonte: adaptado de [108]) .....	69
Figura 36 - Exemplar de um Fraxinus angustifolia .....	71
Figura 37 - Exemplar de um Celtis australis .....	72
Figura 38 - Secção transversal típica de um Jardim Chuva (Fonte: adaptado de [107]) .....	73

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tipo Substrato Geológico e a sua permeabilidade (Fonte: [99]) .....	51
Tabela 2 - Tipo de Solo e Permeabilidade (Fonte: [100]) .....	52
Tabela 3 - Permeabilidade dos Declives (Fonte: Segundo o modelo [101]).....	53
Tabela 6 - Coeficientes de escoamento superficial por tipo de superfície (Fonte: [105]) .....	66
Tabela 7 – Faseamento da implementação .....	75
Tabela 8 - Papéis e Responsabilidade de cada promotor .....	78

## Índice de Anexos:

Anexos 1- Planta de Qualificação do Espaço Urbano.....	97
Anexos 2 - Planta Estrutura Ecológica Municipal .....	98
Anexos 3 - Planta de Riscos Naturais e Antrópicos .....	99
Anexos 4 - Planta de Morfologia e Linhas de água .....	100
Anexos 5 - Planta da Permeabilidade Potencial .....	101
Anexos 6 - Planta do Grau de Impermeabilização .....	102
Anexos 7 - Planta da Localização da Intervenção Tipo.....	103
Anexos 8 - Plano Geral da Intervenção.....	104
Anexos 9 - Plano Pormenores e Cortes .....	105

## Índice de Acrónimos e Siglas

CML	Câmara Municipal de Lisboa
EMAAC	Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas
EMEL	Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento Lisboa
ENACC	Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas
GTH	Gabinete Técnico de Habitação
HTS	Hospital de Todos-os-Santos
IGT	Instrumentos de Gestão Territorial
IPCC	Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
LNEG	Laboratório Nacional de Energia e Geologia
MDT	Modelo Digital do Terreno
NBS	Soluções Baseadas na Natureza
OP	Orçamento Participativo
PARL	Plano de Ação de Resiliência de Lisboa
PDM	Plano Diretor Municipal
PGDL	Plano Geral de Drenagem de Lisboa
PP	Plano de Pormenor
PRR	Plano de Recuperação e Resiliência
PU	Plano de Urbanização
TTT	Terceira Travessia do Tejo
EU	Unidade de Execução

## 01. Introdução

## 1. Introdução

O crescimento urbano, caracterizado pela rápida expansão das áreas impermeabilizadas, juntamente com o aumento global da temperatura e as conseqüentes alterações climáticas, têm resultado numa frequência crescente de eventos extremos, relacionadas com a precipitação [1]. Estas chuvas intensas e rápidas, aliadas à reduzida capacidade de infiltração do solo nas cidades contemporâneas, potenciam significativamente a ocorrência de inundações e cheias urbanas, fenómenos que impactam negativamente a qualidade de vida, causando danos materiais e ambientais consideráveis [2].

Lisboa, marcada por uma topografia acidentada, repleta de vales e áreas de declive acentuado, tem-se mostrado particularmente suscetível a episódios recorrentes de inundações. Face a estes desafios, o município tem vindo a desenvolver iniciativas e estratégias preventivas para lidar com os efeitos das alterações climáticas, destacando-se a Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas de Lisboa (EMAAC), implementada em 2017. Este plano visa mitigar os riscos associados às inundações, promovendo simultaneamente a resiliência urbana e ambiental através de soluções sustentáveis e integradas [3].

O presente projeto propõe-se a desenvolver um modelo-tipo destinado a enfrentar especificamente as conseqüências das alterações climáticas, com especial foco nas inundações. Pretende-se, através da requalificação criteriosa do espaço público, criar áreas urbanas mais resilientes, capazes não apenas de mitigar os impactos negativos das chuvas intensas, mas também de promover a adaptação ativa da cidade às condições climáticas em constante mudança.

A área selecionada para estudo corresponde ao vale de Chelas que abrange a zona de Marvila, situada na parte oriental de Lisboa. Esta região é particularmente relevante por englobar a segunda maior bacia hidrográfica do município [4], sendo também a única integralmente situada dentro dos limites administrativos da cidade. Ao contrário das restantes bacias hidrográficas de Lisboa, que se estendem a outros concelhos adjacentes, a bacia hidrográfica de Chelas oferece uma oportunidade única para a implementação e análise detalhada de estratégias urbanísticas focadas exclusivamente num contexto municipal específico.

Dentro dos limites desta área de estudo, encontram-se identificados diversos pontos críticos de vulnerabilidade às inundações, que representam simultaneamente um desafio e uma oportunidade única para intervenções estratégicas no espaço público [5]. Estes locais, devidamente transformados e adaptados através de soluções baseadas na natureza e infraestruturas verdes, podem desempenhar um papel crucial na redução dos riscos associados às chuvas extremas, proporcionando simultaneamente benefícios ambientais, sociais e económicos significativos [6].

## 1.1. Questão de partida

A presente investigação tem como objetivo analisar de que forma o planeamento urbano sustentável pode ser concebido de modo a prevenir ou mitigar os impactos das inundações em áreas urbanas, integrando, de forma articulada, tanto os fatores naturais como os fatores antrópicos que contribuem para a ocorrência e agravamento destes fenómenos. A intensificação das alterações climáticas, associada a processos de urbanização desregulada e à crescente impermeabilização dos solos, exige uma reconfiguração profunda das estratégias de ordenamento do território, com enfoque na resiliência urbana e na sustentabilidade ambiental. Assim, esta investigação procura identificar soluções que conciliem a eficácia técnica com a viabilidade ecológica e socioeconómica.

Para operacionalizar esta questão central, serão consideradas diversas sub-questões específicas que visam aprofundar a análise das opções técnicas e institucionais disponíveis. Entre elas, destaca-se a avaliação comparativa entre infraestruturas cinzentas e infraestruturas verdes, com especial atenção aos contextos urbanos de elevado risco. A investigação procurará ainda determinar de que modo as soluções baseadas na natureza poderão oferecer benefícios adicionais face às abordagens convencionais.

## 1.2. Objetivos

O presente projeto tem como objetivo principal testar um caminho para a requalificação do espaço público no vale de Chelas, em Lisboa, através do desenvolvimento e implementação de um modelo-tipo de adaptação às alterações climáticas. Esta iniciativa surge no contexto do crescente impacto das alterações climáticas em Lisboa, sendo a mitigação de inundações e cheias identificada como uma das prioridades fundamentais para garantir a segurança das populações e a resiliência das infraestruturas. Assim, pretende-se desenvolver uma abordagem integrada que permita não só intervir de forma eficaz no território, mas também desenvolver soluções sustentáveis, replicáveis noutras zonas urbanas cujas características sejam semelhantes.

A proposta centra-se na criação de um modelo-tipo que possa orientar futuras intervenções, tendo como base a análise científica das condições naturais e da infraestrutura. Este modelo foi concebido a partir de uma leitura crítica do território, incluindo os seus sistemas hidrológicos, geomorfológicos e a sua morfologia urbana, com o intuito de promover estratégias de planeamento urbano adaptativas, resilientes e inclusivas. A mitigação de fenómenos extremos como as inundações e as cheias, frequentemente agravadas pela impermeabilização dos solos e pela falta de infraestrutura verde, será abordada como componente estruturante de uma nova visão para o espaço público.

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar as características geomorfológicas e hidrológicas da área de estudo, com especial atenção às dinâmicas naturais que influenciam o risco de inundações e cheias. Esta análise permitirá identificar as zonas mais vulneráveis, através da interpretação de dados geo-espaciais, históricos e meteorológicos, fundamentais para sustentar as decisões de intervenção.

- b) Definir uma estratégia de requalificação urbana que integre princípios de sustentabilidade, adaptação climática e valorização do espaço público. Esta estratégia inclui soluções baseadas na natureza, corredores verdes e espaços multifuncionais, que contribuam simultaneamente para a mitigação dos riscos e para a qualidade de vida da população.
- c) Elaborar um modelo-tipo de adaptação urbana às alterações climáticas, construído a partir do conhecimento gerado na fase de diagnóstico e da estratégia proposta. Este modelo procurará sistematizar um conjunto de orientações técnicas, metodológicas e operacionais que possam ser aplicadas em diferentes contextos urbanos, funcionando como referência para futuras intervenções em áreas de risco.
- d) Implementar intervenções piloto em áreas prioritárias previamente identificadas como zonas críticas na área de estudo. Estas intervenções terão como função demonstrar a viabilidade técnica, económica e social das soluções propostas, servindo também de laboratório vivo para o acompanhamento, monitorização e avaliação do impacto das medidas implementadas.

Este projeto pretende, assim, não apenas dar resposta a uma necessidade local específica, mas também contribuir para um conhecimento mais alargado sobre a adaptação urbana às alterações climáticas. A abordagem adotada valoriza a interdisciplinaridade, a participação comunitária e a inovação tecnológica, numa perspetiva de planeamento promotora da coesão social, a eficiência ambiental e a justiça climática.

Deste modo, a requalificação do espaço público no vale de Chelas transforma-se numa oportunidade para repensar o papel das cidades perante os desafios globais, promovendo soluções que conciliem a proteção ambiental com o desenvolvimento urbano sustentável.

### 1.3. Estrutura da tese

A estrutura desta tese organiza-se em quatro capítulos principais, garantindo uma abordagem sequencial e coerente ao tema em estudo.

O *Capítulo 1*, a Introdução, onde apresenta o enquadramento geral do tema, destacando os desafios contemporâneos associados às alterações climáticas, com um enfoque particular nas inundações urbanas. Define-se igualmente a questão problema, são definidos os objetivos para este trabalho e a metodologia utilizada.

O *Capítulo 2*, dedicado à Revisão Bibliográfica e Estado da Arte estabelece o enquadramento temático, abordando os desafios contemporâneos associados às alterações climáticas, com especial enfoque nas inundações urbanas. Este capítulo constitui a base conceptual do projeto, sustentando-se numa revisão da literatura que inclui referências teóricas e projetuais relevantes.

O *Capítulo 3*, O Caso de Estudo, este divide-se em três secções:

1. Enquadramento: apresenta a da área de estudo, Chelas, no contexto do planeamento territorial. Inicialmente, procede-se à localização e caracterização da área, identificando a sua estrutura territorial, as principais dinâmicas socioeconómicas e as componentes variantes e invariantes. Segue-se a análise dos *Instrumentos de Gestão do Território (IGT)* aplicáveis, destacando-se as suas principais disposições. Por fim, realiza-se a leitura crítica dos diversos instrumentos de planeamento identificando e caracterizando as propostas mais relevantes para a área de estudo.
2. Proposta Estratégica: desenvolve a *Proposta Estratégica* para a área de estudo, numa perspetiva territorial mais abrangente. Com base nos diagnósticos realizados nos capítulos anteriores, delinea-se uma visão de desenvolvimento, acompanhada pela definição de objetivos estratégicos e ações concretas para a sua implementação. Este capítulo inclui ainda uma avaliação das eventuais alterações necessárias aos IGT e outros planos, com propostas de ajustamento. A *Proposta Estratégica* culmina na formulação de um *Modelo Territorial*, que traduz espacialmente as ações previstas.
3. Proposta de Ação: Detalha o Programa de Ação para a área de intervenção, adotando uma abordagem territorial mais específica. Primeiramente, procede-se à integração da área de intervenção na Proposta Estratégica, assegurando a coerência entre os objetivos definidos e as ações propostas. Seguidamente, o Modelo Territorial é aprofundado, especificando-se a implantação e o dimensionamento das ações. Por fim, apresenta-se um Programa de Execução e Plano de Financiamento, incluindo o cronograma de implementação, a identificação dos promotores, a estimativa dos recursos necessários e as potenciais Fontes de financiamento.

Finalmente, a Conclusão sintetiza os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento da tese, reforçando as contribuições principais e apresentando recomendações para futuros estudos ou implementações práticas.

## 1.4. Metodologia

Este projeto propõe uma abordagem focada na requalificação do espaço público tendo em conta as alterações climáticas, sobretudo no que respeita às inundações, com o intuito de desenvolver uma estratégia para a implementação de um modelo-tipo.

1. Nesse sentido, procedeu-se, inicialmente, a uma revisão teórica passível de reunir referências conceptuais e projetuais devidamente enquadrada numa análise da literatura. Esta revisão fornece a base necessária para compreender os princípios de gestão de riscos naturais em contexto urbano, bem como as soluções que têm vindo a ser adotadas noutros locais, permitindo assim sustentar o processo de conceção do modelo.

2. Após esta fase teórica, a atenção recaiu sobre o Vale de Chelas, local escolhido para aplicação do modelo-tipo. A caracterização do local decorre da análise dos principais IGT, nomeadamente o Plano Diretor Municipal (PDM) e o Plano de Urbanização de Chelas (PU), cujas plantas de ordenamento, uso do solo e estrutura ecológica constituem elementos fundamentais na compreensão do fenómeno das inundações e dos riscos naturais associados. Dado que a bacia de Chelas possui particular relevância para a cidade de Lisboa, sendo a segunda maior, são igualmente estudados os principais projetos em curso ou aprovados para a área, como a terceira travessia sobre o Tejo, a construção do novo Hospital de Todos-os-Santos e a unidade de execução de Marvila, com destaque para o Plano Geral de Drenagem de Lisboa, instrumento que orienta as medidas de mitigação dos riscos de cheia.

3. Posteriormente, iniciam-se a elaboração da proposta estratégica para a bacia de Chelas, partindo de uma análise e diagnóstico pormenorizados que recorrem à utilização do ArcGIS. A sobreposição de camadas temáticas (por exemplo, topografia, impermeabilização, áreas de risco...) permite identificar as zonas de oportunidade; isto é, áreas suscetíveis de intervenção prioritária. Nestas zonas, são definidos objetivos concretos e ações estratégicas, considerando fatores críticos de implementação como a viabilidade económica, o calendário de execução e a articulação entre entidades competentes. Para ilustrar e testar os princípios do modelo tipo, selecionam-se um caso de estudo dentro da bacia, nos quais se faz uma análise detalhada dos elementos urbanos (ruas, passeios, praças, estacionamento, entre outros), de modo a adaptar as soluções propostas às características específicas de cada lugar.

4. A partir desta base, desenvolveu-se o modelo territorial, que sintetiza as ações a nível da área de estudo e fornece indicações de onde e como implementar soluções sustentáveis de mitigação. O recurso ao ArcGIS facilita a representação espacial das propostas, evidenciando as áreas mais propensas a inundações e as intervenções necessárias para mitigar os impactos.

5. Segue-se, então, o programa de ação destinado à área de intervenção selecionada, integrando-a na estratégia global e detalhando o modelo territorial em software de desenho (como o AutoCAD) para assegurar a precisão do dimensionamento. Paralelamente, define-se o programa de execução e plano de financiamento, que inclui o cronograma de aplicação das medidas, a identificação de promotores, a estimativa de recursos e as possíveis Fontes de financiamento.

6. Por fim, este estudo culmina numa análise crítica sobre a forma como o planeamento urbano sustentável pode ser delineado para prevenir ou mitigar os impactos das inundações em áreas urbanas. A investigação evidencia a necessidade de uma abordagem integrada que considere não apenas soluções estruturais, mas também estratégias não estruturais. Contudo, ao longo do desenvolvimento do projeto, foram identificadas diversas dificuldades e limitações, tais como falta de tempo para a melhor execução da proposta devido a dimensão da área de estudo. Em futuras investigações, sugere-se a exploração de metodologias interdisciplinares que permitam uma avaliação das melhores soluções de adaptação das inundações.

Para melhor interpretação do processo, apresenta-se o seguinte diagrama:

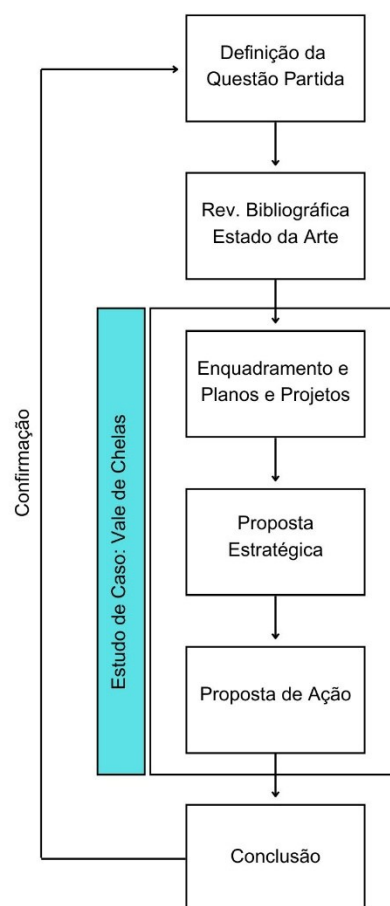


Figura 1 - Diagrama metodológico

A metodologia aqui apresentada tem por finalidade estabelecer um guia de análise do território e de definição de propostas, partindo do contexto mais vasto da cidade até à escala do espaço público. Ao priorizar zonas de oportunidade e estruturar um conjunto de ações concretas, espera-se contribuir para a mitigação das inundações, a melhoria da qualidade do espaço público e a sua adaptação às novas exigências impostas pelas alterações climáticas.

## 02. Revisão Bibliográfica

### Estado da Arte

## 2. Revisão Bibliográfica / Estado da Arte

Em qualquer trabalho de investigação torna-se fundamental tentar conhecer as referências mais relevantes para o tema em causa.

No presente trabalho este capítulo foi efetuado com recurso essencialmente a procura de base de dados académicos (ex.: GoogleScholar, ScienceDirect, Research gate), bibliografia de referência (ex.: Silva, Magalhães e Pena), consulta a sites (ex.: IPCC e CML), agregados de procura temática (ex.: Elicit.com) e programas de inteligência artificial (ex.: Chatgpt). Esta procura foi constantemente analisada criticamente pelo autor do presente trabalho, de forma a selecionar as referências que lhe parecem mais relevantes para o mesmo.

Estas referências são apresentadas no presente capítulo entre parênteses retos “[ ]”, sendo que o número tem relação direta com o autor.

No final do capítulo incluem-se alguns projetos de referência, que possam ser úteis para o trabalho em causa.

### 2.1. Introdução

O crescimento acelerado das cidades nas últimas décadas tem concentrado as populações e as infraestruturas em cidades densas, expondo-as a riscos ambientais. As cidades, atualmente, abrigam a maioria da população mundial e grande parte dos ativos económicos, o que as torna particularmente vulneráveis aos efeitos de eventos climáticos extremos [7]. Por outro lado, centros urbanos também centralizam recursos e inovação, podendo liderar respostas aos desafios climáticos.

Este paradoxo reflete-se na capital portuguesa, Lisboa, com cerca de 548 mil habitantes em apenas 100 km<sup>2</sup> (densidade: 5.500 hab/km<sup>2</sup>) [8]. No entanto, segundo o relatório de “Projeção demográfico” elaborado pela Câmara Municipal de Lisboa (CML) [9], Lisboa apresenta estimativas e possíveis cenários de crescimento. No referido relatório são descritos 4 cenários possíveis: cenário 1, evolução muito desfavorável, cenário 2, evolução desfavorável, cenário 3, estabilização e, por fim, cenário 4, crescimento moderado. O Cenário 3, aquele a que pretendo atribuir maior ênfase e que,

segundo o relatório [9], será o mais provável de ocorrer e que prevê um crescimento populacional até, aproximadamente, 600 mil habitantes.

Lisboa sofreu um grande crescimento e uma transformação urbanística ao longo do século XX, incluindo a expansão para áreas ribeirinhas e vales fluviais. Essas urbanizações em zonas baixas e outrora alagadiças aumentaram a impermeabilização do solo.

Segundo uma análise da *Agência Europeia do Ambiente* [11], realizada com imagens de satélite de 2006 e partilhada em 2011, Lisboa é a quarta cidade mais impermeabilizada da Europa. A capital portuguesa conta com 60 % do seu solo impermeabilizado, como é possível observar na figura 1 [10].

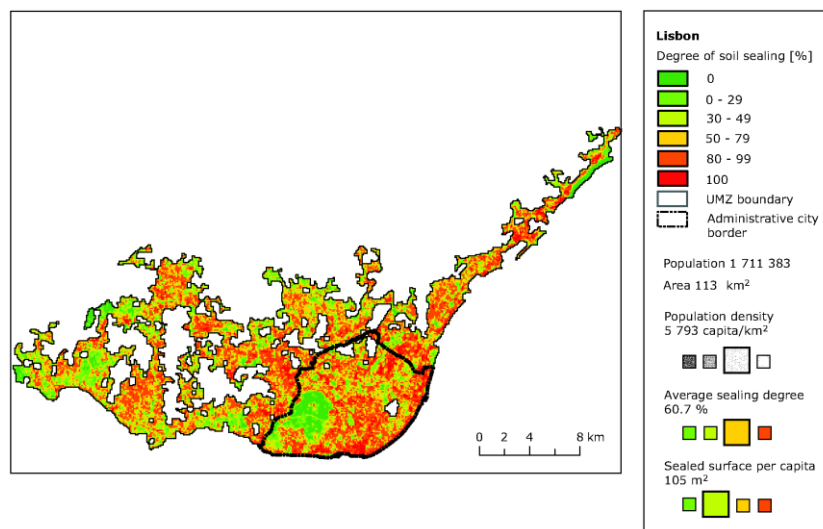


Figura 2- Impermeabilização da Cidade de Lisboa (Fonte: European Environment Agency, 2011 [11])

Esses processos de urbanização intensificam a suscetibilidade a inundações urbanas, a ocupação dos leitos de cheia e pavimentação extensiva dos solos nas bacias hidrográficas lisboetas potencializam hoje os efeitos das cheias em locais muito conhecidos como Alcântara e Algés [12].

A cidade de Lisboa destaca-se como um caso de estudo de vulnerabilidade urbana face às alterações climáticas o que é comprovado pelas recentes ocorrências, ilustrativas dessa vulnerabilidade e que foi consubstanciado pelo evento de dezembro de 2022, em que ocorreram duas precipitações intensas que, num intervalo de uma semana, instalaram o caos na cidade.

Dados do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) indicam que, em apenas uma hora no dia 7 e 8 de dezembro, chegou a cair mais de 40 mm de chuva, quase um terço da média da precipitação total para o mês de dezembro em Lisboa (126,2 mm) [13]. Dias depois, acontece novamente, a 13 de dezembro, outro momento crítico, tendo sido atingidos novos máximos de precipitação, de acordo com o IPMA [14].

Esses episódios mostraram que fenómenos extremos de precipitação já causaram danos significativos, e têm tendência a um significativo agravamento perante um clima em constante mudança. A região de Lisboa já enfrentou cheias catastróficas, como as que ocorreram em novembro de 1967, e que foram consideradas como o maior desastre natural em Portugal no pós-guerra,

assumindo-se, assim, como um bom exemplo como chuvas torrenciais provocaram, em poucas horas, mais de 700 mortes e provocaram milhares de desalojados [15]. Ainda que tragédias dessa magnitude sejam raras, as inundações urbanas e de menor escala ocorrem com frequência.



Figura 3 - Cheias de 1967, Calçada da Carriche, Lisboa (Fonte: Fotografia cedida por um familiar)

Perante este panorama aqui explanado, torna-se crucial compreender como o crescimento urbano e a forma física da cidade interagem com os riscos climáticos. Lisboa, pela sua densidade populacional, localização geográfica e as suas características urbanísticas, é altamente representativa dos desafios que a cidade enfrenta face às alterações climáticas, em particular no que toca às inundações.

Nos tópicos seguintes, apresentam-se os conceitos-chave de alterações climáticas e inundações urbanas, para, posteriormente, se proceder à análise das estratégias de adaptação e soluções sustentáveis, com destaque especial para o caso de Lisboa (nomeadamente na freguesia de Marvila e do Beato).

## 2.2. Alterações climáticas

As alterações climáticas referem-se a mudanças significativas e de longo prazo nos padrões do clima, englobando fenómenos de aquecimento global causados por emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa. O *Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC)* define-as como variações estatisticamente significativas no clima que persistem por décadas ou mais, podendo tais variações assumirem-se como sendo de origem natural ou resultantes da atividade humana [16]. Nas últimas décadas, tem-se verificado uma intensificação do aumento da temperatura média global, que já ultrapassa os 1,1 °C. Esta tendência de aquecimento, iniciada na era pré-industrial, tornou-se particularmente acentuada nos períodos mais recentes, acompanhado por perturbações no ciclo hidrológico. Estas mudanças traduzem-se numa maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, secas e precipitações intensas [17].

No contexto urbano, as implicações das alterações climáticas são particularmente preocupantes. As cidades com alta densidade e infraestruturas críticas, tendem a amplificar estes efeitos. Por

exemplo, a combinação entre ilhas de calor urbanas e as ondas de calor agrava os impactos nas populações urbanas, sendo que, do mesmo modo, as chuvas torrenciais, em ambientes altamente impermeabilizados, agravam as inundações. O IPCC salienta que as zonas urbanas ainda que sejam *hotspots* de riscos climáticos devido a concentrações de população e ativos em perigo, constituem-se, igualmente, como oportunidades-chave para conseguir encontrar soluções passíveis de resolver essas questões relacionadas com as inundações [17].

Projeções climáticas recentes apontam que, à medida que o planeta aquece, eventos de precipitação extrema tornar-se-ão mais frequentes em muitas regiões, inclusive na Europa ocidental, aumentando o risco de cheias súbitas em meio urbano [17], sendo que essas projeções vêm acompanhadas de outros fatores preocupantes para cidades costeiras, como o aumento do nível médio do mar e possíveis alterações nos regimes de tempestades costeiras.

Segundo relatórios do IPCC, as cheias tendem a intensificar-se não só devido à maior probabilidade de chuvas extremas, mas também pela subida do nível do mar e magnitudes acrescidas de marés de tempestade [18].

No caso específico de Lisboa, as alterações climáticas esperadas incluem a subida do nível das águas do estuário do Tejo e alterações nos padrões de precipitação [19]. Evidências científicas já indicam uma tendência de aumento do nível médio do mar e de eventos de tempestade costeira na costa portuguesa. [20].

Paralelamente, prevê-se um regime mais irregular de precipitação, possivelmente com períodos de seca intercalados de episódios de precipitação intensa e de curta duração. Esse cenário representa uma ameaça dupla para Lisboa, por um lado, cheias mais frequentes causadas por pluviosidades intensas e, por outro, inundações costeiras-estuarinas agravadas pelas marés altas e tempestades em contexto de nível do mar mais elevado [21]. Tal fenómeno é possível observar na *figura 2*, que ilustra a previsão do aumento desses acontecimentos, assim como a área inundada que representa mais habitação e edifícios afetados.



Figura 4 - Previsão para 2050 e 2100 do risco de inundações costeiras e dos estragos da mesma para o distrito de Lisboa (Fonte: Estatística Demográfica. SNM Portugal Visualizador [22])

Importa sublinhar que as alterações climáticas não criam riscos totalmente novos, mas amplificam riscos existentes e vulnerabilidades subjacentes. Assim, cidades como Lisboa, que já enfrentam cheias urbanas, podem ver esses eventos tornarem-se mais graves e mais comuns num futuro próximo.

As secções seguintes aprofundam a natureza das inundações urbanas e as estratégias de adaptação, reconhecendo as alterações climáticas como fator multiplicador de risco que requer respostas urgentes e incisivas no planeamento e gestão urbana.

### 2.3. Inundações urbanas

Inundações urbanas são eventos de escoamento que ocorrem em áreas densamente edificadas, resultantes de um escoamento superficial, excedendo a capacidade de drenagem local. O que difere das cheias fluviais típicas (associadas a rios transbordando após chuvas prolongadas) pela sua natureza repentina e localizada [21]. Nas cidades, inundações podem ocorrer em questões de minutos durante precipitações intensas e de curta duração, especialmente quando o solo e as superfícies construídas não conseguem, de forma suficientemente rápida, absorver ou escoar a água. [21].

Trata-se frequentemente de “*flash floods*”, que se encontram associadas a fenómenos de precipitação torrencial acompanhada de trovoadas e incidindo sobre um tecido urbano altamente impermeável. Nestas circunstâncias, grande parte da chuva escorre superficialmente, acumulando-se em pontos baixos antes que os sistemas de drenagem a consigam escoar; sendo que estes fatores, quando combinados, dão origem à designação de “inundações rápidas” que ocorrem todos os anos na cidade de Lisboa. [21].

As causas das inundações urbanas podem ser agrupadas em fatores meteorológicos e fatores antrópico-urbanísticos. O fator primário é a precipitação extrema [23], que se traduz em chuva muito intensa durante um curto intervalo de tempo. Contudo, a magnitude do impacto depende criticamente das condições da cidade: a impermeabilização do solo urbano e a insuficiência da drenagem amplificam o problema [24]. Na maioria das cidades modernas, como é o caso de Lisboa, grande parte da superfície é coberta por materiais impermeáveis, o que reduz drasticamente a infiltração da água. Como resultado, quase toda a precipitação escoar superficialmente para coletores e valetas. Se a capacidade desses sistemas for excedida, ocorre o transbordo e a inundação nas vias. No caso de Lisboa, estima-se, mais de 60% da área é impermeabilizada [10]. Essas áreas impermeabilizadas combinadas com a ocorrência de precipitações torrenciais torna-se um fator determinante para a ocorrência de inundações.

Para além desses fatores, existem outros que podem agravar as inundações em Lisboa: a morfologia do terreno, representado na imagem 3, com encostas íngremes passíveis de, rapidamente, canalizar a água para os fundos de vale, cujas marés e ventos podem dificultar o escoamento fluvial, as características e condição da infraestrutura de drenagem existente parte dela centenária e

subdimensionada face aos fluxos atuais) e os impactos crescentes das mudanças climáticas futuras. [21].

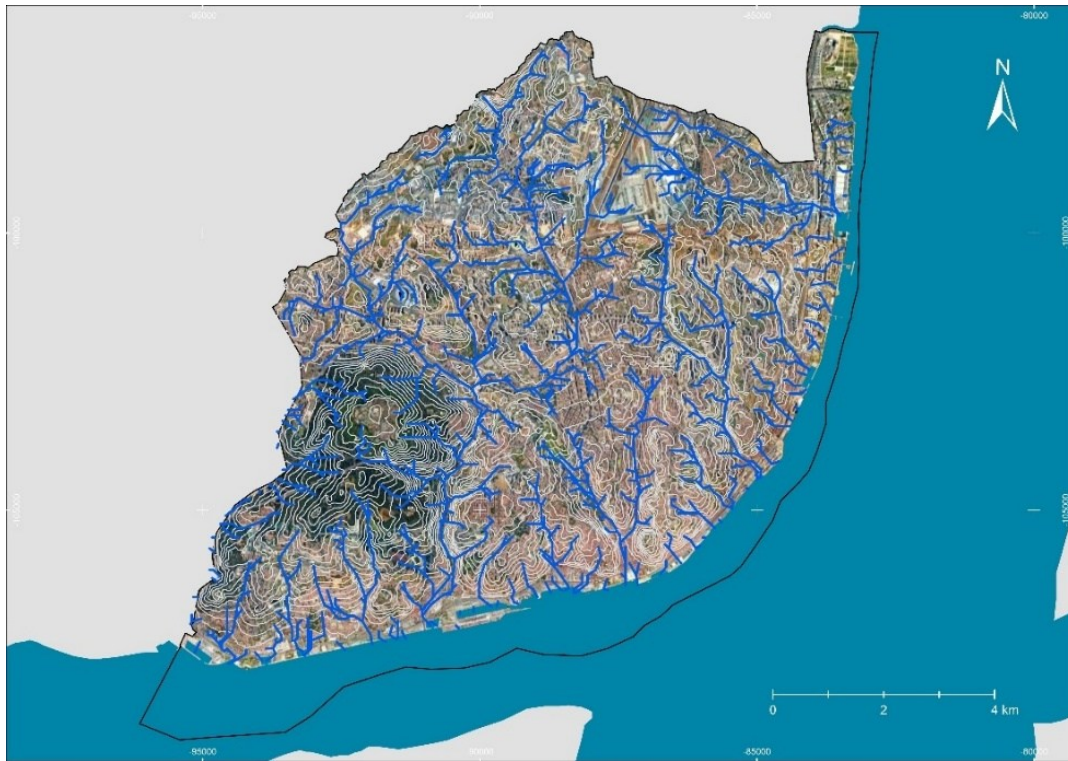


Figura 5 - Morfologia do Terreno e linhas de água de Lisboa (Fonte: Mapa elaborado pelo próprio)

No contexto de Lisboa, esses elementos combinam-se frequentemente. Por exemplo, durante marés altas no Tejo, a capacidade de descarga das ribeiras urbanas diminui e em eventos extremos, a própria água de estuário pode refluir pela rede de esgotos, saturando os coletores nas zonas ribeirinhas [21].

Deste modo, as inundações urbanas resultam da interação de fenómenos extremos meteorológicos com a forma urbana da cidade. Lisboa reúne várias condições de risco, como chuvas intensas, o relevo acidentado e a forte urbanização que acelera o escoamento e a situação estuarina que introduz constrangimentos adicionais à drenagem, sendo que todas estas causas concorrem para que as cheias urbanas se constituam como um recorrente e desafiante fenómeno a considerar na gestão da cidade.

### 2.3.1. Inundações em Lisboa

A cidade de Lisboa possui um longo historial de cheias e inundações. Muitos dos atuais bairros desenvolvem-se sobre antigos cursos de água ou várzeas, o que explica sua propensão a alagar sob chuva intensa. As zonas tradicionalmente mais afetadas coincidem com a rede hidrográfica subterrânea, as bacias das ribeiras de Alcântara, de Arroios, de Chelas/Beato, entre outras, bem como a frente ribeirinha do Tejo, que recebe a água escoada de encostas extensas. Compete ainda ressaltar que a maioria das cheias em Lisboa ocorre no chamado “sistema húmido” da cidade [25].

Ainda que tais áreas de acumulação natural tenham sido, em grande parte, urbanizadas, não deixam de manter a memória hidráulica, durante aguaceiros, em que a água tende a conquistar esses percursos ancestrais. Tal conquista, ocorre, em particular, em áreas abaixo de 5 metros de altitude (cerca de 6% da área municipal) pois são extremamente vulneráveis, já que estão sujeitas tanto ao aporte das bacias a montante, quanto ao efeito das marés no escoamento [21].

A área de Estudo, a zona Chelas, Marvila e do Beato, incide sobre uma zona oriental de Lisboa, correspondente em parte à bacia da antiga Ribeira de Chelas (também chamada Ribeira de Beato ou de Xabregas). Historicamente, essa ribeira drenava uma área significativa da encosta norte de Lisboa para desaguar no Tejo. Com a urbanização do século XX, o leito da ribeira foi canalizado e a várzea ocupada por infraestruturas. Hoje, quando ocorrem precipitações intensas, o coletor enterrado de Chelas nem sempre comporta o caudal, resultando em inundações frequentes nas zonas baixas (na Estrada de Chelas, Rua do Beato e arredores). Eventos de precipitação intensa em anos anteriores já causaram alagamentos significativos nestes bairros, com imagens de arruamentos transformados em rios e garagens submersas. Em dezembro de 2022, a freguesia do Beato foi novamente afetada: a Estrada de Chelas ficou intransitável devido à acumulação de água em poucos minutos, exigindo cortes de tráfego e operações de bombeamento de emergência [26]. Esses incidentes demonstram que Chelas/Beato constitui um dos pontos críticos da cidade.



Figura 6 - Cheias de 2022 (Fonte: Desconhecido)

Reconhecendo tal vulnerabilidade, o município incluiu essa bacia no *Plano Geral de Drenagem de Lisboa (PGDL) 2016-2030*, que prevê a construção de um túnel de drenagem de grande diâmetro precisamente entre Chelas e Santa Apolónia/Beato. Esse túnel, atualmente em obra, funcionará como um desvio para escoar diretamente para o Tejo os caudais excedentes em eventos extremos, aliviando a rede de drenagem existente [26].

Conforme veremos adiante, soluções exclusivamente “cinzentas” como túneis e coletores, embora importantes, não bastam isoladamente para resolver o problema das cheias em Lisboa, devendo ser complementadas por abordagens integradas e sustentáveis. A necessidade de estratégias

de adaptação e de soluções baseadas na natureza torna-se evidente para mitigar os impactos das inundações urbanas presentes e futuras.

### 2.3.2. Adaptação das alterações climáticas às Inundações

Face ao incremento dos riscos associados às alterações climáticas, as cidades precisam adotar duas abordagens complementares: mitigação e adaptação. A mitigação refere-se aos esforços para atenuar as causas das mudanças climáticas, sobretudo redução de emissões de gases com efeito de estufa, de modo a limitar a magnitude do aquecimento global a longo prazo. Já a adaptação refere-se a ajustes nos sistemas humanos ou naturais em resposta aos impactos climáticos observados ou previstos, visando moderar danos ou tirar proveito de oportunidades benéficas [27]. No contexto das inundações urbanas, a mitigação global é fundamental, mas os seus efeitos são de longo prazo; portanto, torna-se imprescindível implementar desde já medidas de adaptação local para gerir os riscos de inundações uma vez que estão a aumentar.

De acordo com o *IPCC*, a adaptação às alterações climáticas e a gestão de riscos de desastres devem-se complementar, oferecendo abordagens completivas para enfrentar os riscos de eventos extremos [16].

A concretização dessa visão implica a integração de políticas de ordenamento do território, de sistemas de alerta e de infraestruturas resilientes num esforço coordenado e de redução das vulnerabilidades. Nas cidades, estratégias de adaptação às inundações incluem tanto intervenções físicas (estruturais) quanto medidas não-estruturais.

A cidade de Lisboa tem dado passos importantes neste domínio. Em 2017, a CML lançou a *EMAAC* [3], alinhada com a *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020)* [28] e com os relatórios do *IPCC*. Nestas estratégias locais, as inundações são identificadas como riscos prioritários, definindo-se um conjunto de ações de adaptação. Entre essas ações estão: a implementação do já referido *PGDL* com investimentos em novos túneis, reservatórios e reforço da drenagem, a integração da adaptação climática no *PDM*, por exemplo, reservando espaços para corredores verdes e bacias de retenção, a renaturalização de linhas de água sempre que possível; a melhoria dos sistemas de monitorização meteorológica e alerta de cheias e campanhas de sensibilização e informação pública sobre riscos de inundações [27]. É de salientar que Lisboa foi uma das primeiras cidades portuguesas a elaborar um plano de adaptação climática municipal, servindo de referência para as outras (Barreiro, Cascais, Sintra) [29].

No âmbito internacional, Lisboa foi integrante do programa “100 Resilient Cities” da *Fundação Rockefeller* e subscreveu compromissos da iniciativa *Making Cities Resilient* [30].

Essas colaborações proporcionaram diagnósticos e partilha de boas práticas de adaptação urbana, reforçando as capacidades institucionais locais. O *Plano de Ação de Resiliência de Lisboa (PARL)* enfatizou que o perigo climático mais crítico para a cidade é a inundação. Análises de cenários climáticos realizados neste contexto indicam que, sem medidas adaptativas adicionais, os prejuízos associados a cheias tendem a aumentar significativamente até 2100. Essa consciencialização levou

Lisboa a adotar uma visão integrada de resiliência envolvendo múltiplos setores urbanos (drenagem, energia, transportes, proteção civil) [30], assumindo que com a interrupção de serviço durante as inundações pode gerar impactos negativos.

A estratégia adaptativa de Lisboa apoia-se em três pilares: o sistema de drenagem, o planeamento urbano e em soluções baseadas na natureza. Este último pilar tem ganho destaque nos últimos anos e será explorado na secção seguinte. Conforme referido por Matos Silva e Costa [21], a adaptação às inundações coloca um *desafio multidisciplinar*, exigindo ultrapassar paradigmas setoriais modernos e integrar conhecimentos de engenharia, planeamento urbano, arquitetura paisagista, hidrologia, entre outros.

## 2.4. Soluções sustentáveis para a gestão das águas pluviais

A adaptação dos efeitos das inundações, não passa apenas por obras de engenharia convencionais, envolve, também, repensar o modo como as cidades lidam com as águas pluviais, de forma integrada e sustentável. Nos últimos anos, conceitos como *Soluções Baseadas na Natureza (NBS)*, *Infraestruturas Verdes*, *Cidades esponja* e “bioswales”, surgem como componente chave de uma abordagem resiliente da gestão pluvial urbana. Esta secção discute estes conceitos e estratégias, evidenciando como contribuem para reduzir a vulnerabilidade a inundações, enquanto trazem benefícios ambientais e sociais.

### 2.4.1. Soluções Baseadas na Natureza

As *NBS* referem-se a intervenções inspiradas, a partir da natureza, que visam proteger, gerir de forma sustentável e restaurar ecossistemas naturais ou modificados, proporcionando simultaneamente benefícios para o bem-estar humano e para a biodiversidade [31].

No contexto da gestão da água, e particularmente na mitigação do risco de inundações, as *NBS* procuram complementar ou substituir a infraestrutura cinzenta tradicional, aproveitando os processos ecológicos e as características naturais da paisagem.

O conceito de *NBS* aplicadas ao controlo de inundações abrange um vasto leque de intervenções, como a restauração de zonas húmidas e planícies de inundação, a reflorestação e o aumento da cobertura vegetal, os telhados verdes, os pavimentos permeáveis, *bioswales* e os jardins de chuva. Estas medidas têm como objetivo reduzir o escoamento superficial, aumentar a infiltração, atrasar os picos de caudal e reforçar a retenção de água na paisagem [32].

Os ambientes urbanos são particularmente vulneráveis a inundações pluviais e fluviais devido à elevada impermeabilização do solo e à densidade da construção. As *NBS* oferecem múltiplos benefícios nestes contextos, para além da mitigação de inundações, melhoram o microclima urbano, promovem a biodiversidade e aumentam a qualidade de vida dos residentes.

Apesar do reconhecimento crescente da eficácia das *NBS* na gestão de inundações, a sua implementação enfrenta desafios como a disponibilidade de solo, a complexidade da governação e a necessidade de monitorização a longo prazo. Ainda assim, o seu papel como instrumentos sustentáveis

e adaptativos é essencial num contexto de alterações climáticas, que agravam a frequência e severidade dos eventos extremos. As *NBS* não apenas respondem aos sintomas das inundações, como também contribuem para a resiliência a longo prazo assim como para a restauração ecológica, tornando-se elementos-chave em estratégias integradas de gestão do risco de cheias [33].

#### 2.4.2. Infraestrutura Verde

A frequência e intensidade crescentes das inundações urbanas, agravadas pelas alterações climáticas e pela expansão urbana pouco planeada, exigem soluções que coligam com a eficácia hidrológica e sustentabilidade ambiental. Neste enquadramento, o conceito de infraestruturas verdes emerge como uma abordagem integrada que recorre a sistemas naturais ou seminaturais para gerir a águas pluvial, mitigando o risco de inundações e promovendo serviços ecossistémicos adicionais [34]. Ao contrário das infraestruturas cinzentas convencionais, as infraestruturas verdes procuram replicar os processos hidrológicos naturais, favorecendo a infiltração, a evapotranspiração e a retenção temporária da água.

As soluções associadas às infraestruturas verdes incluem jardins de chuva, bacias de retenção, pavimentos permeáveis, coberturas verdes, bioswales e zonas húmidas artificiais [32]. Estas soluções permitem uma gestão descentralizada das águas da chuva, contribuindo para a redução dos picos de escoamento superficial e diminuindo a pressão sobre os sistemas de drenagem urbana [35]. Nas áreas vulneráveis a inundações, estas infraestruturas revelam-se particularmente relevantes, dada a sua capacidade de armazenamento temporário de volumes significativos de água, atenuando os impactos hidrológicos extremos.

Assim, a promoção das infraestruturas verdes como medida estruturante na prevenção e mitigação de inundações constitui um passo decisivo rumo a cidades mais adaptadas às alterações climáticas e ambientalmente sustentáveis.

#### 2.4.3. Cidade Esponja

O conceito de “cidade esponja” surge como uma abordagem inovadora para a gestão urbana sustentável da água, visando mitigar os impactos das inundações, especialmente em contextos urbanos densamente impermeabilizados. Inspirado nos princípios da ecologia urbana e das *NBS*, este modelo propõe que as cidades sejam capazes de absorver, armazenar e reutilizar a água da chuva, de forma semelhante ao funcionamento de uma esponja natural [36]. Esta abordagem contrasta com os sistemas tradicionais de drenagem, que priorizam a rápida evacuação da água, frequentemente agravando os riscos de inundações a jusante.

No contexto da mitigação de inundações, as *cidades esponja* recorrem a um conjunto de infraestruturas verdes e técnicas de desenho urbano que incluem jardins de chuva, bacias de retenção, pavimentos permeáveis, telhados verdes, zonas húmidas urbanas e corredores ecológicos [37]. Estas soluções permitem retardar o escoamento superficial, aumentar a infiltração no solo e reduzir o volume de águas pluviais transportadas para os sistemas de drenagem convencionais, diminuindo a probabilidade e a severidade de cheias urbanas. Além disso, promovem a recarga dos aquíferos, a

melhoria da qualidade da água e a resiliência das cidades às alterações climáticas, especialmente perante eventos extremos cada vez mais frequentes [38]. Assim, o modelo de cidade esponja constitui uma resposta integrada e ecológica aos desafios contemporâneos da urbanização e das alterações climáticas.

#### 2.4.5. Outras soluções

Entre outras soluções, existem algumas soluções sustentáveis de pequena a média escala que complementam as estratégias gerais. Estas medidas, muitas vezes distribuídas pela cidade em múltiplos pontos, contribuem cumulativamente para a redução do risco de cheias e para a melhoria ambiental.

*Bioswales* são sistemas de gestão sustentável de águas pluviais que combinam vegetação, solo e microrganismos para tratar e infiltrar o escoamento superficial, sendo particularmente eficazes na mitigação de inundações urbanas [39]. Estes dispositivos lineares, frequentemente instalados ao longo de estradas ou em áreas urbanas impermeabilizadas, figura 7, que representa a funcionalidade da bioswale, funcionam como canais vegetados que retardam o fluxo da água, promovem a sua infiltração no solo e removem poluentes antes que a água atinja corpos hídricos ou sistemas de drenagem convencionais [40]. No contexto das inundações, as *bioswales* reduzem significativamente o volume e a velocidade do escoamento superficial, atenuando os picos de caudal durante eventos de chuva intensa. Além disso, aumentam a resiliência das infraestruturas urbanas ao promoverem a retenção e o armazenamento temporário da água, contribuindo para uma resposta adaptativa face às alterações climáticas e à crescente frequência de fenómenos extremos [40].

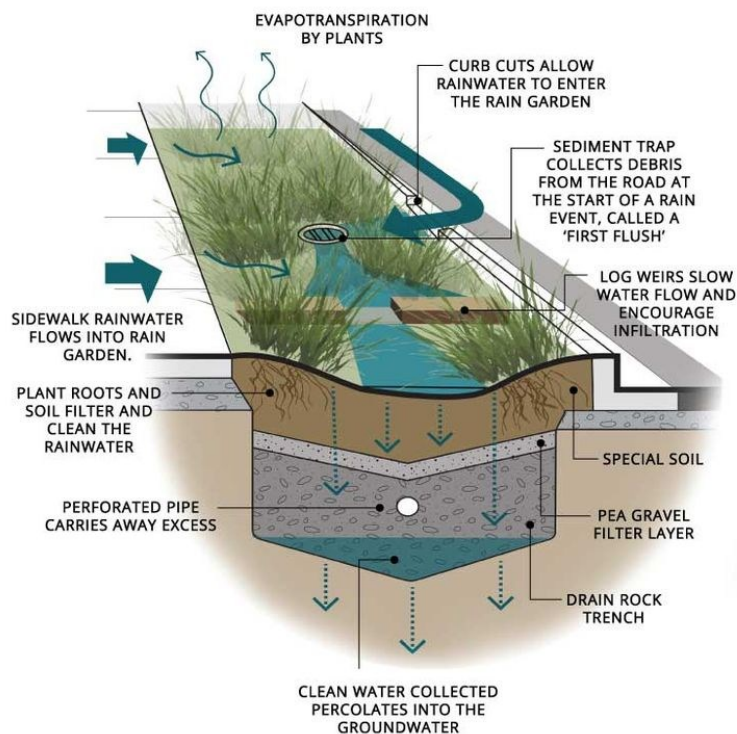


Figura 7 - Conceito de Bioswales (Fonte: Pinterest.com)

Jardins de Chuva são infraestruturas verdes projetadas para capturar, infiltrar e tratar o escoamento superficial proveniente de eventos pluviais, figura 8, desempenhando um papel essencial na prevenção e mitigação de inundações urbanas. Consistem em depressões pouco profundas vegetadas com plantas adaptadas a variações de humidade, que promovem a infiltração da água no solo e a sua evapotranspiração, enquanto removem poluentes através de processos físico-químicos e biológicos [40]. No contexto das inundações, os *jardins de chuva* funcionam como bacias de retenção descentralizadas, diminuindo o volume e a velocidade do escoamento e reduzindo a pressão sobre os sistemas de drenagem convencionais, especialmente durante episódios de precipitação intensa [41].



Figura 8 - Jardim Chuva com Painel informativo / Educativo em Quioto, Tóquio (Fonte: Fotografia cedida pelo Prof. Jorge Cancela)

Os telhados e paredes verdes, enquanto NBS, constituem sistemas vivos integrados na arquitetura urbana que promovem a retenção, evapotranspiração e infiltração da água da chuva, desempenhando um papel relevante na mitigação de inundações em áreas densamente impermeabilizadas [42]. Os telhados verdes são coberturas edificadas com substrato e vegetação que armazenam temporariamente as águas pluviais, reduzindo os picos de escoamento e atrasando o seu encaminhamento para os sistemas de drenagem. As paredes verdes, embora com menor capacidade de retenção hídrica, contribuem para a regulação microclimática e para o aproveitamento das superfícies verticais como suporte ecológico [43]. No contexto das inundações, estas infraestruturas reduzem significativamente a carga sobre os sistemas de escoamento urbano durante episódios de precipitação intensa, ao absorverem parte da água diretamente no local de queda. Além dos benefícios hidráulicos, oferecem ganhos adicionais como o isolamento térmico e acústico, o sequestro de carbono, a melhoria da qualidade do ar e o aumento da biodiversidade urbana [43].

As bacias de retenção são infraestruturas hidráulicas projetadas para armazenar temporariamente o escoamento superficial resultante de eventos pluviais intensos, desempenhando um papel crucial na prevenção de inundações em zonas urbanas [44]. Estas bacias funcionam como reservatórios de controlo de cheias, permitindo a acumulação controlada da água da chuva e o seu

escoamento retardado para os sistemas de drenagem ou cursos de água naturais, reduzindo significativamente os picos de caudal e o risco de sobrecarga das infraestruturas existentes. Podem ser secas (com descarga completa após os eventos) ou húmidas (mantendo um volume permanente de água), e são frequentemente integradas em projetos de gestão sustentável da água urbana, especialmente em áreas com elevada impermeabilização do solo. No contexto das inundações, constituem uma solução eficaz para mitigar os efeitos das alterações climáticas, adaptando o território a fenómenos extremos, enquanto podem ser concebidas como espaços multifuncionais com funções ecológicas, recreativas e paisagísticas [44].

Em conclusão, as NBS, não só oferecem respostas eficazes para a gestão das águas pluviais e mitigação dos impactos das inundações urbanas, como também contribuem para a qualificação do espaço público, gerando valor ambiental, social e estético. Estas infraestruturas verdes integram-se harmoniosamente no tecido urbano, transformando em áreas impermeáveis, em espaços multifuncionais que aumentam a resiliência hídrica e enriquecem a experiência urbana. Além disso, a evidência económica é clara: de acordo com o relatório *The Value of Incorporating Nature in Urban Infrastructure Planning*, publicado pelo *International Institute for Sustainable Development* [45] em 2022, as infraestruturas baseadas na natureza são, em média, 42% mais baratas e geram 36% mais valor do que as soluções cinzentas tradicionais, quando considerados os custos evitados e os benefícios ganhos. Investimentos desta natureza são passíveis de gerar até 30 vezes o seu valor inicial em termos de retornos sociais, através da melhoria do bem-estar, da redução da poluição e do aumento da qualidade de vida urbana e constituem uma oportunidade estratégica para inovar e combinar a estética dos jardins com funcionalidades hidrológicas discretas e eficazes.

## 2.5. Água como um elemento estruturante

Espaço público refere-se aos espaços de uso coletivo e acessíveis a todos, como ruas, praças, passeios, jardins e outros logradouros. Estes espaços constituem-se como palco da vida urbana, com centralidade social, política e cultural, servindo de lugar de encontro, convivência e exercício da cidadania. Tradicionalmente, o desenho urbano muitas vezes priorizou o tráfego automóvel nesses espaços, tratando-os como meras vias de passagem [46]. Contudo, nas últimas décadas tem-se verificado uma mudança de paradigma: as cidades procuram transformar os espaços antes vistos apenas como “de passagem” em locais de convívio mais diversos, interconectados, confortáveis, seguros e sustentáveis, favorecendo a circulação pedonal, de ciclistas e de transportes públicos em detrimento do automóvel [46]. Deste modo, um espaço público de qualidade é inclusivo e versátil, acolhendo múltiplos usos e utilizadores.

Importa salientar que é no espaço público que se materializam diversas estratégias de planeamento urbano, incluindo aquelas voltadas para a resiliência urbana face aos desafios futuros, como as alterações climáticas. De facto, o espaço público moderno é encarado não só como local de interação social, mas também como componente estrutural da cidade capaz de acomodar soluções inovadoras para problemas ambientais e urbanos emergentes.

Em Lisboa, o espaço público tem sido alvo de planos e manuais orientadores promotores da acessibilidade universal e sustentabilidade, numa visão de cidade mais resiliente e preparada para o futuro [46]. Nesse contexto, o desenho dos espaços públicos surge como instrumento fundamental para implementação de medidas de adaptação que visam aumentar a resiliência das cidades às ameaças naturais e às mudanças climáticas [47]. A aplicação de medidas locais de adaptação climática no projeto de espaços públicos é determinante para a qualidade das cidades futuras [47], assim, compreender o que é o espaço público e seu papel no tecido urbano, é o primeiro passo para explorar como o mesmo pode contribuir para cidades mais resilientes.

O desenho do espaço público desempenha um papel crucial na definição da qualidade e funcionalidade destes espaços. Um bom desenho urbano não se resume à estética, mas abrange, também, aspetos de funcionalidade, segurança, conforto, acessibilidade e sustentabilidade. A forma como ruas e praças são configuradas influencia diretamente a maneira como as pessoas utilizam esses espaços e experienciam o quotidiano da cidade no dia a dia, calçadas amplas e bem delineadas incentivam o exercício físico em geral, bem como praças com mobiliário urbano adequado convidam à permanência e interação social, à existência de arborização do espaço público em climas quentes e sombra que convida e se torna anfitriã do conforto e abrigo térmico.

Dessa forma, o desenho urbano de qualidade promove inclusão social e vitalidade urbana, proporcionando ambientes agradáveis e seguros para todas as faixas etárias e capacidades.

Para além dos benefícios sociais, o desenho do espaço público tem ganho destaque como ferramenta para enfrentar desafios urbanos contemporâneos, incluindo a necessidade de adaptação às alterações climáticas [48]. A flexibilidade e qualidade do desenho de espaços públicos é um fator-chave na capacidade de adaptação das cidades a ameaças climáticas [48]. De acordo com o *CABE Space* (braço consultivo de design urbano do Reino Unido) [49], a adaptação das cidades a riscos como inundações depende fortemente da existência de espaços públicos bem desenhados e flexíveis, capazes de cumprir funções múltiplas. Noutras palavras, o *design* inteligente do espaço público pode gerar soluções integradas que simultaneamente atendam a necessidades de lazer, mobilidade, convívio e gestão ambiental. Assim, por favorecer abordagens interdisciplinares, o projeto do espaço público permite combinar objetivos de diferentes setores urbanos (transportes, ambiente, infraestruturas) num único local [47].

Os espaços públicos multifuncionais, planeados para acolher diversos usos e propósitos, são especialmente propícios para incorporar estratégias de adaptação climática sem perder de vista a sua função social central [47]. Consequentemente, a importância do desenho reside na sua capacidade de articular forma e função, assumindo que um espaço público bem concebido pode melhorar a qualidade de vida urbana, ao mesmo tempo em que contribui para solucionar problemas tais como a drenagem de águas pluviais [48].

A relação entre o desenho do espaço público e a água, particularmente no contexto das inundações, têm sido objeto de crescente atenção. As inundações, muitas vezes causadas por chuvas intensas e sistemas de drenagem insuficientes, estão entre os riscos naturais mais frequentes nas

idades contemporâneas [47]. Zonas urbanas densas e altamente impermeabilizadas são especialmente vulneráveis a cheias súbitas, uma vez que grande parte da precipitação esco superficialmente, podendo sobrecarregar coletores e condutas pluviais. Diante desse problema, têm procurado integrar soluções de gestão de águas pluviais diretamente no desenho dos espaços públicos, de modo a mitigar os efeitos das chuvas torrenciais e prevenir inundações [48].

Várias estratégias de *design* têm sido implementadas para controlar e aproveitar a água da chuva, já que a água, enquanto matéria construtora do projeto paisagista [50] pode e deve ser tratada como um elemento estruturante do espaço. Essa visão inspira a criação de espaços públicos que acolhem e integram, assumindo a água em vez de simplesmente a removerem.

Essas estratégias exemplificam o conceito de *infraestrutura verde-azul*, em que elementos naturais são integrados no tecido urbano para desempenhar funções de drenagem e controle de cheias, complementando ou substituindo infraestruturas cinzentas tradicionais [50]. A incorporação de medidas de adaptação às inundações no desenho de espaços públicos pode reduzir significativamente o escoamento superficial e a carga sobre os sistemas de drenagem existentes, estimando-se que intervenções focadas em apenas 5% da área impermeável de Lisboa poderiam reter, “on-site”, cerca de 8000 m<sup>3</sup> de águas pluviais, volume que deixaria de entrar na rede de esgotos e, portanto, não contribuiria para inundações na cidade [21]. Isto demonstra o enorme potencial de impacto que soluções de desenho urbano adaptativo têm na mitigação de enchentes em zonas urbanas críticas.

Além desta função direta de controlo das águas pluviais, o desenho cuidadoso do espaço público frente às inundações traz benefícios colaterais, já que muitas das soluções melhoram a qualidade ambiental e urbana, aumentando as áreas verdes, refrescando o microclima e enriquecendo a paisagem [51]. Assim, a abordagem de projetar com a água promove ganhos multifuncionais, ao mesmo tempo em que se caminha para uma visão em que a cidade se torna mais segura contra cheias, enriquecendo o espaço público para os cidadãos, tanto em termos estéticos quanto ecológicos [47].

Tais projetos são integradores de rios e espaços públicos urbanos, exaltando essa multifuncionalidade, combinando estratégias de planeamento passíveis de conjugar ecossistemas ribeirinhos, lazer e prevenção de riscos [51]. De facto, tais projetos assumem-se como profícuas iniciativas de requalificação de frentes ribeirinhas ou linhas de água urbanas (*River Space Design*), comprovando que é possível aliar a renaturalização de cursos de água com a criação de espaços públicos que redundam em cidades mais resilientes e com melhor qualidade de vida [51].

Deste forma a interação entre espaço público e água representa um campo interdisciplinar cujo encontro resulta na certeza de enfrentar os desafios das alterações climáticas e da urbanização densa. O desenho urbano sensível à água revela-se uma componente indispensável de uma cidade resiliente: desde a escala do bairro, com soluções locais de drenagem sustentável até à escala metropolitana, com planos diretores que reconhecem o papel da infraestrutura verde e azul [47]. Ao considerar as inundações, não apenas como um problema técnico a resolver, mas como uma oportunidade de “reconfigurar” o espaço público, as cidades podem converter áreas vulneráveis em territórios de inovação. A convergência entre medidas de adaptação às cheias e o desenho de espaços públicos está

a impulsionar novos paradigmas de projeto urbano [52]. Desta maneira, o espaço público do futuro assume-se não só como lugar de encontro e expressão comunitária, mas também como agente ativo na gestão da água, contribuindo para cidades mais sustentáveis, seguras e resilientes.

## 2.6. Projetos de referência

Nesta secção apresentam-se projetos de referência internacionais que ilustram diferentes estratégias de desenho do espaço público orientadas para a gestão sustentável da água e a mitigação de inundações urbanas. Estes exemplos servem simultaneamente como Fonte de inspiração e como guia técnico para a adaptação de Lisboa às alterações climáticas. Assumindo que diversas cidades, à escala global, têm implementado soluções inovadoras, com resultados replicavelmente eficazes e passíveis de combinar engenharia hidráulica com desenho urbano, seguem-se alguns casos emblemáticos, cuja lições são analisadas com vista à sua possível adaptação ao contexto lisboeta.

### ***Waterplein Benthemplein - Praças de Água e Infraestruturas Multifuncionais***

Roterdão (Países Baixos)

Roterdão, localizada abaixo do nível do mar e frequentemente sujeita a chuvas intensas, tem-se destacado na implementação de soluções inovadoras para a gestão sustentável da água em ambientes urbanos. Um exemplo emblemático é a *Waterplein Benthemplein*, concebida pelo estúdio de arquitetura paisagista *De Urbanisten* [53].

A *Waterplein Benthemplein* é uma praça pública multifuncional que combina espaços de lazer com infraestruturas de gestão de águas pluviais. Nos períodos secos, as três depressões que compõem a praça servem como áreas recreativas: uma delas funciona como campo desportivo para futebol, basquetebol e voleibol, a outra é utilizada por praticantes de skate e ciclismo e a terceira inclui uma ilha central que pode ser usada como palco ou área de descanso. Esta praça, durante as chuvas intensas, as depressões criadas, que antes eram utilizadas como um espaço de lazer, agora transformam-se em

bacias de retenção temporária, capazes de armazenar até 1.800 m<sup>3</sup> de água, aliviando a pressão sobre o sistema de drenagem urbano [53].

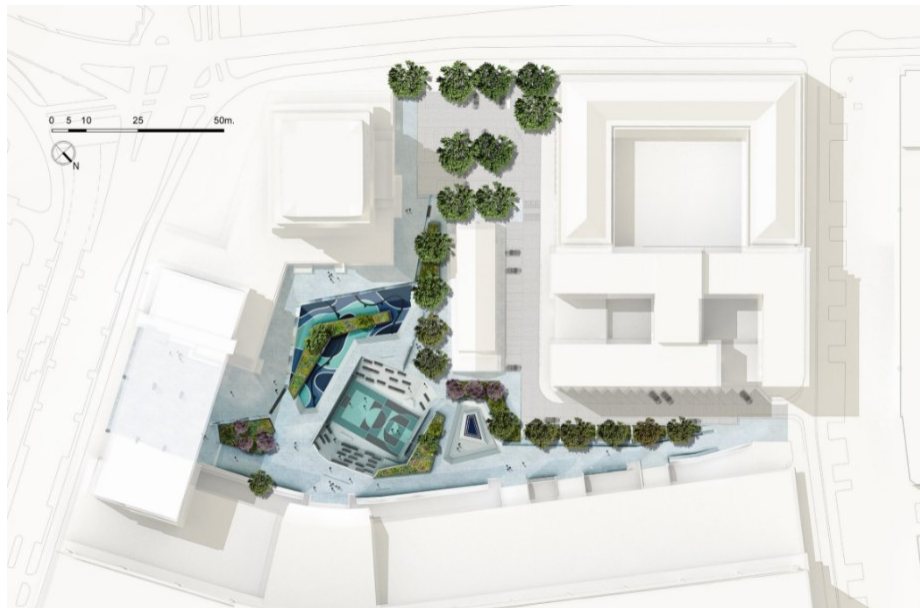


Figura 9 - Plano Geral do Projeto Watersquare Benthemplein (Fonte: De Urbanisten [53])

O *design* da praça incorpora elementos que tornam o processo de captação de água visível e pedagógico para o público, fazendo-o compreender o processo e a sua importância. Calhas de aço inoxidável de grandes dimensões direcionam a água da chuva para as bacias, criando cascatas e fluxos que enfatizam a presença e o movimento da água no espaço urbano. Após o evento pluvial, a água armazenada infiltra-se gradualmente no solo ou é encaminhada para o sistema de águas superficiais da cidade, contribuindo para a recarga dos aquíferos e reduzindo o risco de inundações [53].

Este projeto exemplifica a abordagem de infraestruturas híbridas e adaptativas, onde a funcionalidade técnica é harmoniosamente integrada com a qualidade estética e social do espaço público. Além da *Waterplein Benthemplein*, Roterdão tem implementado outras soluções inovadoras, como parques lineares sobre diques (por exemplo, *Westzeedijk*) e garagens subterrâneas multifuncionais que operam como estacionamentos e reservatórios temporários durante tempestades [53].

A filosofia subjacente a estas intervenções é maximizar o valor de cada infraestrutura, promovendo a resiliência urbana às alterações climáticas sem comprometer a vivência e a funcionalidade dos espaços urbanos. Para cidades como Lisboa, onde os espaços abertos são limitados, especialmente no centro histórico, a adaptação de estruturas multifuncionais, como praças ou parques de estacionamento que possam servir temporariamente como bacias de retenção durante eventos de cheia, revela-se uma abordagem inspiradora.

A integração de infraestruturas de gestão de água em espaços públicos não só melhora a capacidade de adaptação das cidades às mudanças climáticas, como também enriquece a qualidade dos espaços urbanos, promovendo o convívio social e a conscientização ambiental.

## **Plano de Gestão de *Cloudburst***

Copenhaga (Dinamarca)

A cidade de Copenhaga, capital da Dinamarca, representa atualmente um dos casos mais emblemáticos de adaptação urbana às alterações climáticas, com especial enfoque na gestão de eventos extremos de precipitação. Em 2011, a cidade foi severamente afetada por um fenómeno de cloudburst, chuvas torrenciais concentradas num curto período temporal, que provocou inundações com prejuízos estimados em mais de 800 milhões de euros [54]. Perante este cenário, as autoridades municipais desenvolveram um plano inovador de gestão de cloudburst [55], que se constitui, atualmente numa referência internacional no domínio da resiliência urbana.

O Plano de Gestão de Cloudburst de Copenhaga é uma estratégia integrada e de longo prazo (com horizonte temporal até 2030-2050), concebida para proteger toda a cidade de cheias com períodos de retorno de 100 anos [56]. O plano divide a cidade em bacias urbanas de gestão hídrica e integra mais de 300 projetos de infraestruturas verde-azul, que combinam soluções de retenção, infiltração e encaminhamento seguro da água excedente para zonas de menor risco.

Entre as intervenções mais emblemáticas encontra-se a transformação de ruas em “ruas-válvula” (cloudburst roads), que, em situações de precipitação extrema, funcionam como canais de drenagem a céu aberto, conduzindo a água para zonas de retenção como parques inundáveis ou o porto da cidade [46]. Um exemplo paradigmático é o Parque Hans Tavsens, no bairro de Nørrebro, que foi rebaixado e requalificado paisagisticamente para reter até 18.000 m<sup>3</sup> de água, enquanto proporciona novos espaços verdes de qualidade à comunidade [57].

A cidade investiu ainda na criação de “pocket parks” equipados com bacias de retenção e cisternas subterrâneas, que contribuem para a retenção descentralizada da água da chuva. Este modelo aposta na distribuição territorial de micro intervenções, que funcionam de forma articulada no quadro de uma estratégia sistémica [55].

Para além da componente técnica, o plano de Copenhaga distingue-se pelo rigor na análise custo-benefício, que demonstrou que “é demasiado caro não agir”; isto é, os custos associados à inação superariam largamente os investimentos em adaptação [54]. O modelo de financiamento combina recursos públicos, contribuições dos serviços de água e parcerias com o sector privado, tornando-o financeiramente viável e replicável.

## **Bishan-Ang Mo Kio Park e Reabilitação de Rios Urbanos**

Singapura

Singapura, uma cidade-estado tropical com elevada densidade urbana que enfrenta desafios significativos relacionados com a gestão das águas pluviais, devido à combinação de fortes precipitações e intensa urbanização. Tradicionalmente, as cidades optaram por soluções de engenharia pesada, como a canalização de cursos de água e o aumento da capacidade das condutas. Contudo, a agência nacional da água de Singapura, a *Public Utilities Board* [58], desenvolveu uma estratégia

alternativa baseada na renaturalização fluvial e na integração da água no desenho urbano e paisagístico.

Um dos exemplos mais emblemáticos desta abordagem é o *Parque Bishan-Ang Mo Kio*, localizado no centro da ilha. Neste espaço, o antigo canal de betão do rio Kallang foi transformado num curso de água naturalizado com meandros, margens vegetadas e zonas alagáveis. Esta reabilitação permitiu converter um canal impermeável e rígido num ecossistema fluvial dinâmico e resiliente [59]. O parque funciona como uma planície de inundação urbana: em condições normais, oferece jardins, percursos pedonais e lagos; em episódios de chuva intensa, cerca de 16 hectares do parque podem ser temporariamente alagados, permitindo o armazenamento e escoamento lento da água, sem causar danos a infraestruturas nem à população [60].



Figura 10 – Plano Geral (Fonte: Sociedade Americana de Arquitetos Paisagistas)

Este projeto resultou numa melhoria significativa da capacidade de drenagem da bacia hidrográfica, com a redução dos riscos de inundações a jusante. Simultaneamente, o parque tornou-se um dos espaços públicos mais apreciados pela população, reforçando o valor social e ecológico da intervenção [61]. A excelência do projeto foi reconhecida internacionalmente, tendo recebido o prémio de design da *American Society of Landscape Architects (ASLA)* em 2016.

### **Green City, Clean Waters**

Filadélfia (EUA)

A cidade de Filadélfia, nos Estados Unidos da América, constitui um exemplo paradigmático de como as infraestruturas verdes podem ser integradas em estratégias de gestão urbana da água, oferecendo uma alternativa viável e sustentável às soluções convencionais de engenharia cinzenta. O programa *Green City, Clean Waters*, lançado em 2011, representa um compromisso a 25 anos para transformar o sistema de águas pluviais da cidade, através da implementação de NBS para controlar tanto a poluição difusa como as cheias urbanas [62].

Ao invés de investir num túnel de escoamento profundo, estimado em vários milhares de milhões de dólares, Filadélfia optou por um modelo descentralizado de intervenção ecológica. Esta abordagem inclui a instalação de milhares de elementos como *jardins de chuva* integrados no espaço público, árvores de alinhamento com reservatórios subterrâneos, pavimentos permeáveis, coberturas verdes, zonas húmidas artificiais, entre outros [63]. Até 2021, mais de 2.500 destas estruturas já haviam sido instaladas, com impactos mensuráveis na redução do escoamento superficial e na melhoria da qualidade da água nos cursos recetores [64].

Para além da eficácia hidráulica e ambiental, o plano apresenta uma vantagem económica significativa: o custo total estimado ronda os 2,4 mil milhões de dólares, valor consideravelmente inferior à proposta tradicional de engenharia cinzenta [64]. Além disso, gerou benefícios colaterais relevantes, como o embelezamento do espaço urbano, a valorização do património imobiliário e a promoção da equidade social ao envolver comunidades historicamente desfavorecidas na planificação e manutenção das intervenções [62].

### Reservatórios Subterrâneos de Tempestade

Tóquio (Japão)

Embora o enfoque contemporâneo da gestão urbana de águas pluviais privilegie cada vez mais as *NBS* é pertinente considerar exemplos de estratégias contrastantes, baseadas em infraestruturas cinzentas, para melhor compreender os diferentes modelos de resposta à ocorrência de cheias urbanas. Um caso paradigmático encontra-se em Tóquio, Japão, onde, entre o final da década de 1990 e os anos 2000, foi desenvolvido um dos sistemas mais avançados e imponentes de drenagem subterrânea do mundo: o *Metropolitan Area Outer Underground Discharge Channel*, também conhecido como *G-Cans* [65].

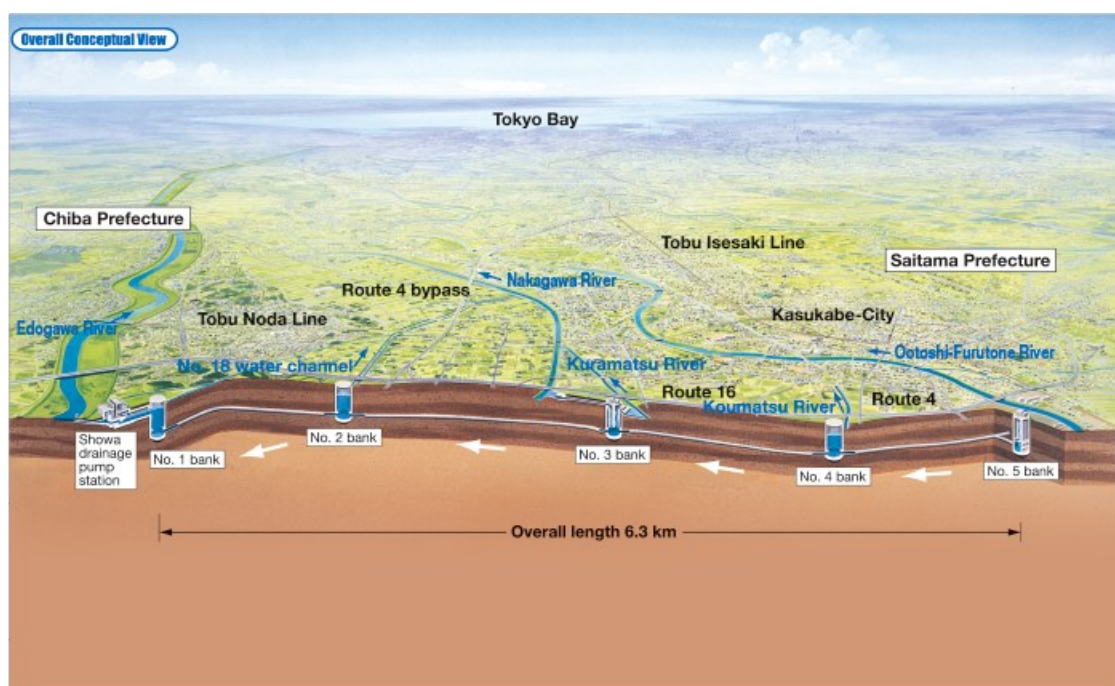


Figura 11 - Representação dos túneis do Canal Subterrâneo de Drenagem da Área Externa Metropolitana, Japão (Fonte: MLIT Japão [65])

Este sistema é composto por cinco silos de contenção vertical com cerca de 70 metros de profundidade e 30 metros de diâmetro, interligados por um túnel com 6,3 quilômetros de extensão e 10 metros de diâmetro [67]. A infraestrutura é capaz de armazenar e desviar milhares de milhões de litros de água provenientes de rios locais durante eventos extremos de precipitação, evitando assim inundações em zonas mais baixas da cidade [65]. A obra tem sido frequentemente designada como “catedral subterrânea”, tanto pela sua escala monumental como pelo seu carácter simbólico de domínio técnico sobre as forças da natureza [65].

Contudo, apesar da sua eficácia local no controlo de cheias, o sistema de Tóquio representa uma solução dispendiosa e altamente especializada, cujos benefícios se restringem essencialmente à mitigação do risco hídrico [67], não oferecendo benefícios ambientais ou sociais significativos, como o aumento da biodiversidade urbana, melhoria da qualidade do ar, amenização térmica ou criação de espaços públicos verdes, que se reconhecem como fatores frequentemente associados às NBS [69].

A experiência internacional mostra que as cidades mais resilientes combinam infraestruturas cinzentas com NBS e adaptadas às suas especificidades locais. Projetos como os de Roterdão, Copenhaga, Singapura e Filadélfia demonstram que é possível reduzir significativamente o risco de cheias através de intervenções integradas no espaço urbano, muitas vezes com ganhos adicionais em qualidade de vida; assim sendo, Lisboa poderá aprender com estes exemplos, adotando e adaptando à sua realidade, estratégias que incluam praças, parques-bacia, corredores verdes e jardins de chuva. Áreas como Chelas, oferecem oportunidades concretas para aplicar estes princípios, promovendo uma urbanização mais permeável e resiliente, assumindo que a integração entre planeamento urbano e gestão sustentável da água se deverá tornar uma prioridade estratégica.

## 03. Caso de Estudo

### Vale de Chelas

### 3. Caso de Estudo – Vale de Chelas

#### 3.1. Enquadramento, Planos e Projetos relevantes

Neste capítulo, irei abordar aspetos fundamentais, de forma a contextualizar o problema das inundações urbanas, começando pelo enquadramento e localização da área de estudo, uma vez que o objetivo é a requalificar o espaço público, no vale de Chelas, recorrendo a um meio de desenvolvimento e implementação de um modelo-tipo, para isso é preciso compreender a relevância territorial e espacial da área. Posteriormente, serão analisados os IGT, essenciais para regulamentar e orientar o desenvolvimento urbano e territorial, com especial destaque para o *PDM e o PU de Chelas e Plano de Pormenor de Chelas (PP)*.

Logo depois, analisarei instrumentos de planeamento e projetos relevantes, e que desempenham um papel central na evolução e transformação do território. Entre eles:

O *PGDL, O projeto da Terceira Travessia do Tejo (TTT), O Plano de Recuperação e Resiliência* e a sua relação com o futuro Hospital de Todos-os-Santos, a Unidade de Execução de Marvila.

Esta abordagem permitirá compreender o contexto territorial e os principais fatores que influenciam o desenvolvimento urbano da região, fornecendo uma base sólida para a análise subsequente.

##### 3.1.1. Enquadramento e Localização

A área de estudo que corresponde ao vale de Chelas, abrange as freguesias de Marvila e Beato, localizadas na zona oriental de Lisboa, junto ao Rio Tejo. Estas duas freguesias têm cerca de 48 mil habitantes (35479 em Marvila e 12 183 no Beato, [69]). Também caracterizada pela diversidade de usos do solo, desde zonas residenciais, industriais reconvertidas e alguns espaços verdes.

A análise será feita em duas escalas complementares: Em primeiro lugar ao nível das freguesias, para entender a interação da cidade com o meio ambiente, e de seguida ao nível local para aplicar soluções práticas de mitigação de inundações em pontos críticos.

Esta abordagem multi-escalar permite avaliar os processos gerais que contribuem para as inundações urbanas e, em seguida, aplicar intervenções específicas nos locais mais vulneráveis [70].

Ao nível da freguesia, Marvila e Beato situam-se numa posição chave entre a frente ribeirinha e as zonas mais altas do interior de Lisboa e por ambas fazerem parte da mesma área de unidade de intervenção territorial. Historicamente, esta área desenvolveu-se ao longo do Vale de Marvila-Beato, também conhecido como Vale de Chelas, um vale amplo que desce desde proximidades do Aeroporto Humberto Delgado até ao Tejo. Este vale é um corredor natural por onde escoam as águas pluviais em direção ao rio, condicionando a dinâmica urbana e ambiental.



Figura 12- Mapa de localização da área de estudo e freguesias em estudo (Fonte: Mapa criado pelo próprio)

A nível local, a análise incidirá sobre os pontos específicos destas freguesias que apresentam vulnerabilidade a inundações. Existem vários pontos críticos de acumulação de água nesta zona. Destacam-se, algumas zonas como, a zona de Xabregas e Rua Gualdim Pais (no Beato), reconhecida no PGDL [71] como um dos locais de inundações frequentes que requerem intervenção prioritária. Nesta escala, serão considerados fatores como a capacidade da rede de drenagem local, a impermeabilização do solo e eventuais obstáculos ao escoamento superficial, de modo a delinear medidas de mitigação.

Do ponto de vista físico, a área de estudo está fortemente marcada pela sua morfologia de vale e pela proximidade do Rio Tejo. As curvas de nível evidenciam um desnível acentuado: nas partes altas, junto a Chelas e ao topo do vale da Montanha (Areiro), as cotas aproximam-se de 90 a 100 metros, descendo gradualmente em direção ao nível médio das águas do Tejo (cota 0) na zona ribeirinha.

Em termos da sua bacia Hidrográfica, o vale de Marvila-Beato integra a segunda maior bacia hidrográfica urbana de Lisboa, apenas ultrapassada pela bacia de Alcântara [4]. O sistema de drenagem natural aqui divide-se em duas sub-bacias principais: a do próprio vale de Chelas e a do vale da Montanha, ambas contribuindo para o escoamento em direção ao Tejo. A presença do Rio Tejo a sul das freguesias é um fator físico determinante.

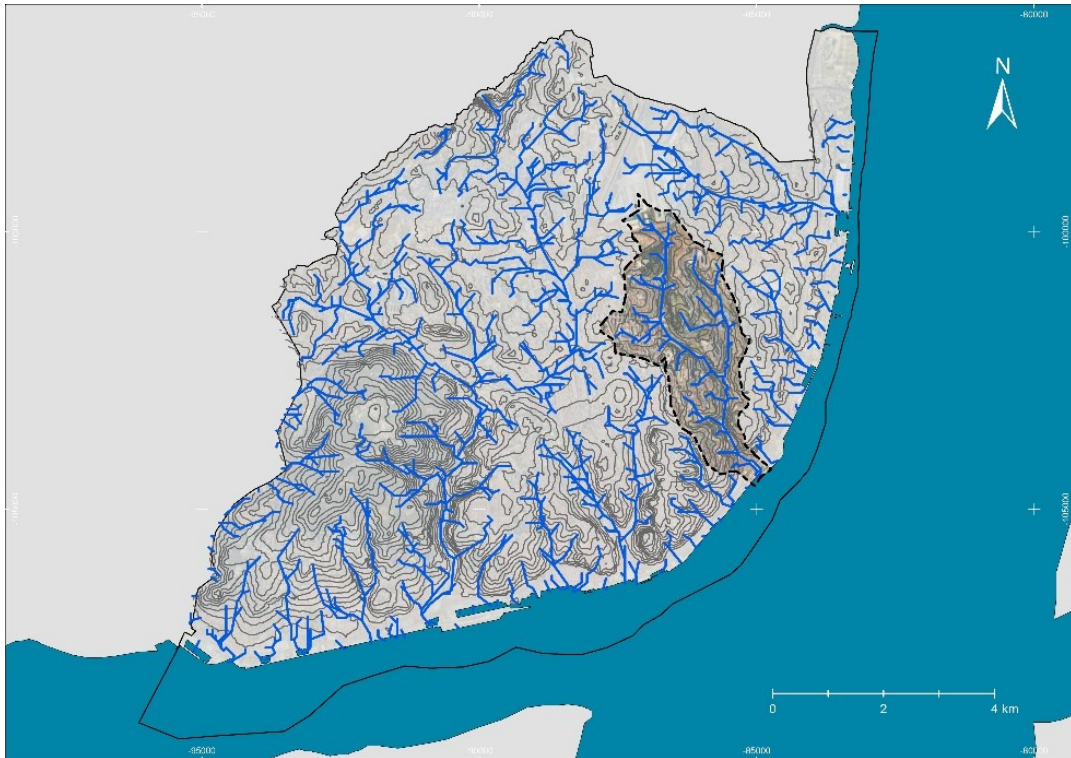


Figura 13 – Linhas de água de Lisboa com ênfase à área de estudo (Fonte: Mapa criado pelo próprio)

A seleção desta área de estudo justifica-se, pela influência direta do PGDL.

Este plano municipal, atualmente em fase de implementação, surgiu para modernizar e reforçar o sistema de drenagem da cidade face às cheias frequentes e às perspetivas de agravamento decorrentes das alterações climáticas. Marvila e Beato estão no centro de algumas das intervenções estruturantes propostas pelo PGDL, o que torna o seu estudo particularmente relevante, que será abordado ao pormenor de seguida.

No planeamento territorial é útil distinguir entre estruturas invariantes (elementos permanentes de ordem biofísica) e estruturas variantes (elementos dinâmicos de origem antrópica), dado que cada um destes conjuntos de fatores requer abordagens diferenciadas. Na área em análise, identificam-se claramente ambos os tipos:

**Estruturas invariantes [72]:** São os condicionantes naturais e de base relativamente estável no longo prazo. Incluem a morfologia e as linhas de água, o clima regional e o tipo de solos, neste caso o de aluvião. Estes fatores definem oportunidades e riscos intrínsecos, por exemplo, a topografia e a existência do vale impõem corredores preferenciais de escoamento e zonas de infiltração que não podem ser ignoradas. Igualmente, a proximidade do Tejo e a sua influência estuarina são invariantes que determinam os níveis de base para drenagem. Deste modo as invariantes são a base natural sobre a qual o tecido urbano se apoia, e são cruciais para a resiliência a fenómenos extremos.

**Estruturas variantes [72]:** Correspondem aos elementos resultantes da ação humana, que podem mudar ao longo do tempo com novos projetos urbanos, políticas ou dinâmicas socioeconómicas. Nesta categoria inserem-se a ocupação do solo (edificações, densidade habitacional), as infraestruturas construídas, e os usos e atividades socioeconómicas.

No contexto da área de estudo, as diferentes variantes estruturais correspondem aos empreendimentos mais recentes, de requalificação urbana e as mudanças de uso de antigos armazéns industriais para fins culturais ou empresariais. Estas transformações podem influenciar o padrão de escoamento e também alterar a exposição das pessoas e bens ao risco. O *PDM* oferece diretrizes sobre tais estruturas variantes, definindo zonas urbanizáveis, corredores verdes.

A caracterização socioeconómica da área de estudo foca-se em aspetos demográficos, económicos e funcionais que influenciam a exposição e a capacidade de resposta às inundações:

Na dimensão demográfica as freguesias de Marvila e Beato apresentam uma população residente combinada significativa, porém em ligeiro declínio na última década. Entre 2011 e 2021, Marvila perdeu cerca de 6,1% da sua população residente, enquanto o Beato registou uma diminuição de 4,3% no mesmo período. Esta redução pode ser atribuída a diversos fatores, nomeadamente o envelhecimento da população, o encerramento de várias fábricas e outros problemas de natureza económica e social. No entanto, para 2031, prevê-se um crescimento de 9,49% na população do concelho de Lisboa. Assumindo que este crescimento se distribui de forma uniforme por todas as freguesias, o gráfico abaixo apresenta uma comparação da população residente [69, 9].

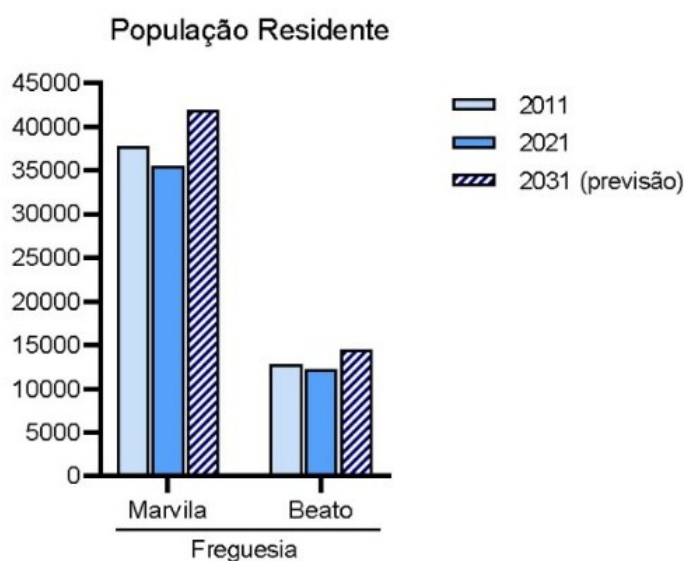


Figura 14 - Comparação da população residente nas freguesias de Marvila e Beato entre 2011 vs. 2021 vs. 2031 (Dados: censos [69, 9])

Grande parte desta população concentra-se em bairros de habitação coletiva, incluindo alguns bairros sociais localizados em zonas topograficamente baixas ou próximas de linhas de água (por exemplo, Bairro dos Alfinetes em Marvila, próximo do Vale de Chelas). A população concentra-se em zonas de risco de inundação onde vivem, muitas vezes em contextos socioeconómicos vulneráveis. Este fator demográfico é crucial, pois a concentração de população idosa ou de baixos rendimentos em áreas de risco pode agravar as consequências sociais em caso da ocorrência de eventos externos.

### 3.1.2. Instrumentos de Gestão do Território

Os IGT constituem a base normativa e técnica para o planeamento e ordenamento do solo em Portugal, determinando diretrizes fundamentais para a organização do espaço urbano e rural [73]. Tais

instrumentos, previstos na legislação nacional e enquadrados pela Lei de Bases Gerais da Política Pública de Solos, de Ordenamento do Território e de Urbanismo (Lei n.º 31/2014, de 20 de maio), têm como objetivos principais a promoção do desenvolvimento sustentável, a proteção dos valores ambientais e patrimoniais e a prevenção de riscos naturais e antrópicos.

Entre os principais IGT em vigor, destacam-se, em escala municipal e local, os PDM, PU e os PP. Cada um deles desempenha um papel específico:

O PDM [73] estabelece o quadro estratégico de desenvolvimento territorial de um município, definindo usos do solo, áreas de proteção e diretrizes gerais de ocupação;

O PU [73] incide sobre áreas urbanas ou de expansão urbana, regulamentando o desenho, a forma urbana e as infraestruturas necessárias, em consonância com os objetivos definidos pelo PDM;

O PP detalha, a nível de quarteirão ou de parcela, as intervenções previstas em zonas de especial interesse ou que requerem regulamentação específica [73].

Com o crescente impacto das alterações climáticas, nomeadamente o aumento das inundações e a intensificação de fenómenos meteorológicos extremos, os IGT tornaram-se instrumentos cruciais para garantir a resiliência das cidades. Nesse contexto, estes planos passaram a integrar, de forma sistemática, componentes ambientais e critérios de sustentabilidade, com destaque para a proteção de recursos hídricos e a mitigação de riscos [74].

A relevância dos IGT é particularmente evidente em cidades costeiras como Lisboa, cujo território enfrenta desafios de urbanização densa e vulnerabilidade a inundações [73]. A área de Chelas/Marvila, por exemplo, ilustra a necessidade de articular objetivos urbanísticos e critérios de proteção ambiental, dada a presença de bacias hidrográficas urbanas e corredores ecológicos fundamentais para o escoamento das águas pluviais. Neste capítulo, será feita uma análise pormenorizada dos principais IGT em vigor neste território, com ênfase no PDM, no PU e no PP aplicáveis à nossa área de estudo.

#### *Plano Diretor Municipal*

A cidade de Lisboa enfrenta desafios significativos decorrentes das alterações climáticas, em especial o aumento da frequência de precipitações intensas e inundações urbanas nas zonas baixas ribeirinhas [75]. Os IGT, nomeadamente o PDM, constituem ferramentas essenciais para orientar um desenvolvimento urbano sustentável e resiliente face a esses desafios. De acordo com diretrizes nacionais recentes, os PDM devem delimitar as áreas de risco considerando cenários de alteração climática e adotar medidas de precaução, prevenção, adaptação e redução da exposição a riscos [75].

Neste contexto, o PDM de Lisboa incorpora estratégias e condicionantes voltadas à adaptação às cheias e à mitigação de riscos naturais, com especial enfoque na integração de infraestruturas verdes e restrições de uso do solo em áreas vulneráveis. A área de Chelas/Marvila, na zona oriental de Lisboa, destaca-se como um caso de estudo relevante por englobar o vale de Chelas, um dos importante corredor ecológico urbano e extensos terrenos ribeirinhos historicamente sujeitos a inundações e à subida do nível do rio Tejo.

Esta secção analisa, com rigor, os principais elementos do PDM em vigor aplicáveis à área de estudo, nomeadamente: a Planta de Qualificação do Espaço Urbano, a Planta da Estrutura Ecológica Municipal e por fim a Planta de Riscos Naturais e Antrópicos.

## Planta de Qualificação do Espaço Urbano

A Planta de Qualificação do Espaço Urbano é o documento central de ordenamento do solo no PDM, definindo a classificação de todo o território municipal em categorias de uso e ocupação dominante. Estas categorias, determinadas pelo uso predominante e por características morfológicas, incluem cinco tipos principais de espaços [76]:

- Espaços centrais e habitacionais: Áreas urbanas consolidadas ou em consolidação de uso predominantemente residencial e de serviços;
- Espaços de atividades económicas: Zonas vocacionadas para indústrias, comércio e outros usos económicos;
- Espaços verdes: Parques urbanos, jardins, vales e outros terrenos para uso público verde e proteção ambiental;
- Espaços de uso especial de equipamentos: Áreas destinadas a equipamentos coletivos (escolas, hospitais, etc.);
- Espaços de uso especial de infraestruturas estruturantes: Corredores e áreas reservadas a grandes infraestruturas de transporte e logística (porto, vias-férreas, etc.).

Cada categoria subdivide-se em subcategorias de “espaços consolidados” ou “a consolidar”, consoante o grau de urbanização existente.

No caso da área de estudo, a Planta de Qualificação reflete as especificidades do território, combinando áreas urbanas e espaços abertos de valor ambiental. Grande parte do vale de Chelas, um corredor natural que se estende desde o Parque da Bela Vista até à zona ribeirinha oriental, encontra-se classificado como “Espaço Verde” de proteção e enquadramento ecológico no PDM [76]. Isso significa que esse vale está sujeito a restrições edificatórias, salvaguardando a sua função como zona de escoamento natural das águas. Com efeito, o PDM identifica formalmente os espaços verdes e logradouros permeáveis a preservar tanto na Planta de Estrutura Ecológica Municipal quanto na Planta de Qualificação do Espaço Urbano., assegurando coerência entre o ordenamento do uso do solo e a proteção da infraestrutura verde. Em Chelas, tal integração traduz-se na manutenção de áreas não edificadas ao longo da linha de água e encostas, permitindo a criação de parques urbanos e hortas comunitárias (como o Parque Hortícola do Vale de Chelas) e travando a expansão desregrada da mancha urbana em zonas inundáveis. Por outro lado, as antigas zonas industriais de Marvila (Braço de Prata/Matinha), outrora classificadas como “espaços de atividades económicas a consolidar”, estão a ser reconvertidas com base em parâmetros do PDM que exigem compatibilização dos novos empreendimentos com as condicionantes de risco e ambiente. Em síntese, a Planta de Qualificação do Espaço Urbano orienta o uso do solo de forma preventiva, alocando os usos mais adequados às características naturais de cada área. No território de Marvila, isso implica canalizar o grosso do desenvolvimento urbano para áreas seguras (cumeadas ou planaltos) e destinar os vales e baixas vulneráveis a usos não edificantes (zonas verdes ou infraestruturas), contribuindo para uma urbanização mais sustentável e resiliente face às cheias.



Figura 15 - Planta de Qualificação do Espaço Urbano: Uso do Solo (Fonte: Adaptado do PDM, legenda em anexo)

### **Planta da Estrutura Ecológica Municipal**

A Estrutura Ecológica Municipal de Lisboa, delineada em planta própria no PDM, consiste numa rede estratégica de espaços verdes, corredores e elementos naturais integrada no tecido urbano. Segundo o regulamento do PDM, esta estrutura visa assegurar a continuidade e a complementaridade dos sistemas naturais no território urbano, promovendo a sustentabilidade biofísica, a biodiversidade, o controlo dos escoamentos hídricos e o conforto bioclimático na cidade. Para efeitos de planeamento, distingue-se a Estrutura Ecológica Fundamental, que abrange os corredores verdes estruturantes à escala municipal/metropolitana, e a Estrutura Ecológica Integrada, que engloba os espaços verdes de proximidade e elementos ecológicos a preservar no interior da malha urbana [76].

Na Planta da Estrutura Ecológica estão identificados, de forma integrada, parques urbanos, corredores verdes, eixos arborizados e até logradouros privados relevantes, compondo um mosaico verde contínuo sempre que possível.

Lisboa definiu vários corredores verdes estruturantes no seu PDM, entre os quais se destacam o Corredor Verde de Monsanto, o Corredor do Vale de Alcântara e o Corredor Verde Oriental.

Este último abrange os vales da zona oriental da cidade, nomeadamente o vale de Chelas e vales adjacentes, conectando as áreas verdes do interior (Parque da Bela Vista, Quinta das Flores) à frente ribeirinha do Tejo. Deste modo, a área de Chelas/Marvila assume um papel estratégico na estrutura ecológica municipal, na medida em que funciona como zona de transição e conectividade entre a bacia hidrográfica urbana e o estuário do Tejo. Esta posição geográfica e funcional é

particularmente relevante para a continuidade dos ecossistemas, a regulação hidrológica e o reforço da resiliência ambiental do território face às pressões urbanas. A preservação e requalificação deste corredor verde oriental vêm sendo ativamente promovidas pela autarquia, alinhada com o PDM: parte do vale de Chelas foi objeto de intervenções de renaturalização, criando-se parques e lagoas de retenção com o duplo propósito de lazer e controlo de cheias.

No caso de Chelas/Marvila, o corredor verde do vale serve precisamente de local para estas infraestruturas de retenção natural, atenuando a afluência de caudais para os pontos críticos a jusante (como Xabregas e a zona de Santa Apolónia, habitualmente sujeitos a inundações em eventos extremos).

Importa salientar que a Estrutura Ecológica Municipal, ao proteger áreas permeáveis e garantir a conectividade ecológica, não só contribui para a redução do risco de cheias como também aporta benefícios ecossistémicos amplos, regulação do microclima, melhoria da qualidade do ar e do solo, criação de habitats, entre outros. O PDM de Lisboa, em consonância com recomendações nacionais, incorpora assim os princípios de infraestrutura verde no ordenamento urbano, garantindo “a salvaguarda dos recursos naturais: água, solo e biodiversidade, através da criação de estruturas ecológicas e infraestruturas verdes”.

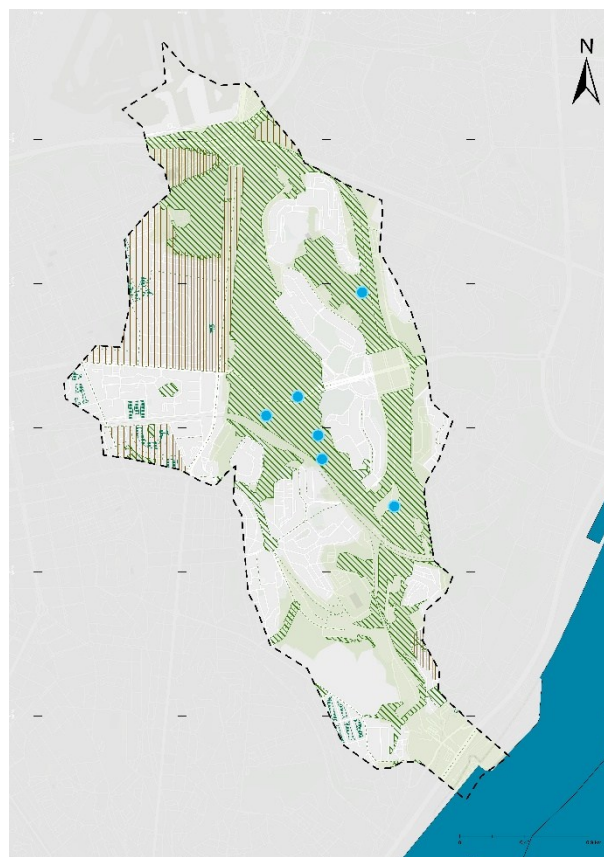


Figura 16 -Planta Estrutura Ecológica Municipal (Fonte: Adaptado do PDM, legenda em anexo)

### **Planta de Riscos Naturais e Antrópicos**

A Planta de Riscos Naturais e Antrópicos do PDM de Lisboa identifica as áreas do município expostas a diversos perigos, incluindo inundações, movimentos de vertente, sismicidade e

contaminação de solos, estabelecendo para cada caso um conjunto de condicionantes urbanísticas. Em matéria de inundações, o plano introduz o conceito de vulnerabilidade diferenciada: são mapeadas zonas de muito elevada, elevada e moderada vulnerabilidade a inundações (fluviais ou pluviais), considerando fatores como a topografia e a dimensão das bacias de drenagem contributivas [76].

Pontos de depressão natural onde historicamente se acumulam águas pluviais, designados “pontos de máxima acumulação”, merecem destaque especial, correspondendo geralmente às áreas baixas de jusante das maiores bacias urbanas (a Baixa de Alcântara ou Xabregas/Beato).

A planta de riscos engloba também a suscetibilidade a movimentos de massa em vertentes, mapeando encostas com risco de deslizamento ou instabilidade de taludes. No território de Marvila, que em grande parte assenta em plataforma relativamente plana, este risco é menos expressivo, embora algumas encostas íngremes junto aos vales possam apresentar vulnerabilidade moderada. O PDM estabelece que, nas áreas identificadas como de suscetibilidade elevada a deslizamentos e simultaneamente classificadas como “Espaços Verdes” na planta de ordenamento, não são permitidas operações urbanísticas convencionais. Isso evita, por exemplo, que se urbanize uma encosta instável do vale de Chelas que tenha sido propositadamente mantida como área verde de proteção.



Figura 17 - Planta de riscos naturais e antrópicos: vulnerabilidade de inundações e suscetibilidade de vertentes (Fonte: Adaptado do PDM, legenda em anexo)

### Plano de Urbanização de Chelas

O PU é um instrumento de planeamento urbanístico que estabelece as regras de uso do solo para todo ou parte significativa de uma área urbana municipal, com vista à correta organização e expansão desse aglomerado urbano [77].

No caso de Lisboa, o PU Chelas destacou-se como o maior plano de urbanização alguma vez empreendido pela CML, abrangendo cerca de 510 hectares na zona oriental da cidade [78]. Apresentado em 1964 pelo Gabinete Técnico de Habitação (GTH) do Estado Novo, o PU Chelas foi concebido para realojar população residente em barracas e responder à carência habitacional da época, prevendo cerca de 11.500 fogos para alojar aproximadamente 55mil habitantes em cinco zonas residenciais principais [78]. O plano organizava o território de Chelas em dois eixos principais paralelos ao vale central, com um núcleo central de equipamentos (zona “O”) e grandes parques urbanos, como o Parque da Bela Vista a poente e Parque do Vale de Fundão a nascente, para equilibrar a expansão da cidade [78].

Em maio de 1964, o plano foi submetido ao Conselho Superior de Obras Públicas e aprovado, com recomendações de compatibilização com o futuro PDM e a inclusão de habitação para classes de maior rendimento [78].

Historicamente, o PU Chelas representou um marco do urbanismo português, introduzindo princípios inovadores face aos planos modernistas anteriores [78]. Inspirado em conceitos de “cidade linear” europeus, como Toulouse-Le-Mirail, em França [78], privilegiou faixas de urbanidade intensa combinando habitação, comércio e serviços ao longo de eixos pedonais.

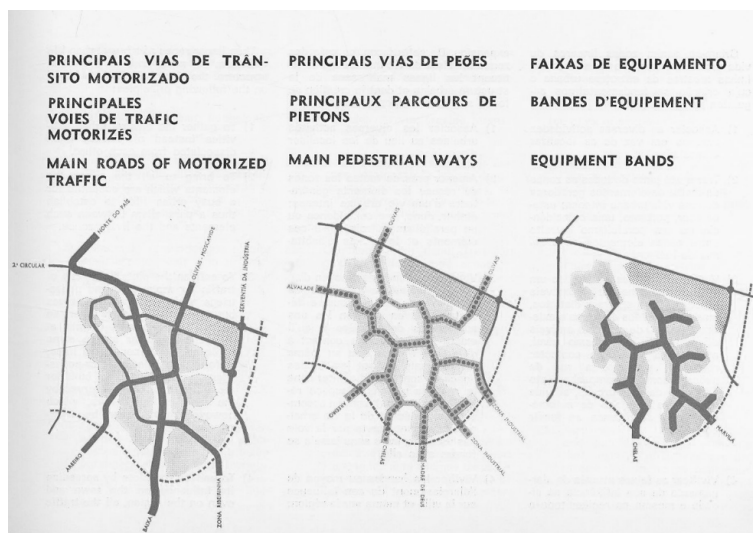


Figura 18 - Diagramas de Estrutura Urbana Proposta (Fonte: GTH - Realizações e Planos. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 1972 [82])

Contudo, a implementação do plano foi lenta e incompleta nas décadas seguintes, atravessando o período revolucionário de 1974 e várias mudanças políticas. Muitas das propostas originais, como os centros comerciais nos rés-do-chão dos edifícios, não se concretizaram, e as habitações acabaram ocupadas predominantemente por população de baixos rendimentos, realojada de bairros de lata após 1974 [79]. A ausência de muitos equipamentos e a não construção de algumas zonas planificadas

levaram a descontinuidades no tecido urbano. Hoje, Chelas apresenta-se como um conjunto urbano marcado pela execução parcial do plano, coexistem bairros de grande densidade e torres habitacionais, projetados por arquitetos como Tomás Taveira e Gonçalo Byrne, intercalados com vazios urbanos e terrenos incultos que nunca foram urbanizados [78]. Diversos autores apontam que a falta de concretização integral e de vontade política ao longo de décadas resultou numa área com deficit de identidade e integração na cidade [78]. Ainda assim, o PU Chelas permanece uma referência histórica, cujo traçado viário principal e zonamento de base influenciam até hoje a estrutura de Marvila/Beato. Assim, trata-se de um plano ambicioso (iniciado em 1960) que, apesar de parcialmente realizado, moldou significativamente a expansão oriental de Lisboa no século XX [79].

### *Plano de Pormenor de Chelas*

Os PP são instrumentos de planeamento à escala detalhada, podendo incidir sobre partes do perímetro urbano, estabelecendo com rigor o regime de uso do solo para uma área específica [77].

No âmbito da operação de Chelas, o PU de 1964 foi desdobrado em projetos por fases, materializados em vários Planos de Pormenor para as subzonas definidas. Como referido por Francisco Silva Dias (arquiteto do GTH), “a primeira zona, Zona I, foi pormenorizada em 1965. Seguiram-se a Zona J e a Zona N2” [79], correspondendo estas letras às diferentes unidades de execução do plano original. Cada PP definiu em detalhe a implantação dos edifícios, arruamentos locais e espaços livres de cada bairro, permitindo a construção faseada ao longo do tempo.

Na prática, os PP de Chelas foram sendo aprovados e implementados em momentos distintos, acompanhando as contingências económicas e políticas. A Zona I (próxima de Olivais) foi a primeira a avançar, ainda nos anos 1960 [79]. Já a Zona J, correspondente ao atual Bairro do Condado, teve o seu PP desenvolvido e edificado mais tarde, contando com o arquiteto Tomás Taveira na conceção do complexo habitacional [80]. Outras áreas, como as zonas L, M e N, conheceram projetos apenas nas décadas de 1980-90, no contexto do Programa Especial de Realojamento [81]. O Bairro do Armador (zona M) foi construído nos anos 1990 para realojar famílias, completando parte do que faltava do plano original de Chelas. Esta abordagem fragmentada teve consequências urbanísticas: a descontinuidade temporal entre PP resultou em desarticulações no conjunto. Segundo Gaspar [78], “o faseamento em planos de pormenor distintos... comprometeu o plano original de células lineares, resultando num espaço onde zonas de alta densidade confrontam vazios urbanos”. De facto, observa-se em Chelas a existência de terrenos devolutos ou subutilizados entre os bairros construídos, reflexo de PP planeados, mas não integralmente executados.

Atualmente, alguns Planos de Pormenor em Chelas continuam em vigor (regulando intervenções nos respetivos perímetros), enquanto outros foram substituídos por novas estratégias urbanísticas. Destaca-se, nos anos 2000, a elaboração do PP do Parque Hospitalar Oriental, instrumento que visa a reconversão de terrenos na zona de Chelas/Marvila para acolher o novo Hospital de Todos-os-Santos [82]. Esse PP, aprovado em 2009, atualiza o antigo plano para a parcela em causa, definindo usos de solo e índices urbanísticos adequados à instalação do grande complexo hospitalar e equipamentos complementares. Além disso, áreas residuais de Chelas têm vindo a ser integradas em novas unidades de planeamento, parte da zona norte de Marvila foram incluídas na Unidade de Execução de Marvila.

Os PP de Chelas ativos correspondem aos bairros já consolidados, servindo principalmente de referência regulamentar para remodelações ou pequenas expansões, e aos planos recentes em desenvolvimento, como o do polo hospitalar. Os PP em elaboração ou revisão procuram reabilitar os vazios e completar a urbanização de Chelas, de modo a dar continuidade ao desenho urbano e reforçar a coesão desta área da cidade.

### 3.1.3. Instrumentos de Planeamento e Projetos relevantes

Nesta secção analisam-se os projetos atualmente em fase de implementação ou já aprovados, com o objetivo de promover uma nova centralidade urbana na zona de Chelas. Pretende-se, igualmente, compreender de que modo estas intervenções contribuem para o desenvolvimento territorial e avaliar se oferecem soluções eficazes para os problemas recorrentes de inundações ou, pelo contrário, se estão a agravar essas vulnerabilidades existentes

#### *Unidade de Execução de Marvila*

A Unidade de Execução de Marvila (UE Marvila) diz respeito a um grande projeto de desenvolvimento urbano atualmente em curso na zona ribeirinha oriental de Lisboa, abrangendo partes das freguesias de Marvila e Beato [83]. Essa UE Marvila corresponde, grosso modo, aos terrenos industriais desativados conhecidos como Matinha e áreas adjacentes (poente do Parque das Nações até à zona do Beato), que durante décadas permaneceram vazios ou subutilizados.

Trata-se de cerca de 28 hectares de terrenos que serão alvo de urbanização coordenada, de forma a criar um bairro na cidade [84]. O projeto, colocado em Consulta Pública em 2024, prevê uma área bruta de pavimento de 194.000 m<sup>2</sup>, incluindo a construção de 1.427 fogos habitacionais e diversas componentes de comércio, serviços e equipamentos, além de estacionamento e arranjos exteriores [84]. É, portanto, uma das maiores intervenções de expansão urbana em Lisboa nas últimas décadas, muitas vezes referido mediaticamente como “mega-urbanização de Marvila/Beato” [84].

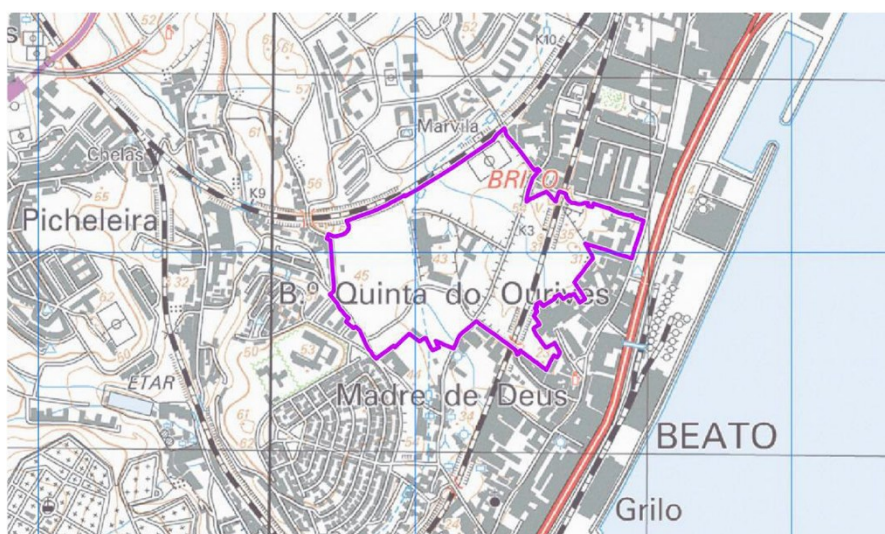


Figura 19 - Limite da área de intervenção da UE de Marvila (Fonte: Relatório Participa.pt)

A zona em causa, que abrange desde o Convento do Beato e Bairro da Madre de Deus, passando pela antiga Fábrica da Matinha até aos estaleiros de Braço de Prata, é identificada pelo PDM

como “área de expansão prioritária” dada a sua localização estratégica e dimensão rara no tecido consolidado [84]. No passado, a Matinha albergou a fábrica de gás de Lisboa e outros usos industriais pesados, cuja desativação deixou um passivo ambiental e extensos lotes desocupados. A UE Marvila surge para assegurar o desenvolvimento urbano harmonioso desta área, através de um plano conjunto que articule os vários lotes privados e públicos num desenho coerente, integrado com os bairros consolidados envolventes [84]. Conforme descrito na proposta [86], a delimitação da UE justifica-se por permitir uma intervenção unificada num “perímetro com características de unidade e autonomia urbanística”, capaz de estabelecer continuidades viárias e funcionais com a cidade existente [84]. Em essência, pretende-se colmatar a principal “falha” urbana a leste de Lisboa, reconectando a frente ribeirinha oriental (atualmente fragmentada) ao tecido urbano de Marvila.

A UE Marvila assenta em vários pilares. Um deles é a criação de um grande parque verde urbano, com aproximadamente 8 hectares de áreas verdes e de lazer [83]. Este parque considerado o elemento central e estruturante do projeto, prolongará o futuro Parque da Quinta do Marquês de Marialva e ligará à Quinta das Pintoras, contribuindo para a qualificação ambiental da zona e servindo de tampão verde para a nova construção [83]. Outra componente crucial é a infraestruturação e mobilidade: a proposta prevê a construção de novas vias internas, percursos pedonais e ciclovias, bem como a cobertura de cerca de 400 metros da linha férrea do Norte que hoje constitui uma barreira física entre Marvila e o rio [83]. Ao cobrir esta seção da ferrovia, será eliminada uma barreira histórica, unificando os bairros de um lado e outro da linha e reduzindo o impacto acústico [83]. Sobre a laje resultante poderão passar novas ruas e áreas verdes suturando a malha urbana. Adicionalmente, a UE Marvila reserva espaço para as futuras ligações da TTT (Chelas-Barreiro), estão delineados corredores viários e ferroviários no plano para acomodar os acessos à ponte e o possível ramal ferroviário, de modo a não comprometer a implementação do bairro mesmo se a TTT for construída posteriormente [83]. Estes elementos são tratados como “condicionantes significativas” ao projeto, isto é, premissas a considerar no desenho, mas que não impedem a execução da urbanização independente da ponte [83, 84].

No que respeita ao uso do solo, a UE Marvila destina a maior parcela à função habitacional, com forte componente de habitação acessível (moradias a custos controlados e arrendamento acessível), conforme compromisso da CML [83]). Dos 1427 novos fogos previstos, uma percentagem significativa será de tipologia e preços adequados a jovens e famílias de classe média, visando promover a inclusão social e evitar a exclusão da população local. Haverá também áreas de comércio e serviços de proximidade integradas no rés-do-chão dos quarteirões habitacionais, para estimular a vivência pedonal e a economia local. Equipamentos públicos estão contemplados, possivelmente uma escola básica e uma unidade de saúde, inseridos nos 119.000 m<sup>2</sup> reservados para equipamentos e espaços verdes [84]. Em termos de volumetria, é esperado um desenho de quarteirões abertos de altura média (entre 6 a 10 andares) próximos à linha férrea, podendo escalar para edifícios mais altos pontuais junto ao rio, tirando partido das vistas. O projeto urbanístico deverá ainda dialogar com elementos patrimoniais existentes, como o Convento do Beato e a antiga fábrica “A Nacional”, cujas zonas de proteção influenciam a implantação das novas construções [84].

A execução desta mega-urbanização irá alterar profundamente a zona oriental de Lisboa, hoje caracterizada por grandes vazios e enclaves industriais. Atualmente, como admite o documento da proposta [86], “trata-se de uma grande área por consolidar (...), que concentra a maior parte dos vazios urbanos expectantes de Lisboa”, marcada por baixa densidade e pela presença divisória das linhas férreas. Com a UE Marvila, espera-se a criação de um vibrante bairro multifuncional à beira-Tejo, integrando habitação, trabalho e lazer. A população residente em Marvila deverá aumentar significativamente (pode-se estimar mais de 5 mil novos moradores após concluídas as 1427 habitações). Isso trará massa crítica para melhoria de transportes (potencial upgrade da estação de Braço de Prata a gare suburbana de maior dimensão), para atração de comércio (supermercados, restauração) e possivelmente equipamentos culturais ou tecnológicos (há iniciativas para um “bairro cultural” no Beato e polos de indústrias criativas nas proximidades [85]). A Matinha, em particular, deixará de ser uma zona fechada, outrora contaminada e inacessível para tornar-se um espaço urbano aberto, com ruas alinhadas à malha da cidade e acesso público à frente ribeirinha. Aliás, o plano prevê a reabilitação da margem do Tejo, criando uma extensão do passeio ribeirinho e eventualmente uma marina ou doca de recreio, reforçando a fruição do rio.

Este projeto articula-se ainda com outros investimentos privados, como o Prata Riverside Village (conjunto habitacional de luxo projetado por Renzo Piano no Braço de Prata) e o Hub Criativo do Beato (Pólo empresarial e tecnológico instalado em antigas instalações militares no Beato). Em conjunto, todos esses empreendimentos configuram uma verdadeira transformação urbana de Marvila/Beato, de um passado industrial para um futuro que respira usos mistos contemporâneos. A UE Marvila atua como instrumento legal para coordenar essa transição, garantindo que cada projeto individual contribua para objetivos coletivos: continuidade viária, espaços públicos qualificados, habitação acessível e sustentabilidade ambiental.

A UE de Marvila representa a última fronteira de expansão significativa dentro da cidade de Lisboa. O seu sucesso pode converter uma área marginalizada num novo polo urbano e de centralidade regional, conectando melhor Lisboa com o Tejo e com os municípios vizinhos a leste. A criação de 1.500 novas habitações, algumas delas em enquadramento de habitação acessível, ajudará a mitigar a pressão habitacional no concelho, enquanto o grande parque urbano e a eliminação de barreiras físicas aproximarão os bairros de Marvila e Beato, antes separados. Este é, portanto, um projeto-chave para a resiliência e coesão urbanas, alinhado com os objetivos estratégicos do município de Lisboa e apoiado por instrumentos de planeamento inovadores e parcerias público-privadas.

### *Plano Geral de Drenagem de Lisboa*

O PGDL é um instrumento estratégico de natureza municipal, cujo principal objetivo é reduzir o impacto das cheias urbanas na cidade [87].

A versão atual do PGDL foi aprovada em 2016, após estudos iniciados em 2004-2008 e uma reformulação em 2015 que reforçou a ambição do projeto. Em linhas gerais, o plano assenta em dois eixos de intervenção:

- (1) Infraestrutura subterrânea de grande escala, construção de dois túneis drenantes;

(2) Soluções de base natural à superfície, criação de bacias de retenção/infiltração e melhorias na rede de coletores existente.

No que toca às infraestruturas principais, o PGDL prevê dois túneis de drenagem pluvial em profundidade. O Túnel Monsanto–Santa Apolónia terá cerca de 4,4 km de extensão e o Túnel Chelas–Beato cerca de 1,1 km, ambos com diâmetro interno de 5,5 metros [87]. Estas galerias de grande dimensão captarão as águas pluviais nos pontos altos da cidade (respetivamente em Monsanto/Campolide e em Chelas) e em vários pontos de coleta ao longo do percurso, conduzindo-as diretamente para o rio Tejo (nas zonas de Santa Apolónia e Beato). Deste modo, a água da chuva que atualmente causaria inundações em locais críticos (Baixa, Av. da Liberdade, zonas baixas de Chelas, etc.) será desviada para os túneis, evitando sobrecarga na rede de drenagem convencional.

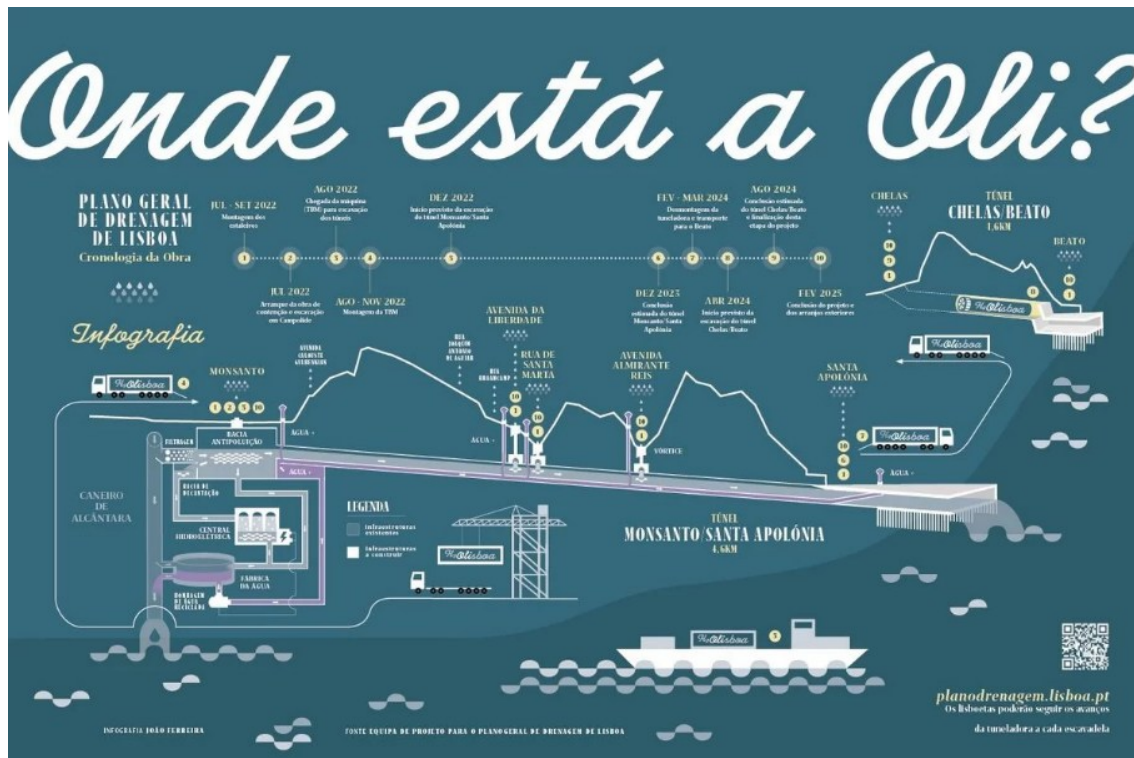


Figura 20 - Diagrama dos túneis do plano geral de drenagem de Lisboa (Fonte: CML)

O sistema inclui estruturas de entrada em Monsanto e Chelas e diversas bacias de retenção ao longo do traçado (por exemplo, na Av. da Liberdade, Largo de Santa Marta e Av. Almirante Reis) para intercepta fluxos superficiais. Os túneis descarregarão no Tejo a jusante das áreas urbanas, reduzindo drasticamente a frequência e severidade das cheias em Lisboa para um cenário de tempestade de período de retorno de 100 anos [88].

Complementando as obras subterrâneas, o PGDL integra um conjunto de intervenções à superfície focadas no controlo na origem das águas pluviais. Estão projetadas várias bacias de retenção e infiltração em parques urbanos e vales de Lisboa, para armazenar temporariamente as chuvas intensas e descarregar posteriormente, mais lentamente no sistema. No setor oriental (área de estudo), destacam-se a bacia do Vale de Chelas e a bacia do Vale de Fundão, ambas previstas para reter escoamentos na bacia hidrográfica de Chelas antes que atinja as zonas baixas ribeirinhas. Essas

bacias antipoluição permitirão ainda decantar os primeiros escoamentos carregados de poluentes urbanos, melhorando a qualidade da água encaminhada ao Tejo [88]. Outras medidas incluem a construção de novos coletores, reforço de estações de bombagem e separação de redes unitárias, bem como NBS inseridas nos projetos de requalificação do espaço público.

No contexto local de Estudo, Chelas, o PGDL terá impacto significativo. Esta zona, atravessada pelo vale de Chelas, sempre foi propensa a acumulação de águas pluviais que escoam das encostas para as partes baixas industriais. Com o plano, a bacia de Chelas ganhará capacidade de retenção adicional e o novo túnel Chelas–Beato servirá de saída eficaz para grandes volumes de água. A tuneladora “Oli” iniciou em 2023 a escavação do troço entre o Beato e Chelas, devendo concluir o túnel até 2026 [88]. Paralelamente, obras na Calçada da Picheleira e Estrada de Chelas preparam as estruturas de saída da máquina e ligação aos coletores locais [88]. Uma vez concluído, o túnel Chelas–Beato permitirá escoar diretamente para o Tejo as águas das chuvas intensas da bacia de Chelas, protegendo as freguesias de Marvila e Beato de inundações como as historicamente registadas em zonas baixas (Poço do Bispo, Beato). Além disso, a criação de novas áreas verdes de retenção associadas ao projeto (por exemplo, a ampliação do Parque da Bela Vista ou um parque linear no Vale de Chelas) pode trazer benefícios, qualificando o espaço público local.

O PGDL constitui um investimento estruturante de 133 milhões de euros na empreitada dos túneis para a resiliência climática de Lisboa. Na área de Chelas, as intervenções do plano, combinando engenharia pesada (túnel) e soluções naturais, vão não só mitigar riscos de cheias, como também reconfigurar partes do território (novos reservatórios subterrâneos, remodelação de infraestruturas). Este projeto, desenvolvido ao longo de quase duas décadas e atravessando seis presidências municipais, posiciona Lisboa na vanguarda da adaptação urbana às alterações climáticas [88].

### *Terceira Travessia do Tejo*

A TTT é um projeto de nova ponte sobre o rio Tejo, planeada para ligar a zona de Chelas, em Lisboa (margem norte), ao concelho do Barreiro (margem sul). Trata-se de uma travessia rodoferroviária de grande envergadura, pensada para complementar as duas pontes existentes, 25 de Abril (1966) e Vasco da Gama (1998) e responder às atuais e futuras necessidades de mobilidade metropolitana.

Após décadas de estudos e indefinições, em maio de 2024 o Governo anunciou a decisão de avançar com a construção da TTT entre Chelas e Barreiro, integrando-a no plano nacional de expansão ferroviária de alta velocidade [89]. Segundo a informação oficial, a nova ponte terá um tabuleiro duplo com seis vias rodoviárias (no nível superior) e quatro linhas férreas no inferior, acomodando simultaneamente comboios convencionais, alta velocidade e circulação automóvel [89]. A extensão total da ponte está estimada em cerca de 7 km (aproximadamente 5 km de vão principal, mais acessos), o que a tornará um dos maiores atravessamentos do país [89].

A estrutura proposta é grandiosa, com torres de 198 m de altura e vão central de 540 m, possivelmente um recorde mundial nesta tipologia, segundo estudos preliminares [89].

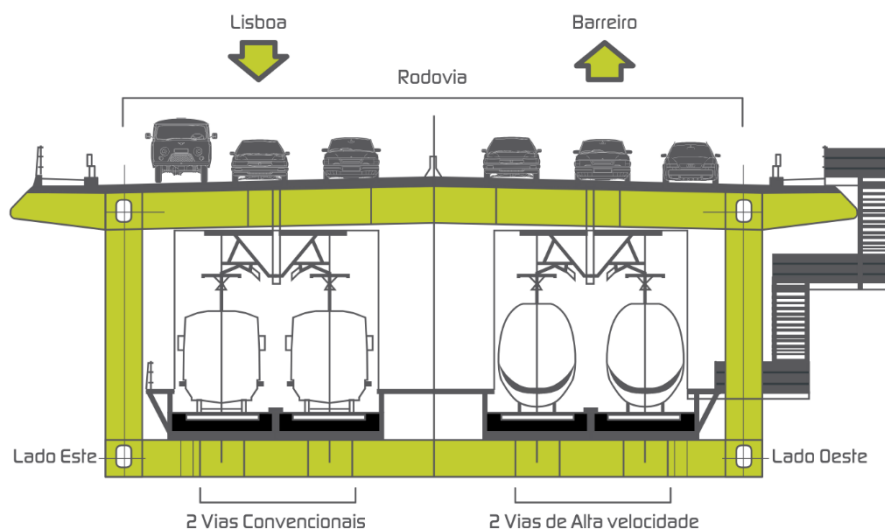


Figura 21 - Perfil transversal proposto para a TTT. Ainda não está decidido se a ponte será exclusivamente ferroviária ou se terá, também, um tabuleiro superior rodoviário (Fonte: Estudo de Impacte Ambiental, setembro de 2018)

Do ponto de vista funcional, a TTT terá um enorme impacto na rede de transportes. Na Componente ferroviária: permitirá a criação de uma nova ligação de alta velocidade Lisboa–Madrid (via Évora), encurtando em 30 minutos o tempo de viagem face ao trajeto atual e eliminando o gargalo de capacidade ferroviária na travessia do Tejo [89]. A ponte integrará a rede convencional ligando a Linha de Cintura/Linha do Norte, em Chelas-Braço de Prata, à Linha do Alentejo, no Pinhal Novo, viabilizando um aumento de frequências nos serviços suburbanos de Lisboa (Sintra, Azambuja) e a passagem de comboios de mercadorias sem restrições [89].

Na Componente rodoviária: A ponte acrescentará uma alternativa às pontes 25 de Abril e Vasco da Gama, cujo nível de serviço tem vindo a decair [89]. A nova ponte reduzirá em cerca de 10 minutos a viagem Lisboa–Barreiro e em 30 minutos Lisboa–Setúbal, aliviando o tráfego nas travessias existentes e distribuindo melhor os fluxos viários pela Área Metropolitana [89]. Será constituído por 3 faixas de rodagem por sentido, ligando, a rede viária principal de Lisboa (zona de Marvila/Parque das Nações) à A39/IC21 no Barreiro.

Em termos de influência na área de Chelas/Marvila, a Terceira Travessia poderá transformar significativamente o território. O extremo norte da ponte deverá assentar na zona oriental de Lisboa, possivelmente aproveitando a faixa ferroviária existente em Xabregas/Chelas. Estão previstos novos nós de ligação rodoviária e acessos dedicados no PU local [91], o que implicará reconfigurações viárias em Marvila e Beato.

Por outro lado, é provável a construção de uma estação ferroviária de grande importância na margem norte, seja uma nova estação na zona de Chelas-Braço de Prata, seja o aproveitamento/expansão da estação do Oriente através de um bypass. De qualquer forma, Chelas passaria a ser ponto de passagem de linhas de comboio internacionais e suburbanas, ganhando centralidade como hub de transportes.

Este efeito de “nova centralidade” decorre do aumento de acessibilidade: a ligação direta a Barreiro e ao futuro aeroporto de Lisboa (previsto para a zona de Alcochete) poderá atrair investimentos

e atividades económicas para Marvila/Beato. O Governo sublinha que a TTT irá “melhorar a coesão territorial na Área Metropolitana de Lisboa, possibilitando reduzir a pressão habitacional sobre Lisboa e dinamizando economicamente o arco ribeirinho sul” [89]. Ou seja, espera-se que a ponte facilite a mobilidade residência-trabalho, permitindo a mais pessoas morar na margem sul e trabalhar/estudar em Lisboa (ou vice-versa), distribuindo melhor a população e estimulando desenvolvimento urbano do outro lado do rio.

Comparativamente às travessias existentes, esta nova ponte insere-se entre a localização relativamente central da 25 de Abril e a posição periférica da Vasco da Gama. Assim, poderá criar um eixo de desenvolvimento urbano na zona oriental de Lisboa e ocidental do Barreiro. A experiência mostra que as grandes pontes tendem a induzir transformações territoriais: por exemplo, a Ponte 25 de Abril impulsionou a urbanização de Almada e o crescimento suburbano a sul, já a Ponte Vasco da Gama foi catalisadora da renovação da zona oriental de Lisboa (Expo'98) e de expansão em Montijo/Alcochete.

No caso da TTT Chelas–Barreiro, antevê-se uma oportunidade de requalificar áreas industriais em Marvila e Beato, integrando-as numa nova frente ribeirinha acessível. O projeto prevê inclusive a cobertura de um troço da linha férrea do Norte (cerca de 400 m) na zona do Braço de Prata [91] para mitigar a barreira ferroviária e conectar melhor os bairros locais, medida associada à construção dos acessos da ponte. Poderá emergir ali um novo polo urbano, aproveitando terrenos hoje expectantes em Marvila e criando uma “porta de entrada” moderna em Lisboa a partir do sul.

Por outro lado, importa considerar os impactos negativos: a intrusão de grandes infraestruturas pode gerar barreiras físicas, ruído e pressão imobiliária. Estudos de impacto ambiental e urbano estão em curso desde 2017, tendo a solução ponte sido a selecionada [92, 93]. A título de mitigação, propõe-se a gestão integrada das três travessias (25 de Abril, Vasco da Gama e Chelas–Barreiro) e a articulação da nova ponte com investimentos complementares, como: quadruplicação da Linha de Cintura entre Braço de Prata e Roma-Areeiro, e ligação da Linha de Cascais à Linha de Cintura em Alcântara [93], intervenções necessárias para que a rede ferroviária absorva os fluxos adicionais.

A TTT, prevista para entrar em operação por volta de 2034 [89], representa não apenas uma obra de engenharia de escala internacional, mas também um agente de transformação urbana. Na área de estudo, espera-se que a proximidade da ponte traga novos usos metropolitanos (estação intermodal, serviços logísticos, habitação) e valorize territórios até então periféricos. A materialização desta visão, Lisboa como “cidade a duas margens”, dependerá, contudo, de uma integração cuidadosa da infraestrutura no tecido local e de políticas urbanas que canalizem os potenciais benefícios para a comunidade de Marvila/Beato.

### *Hospital de Todos-os-Santos*

A estratégia de desenvolvimento atual para a zona de Chelas/Marvila inclui investimentos estruturantes ao abrigo do Plano de Recuperação e Resiliência (PRR), nomeadamente a construção do Hospital de Todos os Santos (também denominado Hospital Lisboa Oriental). Trata-se de um novo hospital central para Lisboa, projetado para colmatar deficiências na rede hospitalar e substituir várias

unidades antigas localizadas no centro da cidade. O complexo hospitalar foi planeado para erguer-se em Marvila (Chelas), num terreno municipal cedido ao Estado, beneficiando de financiamento do PRR até 100 milhões de euros [94]. As obras arrancaram oficialmente em outubro de 2024 e a entrada em funcionamento está prevista para 2027 [94].

O Hospital de Todos os Santos (HTS) constituirá um dos maiores equipamentos de saúde do país, com 875 camas de internamento (expansível até 1000) e todas as valências médico-cirúrgicas de um hospital terciário [94]. Este novo hospital irá substituir nove estabelecimentos hospitalares antigos de Lisboa, nomeadamente os Hospitais de São José, Capuchos, Santa Marta, São Lázaro, Curry Cabral, Dona Estefânia e a Maternidade Alfredo da Costa, entre outros [94]. A concentração de serviços permitirá ganhos de eficiência e modernização tecnológica, criando um polo unificado de cuidados de saúde para a cidade. O projeto tem sido estudado ao longo de décadas, desde os anos 1990 se falava num “Hospital Oriental” e só recentemente foi possível viabilizá-lo através de um contrato de parceria público-privada adjudicado em 2023 (investimento total estimado €380 milhões) [95].



*Figura 22 - Novo Hospital de Todos-os-Santos (Fonte: Lisboa Informação)*

No que toca ao urbanismo, a implantação do HTS em Chelas é um fator de reestruturação local. O hospital ocupará uma vasta área (cerca de 240.000 m<sup>2</sup> de construção) distribuída por três parcelas interligadas por passagens aéreas sobre vias públicas [96]. Uma dessas parcelas será dedicada ao ensino, com a instalação de uma faculdade/unidade universitária de Ciências da Saúde para formação de médicos e investigadores [96]. Isso indica a criação de um campus de saúde integrado, combinando funções assistenciais, académicas e de investigação. Tal configuração tende a gerar sinergias e inovação, aproximando o modelo de hubs internacionais como o “distrito médico” de Memphis ou o Academic Medical Center de Amsterdão. Como nota Aulestia [97], “se mudarmos o nosso pensamento, os hospitais podem ser motores de desenvolvimento económico e modelos urbanísticos resilientes, com impactos positivos na comunidade”.

Essa visão de Hospital-Oriented Development sugere que um grande hospital, quando planeado em articulação com a cidade, pode atrair ao seu redor escritórios (clínicas, laboratórios), habitação para profissionais de saúde, comércio e serviços de apoio, criando um novo polo urbano dinâmico [97].

No caso de Marvila, espera-se que o HTS sirva de âncora para revitalizar a área de Chelas, tradicionalmente estigmatizada e com vastos terrenos desocupados.

Os impactos concretos antecipados incluem, dinamização socioeconómica, o hospital empregará milhares de profissionais, aumentando a população presente diariamente em Marvila (estimam-se 7.000 trabalhadores, além de utentes e visitantes), o que estimulará o comércio local, restauração, transportes e serviços.

Criação de centralidade, a zona de Marvila/Chelas poderá ganhar estatuto de novo centro terciário da cidade, dado o afluxo de pessoas e a concentração de funções de excelência (saúde e ensino). A proximidade de duas estações de metro (Chelas e Bela Vista, Linha Vermelha) garante boa acessibilidade em transporte público [97], fator que pode incentivar novos empreendimentos imobiliários residenciais (para alojar médicos, estudantes) e comerciais nas imediações. Estudos académicos corroboram efeitos positivos: hospitais atuam muitas vezes como âncoras institucionais em bairros urbanos, contribuindo para valorizar propriedades e induzir melhorias nas infraestruturas circundantes [97]. Contudo, também se apontam desafios por exemplo, assegurar que a comunidade local se beneficie e que não ocorra apenas uma pressão imobiliária deslocando populações.

O projeto do HTS está enquadrado num PP específico que define a estrutura viária de acesso (incluindo novos arruamentos e rotundas ligando à Av. Marechal Gomes da Costa e à Segunda Circular), a reserva de espaço para equipamentos complementares e zonas verdes de enquadramento. Prevê-se a criação de uma nova centralidade com praça pública e comércio adjacente à entrada principal do hospital, aproveitando a convergência dos percursos pedonais dos dois metros. Além disso, o HTS incluirá um parque de estacionamento com 3.000 lugares [95] e um heliporto para emergências [95], infraestruturas que impactam a malha urbana (exigindo melhorias nos acessos viários e medidas de mitigação de ruído, respetivamente).

A concretização do HTS em Chelas, viabilizada pelos fundos de recuperação europeus, representa uma oportunidade ímpar de transformar Marvila num polo urbano ativo e qualificado, demonstrando evidências de que um hospital moderno pode irradiar benefícios para além da saúde, impulsionando a regeneração urbana da zona envolvente.

## 3.2. Estratégica

Nesta secção procede-se à aplicação prática dos conceitos teóricos previamente explorados, com vista à análise da área urbana do vale de Chelas. Esta análise visa identificar os pontos críticos e as vulnerabilidades existentes, constituindo a base para um diagnóstico.

O diagnóstico territorial assume um papel central no processo de planeamento urbano, ao fornecer os elementos necessários para a construção de uma visão estratégica de médio e longo prazo para a zona em análise. Esta visão integra os princípios do desenvolvimento sustentável, da coesão territorial e da resiliência urbana, orientando a definição de objetivos estratégicos claros, coerentes e alinhados com as necessidades locais e regionais.

Com base neste enquadramento analítico e estratégico, procede-se à definição das ações prioritárias para a concretização da visão delineada. Estas ações serão priorizadas de acordo com a sua relevância, viabilidade e impacto esperado, garantindo uma abordagem estratégica e orientada para resultados.

### 3.2.1. Análise e Diagnóstico Territorial

Para a compreensão das causas das inundações, necessariamente, analisar o espaço público na perspetiva da sua paisagem. Segundo Magalhães et al. [98], a paisagem resulta da interação entre natureza, cultura e tempo.

Neste contexto, torna-se fundamental realizar uma análise detalhada da morfologia, permeabilidade Potencial e impermeabilidade dos solos, bem como da estrutura cultural e do uso do solo na área de estudo para que seja possível identificar as “zonas de Oportunidade”.

O presente estudo utiliza técnicas de cartografia digital com recurso ao software ArcGIS para gerar diversas cartas temáticas relativas à morfologia, permeabilidade, grau de impermeabilização, estrutura cultural e uso do solo. Todos os dados cartográficos utilizados encontram-se devidamente referenciados nos mapas anexados a este documento.

### *Morfologia*

A carta da morfologia do terreno relativa à área de estudo, foi elaborada a partir dos seguintes dados: curvas de nível (5m), linhas de água.

O relevo enquanto componente fundamental da morfologia, constitui a estrutura base da paisagem [98], neste sentido, é possível interpretar que a área em análise, evidencia a existência de um Vale.

Nesta área foi possível proceder a identificação das linhas de água que a caracterizam, encontram-se atualmente cobertas e devidamente canalizadas.

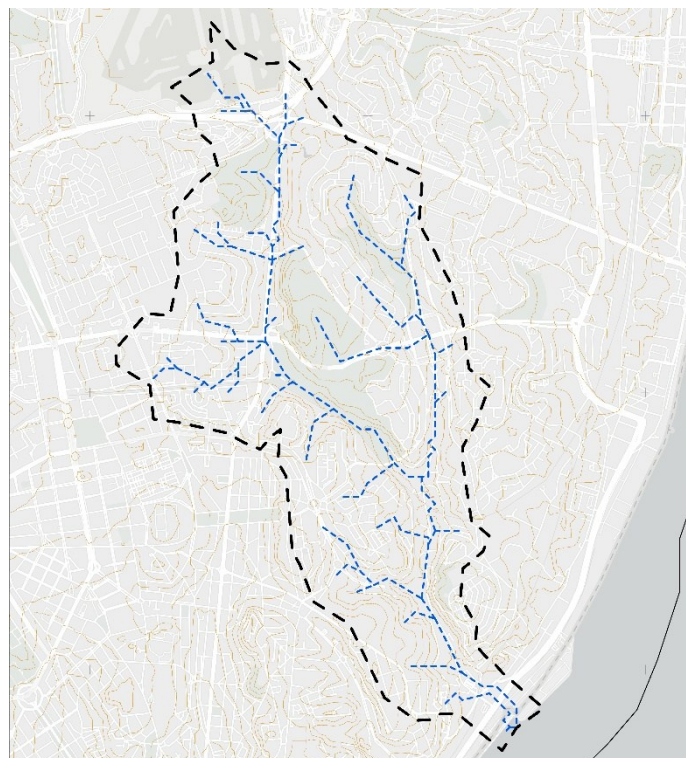


Figura 23 - Morfologia da área de estudo (Fonte: Mapa criado pelo próprio)

A carta topográfica foi elaborada com base nos seguintes dados geográficos: curvas de nível e linhas de água.

Tanto as curvas de nível como as linhas de água foram geradas automaticamente através da aplicação ArcGis, recorrendo ao modelo digital do terreno (MDT) do concelho de Lisboa, disponibilizados pela CML.

### *Permeabilidade Potencial*

A carta da Permeabilidade Potencial foi desenvolvida a partir da permeabilidade relativa do solo e substrato geológico e a partir dos declives (aptidão à infiltração dos declives).

### Permeabilidade Geológica:

Os valores da permeabilidade relativa à geologia são obtidos através da interpretação da capacidade de infiltração do substrato geológico que existe, de acordo com o tipo de rocha, a sua estrutura, textura [98]. Para esta carta, foi solicitado o Shapefile ao Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

Tabela 1 - Tipo Substrato Geológico e a sua permeabilidade (Fonte: [99])

Código	Formação Geológica	Tipo Litológico Principal	Permeabilidade (1-5)	Justificação
a	Aluviões e aterros	Solos inconsolidados (areias, siltes)	5	Solos soltos e porosos, com alta capacidade de infiltração de água.
M4_VIIb	Areolas do Cabo Ruivo com Chlamys macrotis	Areias e arenitos	4	Sedimentos arenosos com boa porosidade e permeabilidade.

M4_VIIa	Areolas de Braço de Prata com <i>Flabellipecten tenuisulcatus</i>	Areias e arenitos	4	Similar às areolas do Cabo Ruivo, com características litológicas semelhantes.
M4_VIc	Calcários de Marvila com <i>Pycnodonta squarrosa</i> var. <i>gigantea</i>	Calcários margosos	2	Rocha carbonatada com menor porosidade e permeabilidade.
M3_VIb	Arenitos de Grilos com <i>Shizaster scillae</i>	Arenitos	3	Rocha sedimentar com permeabilidade moderada.
M3_VIa	Argilas de Xabregas com <i>Meretrix brochii</i>	Argilas	1	Argilas são geralmente impermeáveis devido à sua estrutura compacta.
M3_Vc	Calcários da Quinta das Conchas com <i>Anomia choffatti</i>	Calcários bioclásticos	2	Calcários com baixa porosidade, resultando em baixa permeabilidade.
M3_Vb	Areias do Vale de Chelas	Areias fluviais	4	Sedimentos arenosos com boa capacidade de infiltração.
M2_Va3	Calcários da Musgueira com <i>Chlamys scabrisculla</i>	Calcarenitos	3	Rocha carbonatada com permeabilidade moderada.
M2_Va2	Areias com <i>Placuna miocenica</i>	Areias fluviais	4	Sedimentos arenosos com boa porosidade.
M2_Va1	Calcários do Casal Vistoso com <i>Chlamys scabrella</i>	Calcários arenosos	3	Rocha carbonatada com alguma porosidade devido à presença de areia.
M2_IVb	Areias da Quinta do Bacalhau com <i>Gryphaea griphoides</i>	Areias fluviais	4	Sedimentos arenosos com boa capacidade de infiltração.

#### Permeabilidade dos Solos:

Permeabilidade dos solos relativamente ao tipo de solo, espessura e textura, utilizando a carta do Tipo de solos cedida pela CML [98].

*Tabela 2 - Tipo de Solo e Permeabilidade (Fonte: [100])*

Tipo de Solo	Permeabilidade Típica	Escala (Inteira)
Calcareníticos	Alta a muito alta	5
Argilosos	Muito baixa a baixa	1
Areníticos	Alta	4
Basálticos	Moderada a baixa	2
Aluvionares	Variável (baixa a alta)	3
Carbonatados	Moderada a alta	4

#### Permeabilidade dos Declives:

Mais uma vez através do MDT, foi classificado a % de declives.

Os declives também influenciam a capacidade de infiltração da água no solo, sendo uma variável a ter em consideração, pois quanto maior a percentagem de declive menor aptidão à infiltração, uma vez que o escoamento superficial é maior [101].

Tabela 3 - Permeabilidade dos Declives (Fonte: Segundo o modelo [101])

Declive (%)	Classe de Aptidão	Valor de Infiltração
0-5%	Muito alta	5
5-8%	Alta	4
8-15%	Média	3
15-25%	Baixa	2
>25%	Muito baixa	1

#### Calcular o valor de Permeabilidade Potencial

Através da fórmula (Usando o modelo de Pena et al. [101]) como base:

$$PP = 0,80 \times \frac{Pg+Ps}{2} + 0,20 \times Ainf$$

- Pg = valor da permeabilidade do substrato geológico (1 a 5)
- Ps= valor da permeabilidade do solo (1 a 5)
- Ainf= valor de aptidão do declive (1 a 5)

Cálculos realizados através do ArcGis, posterior classificados de 1 a 5, com as tonalidades de azul como é possível observar na imagem 24.

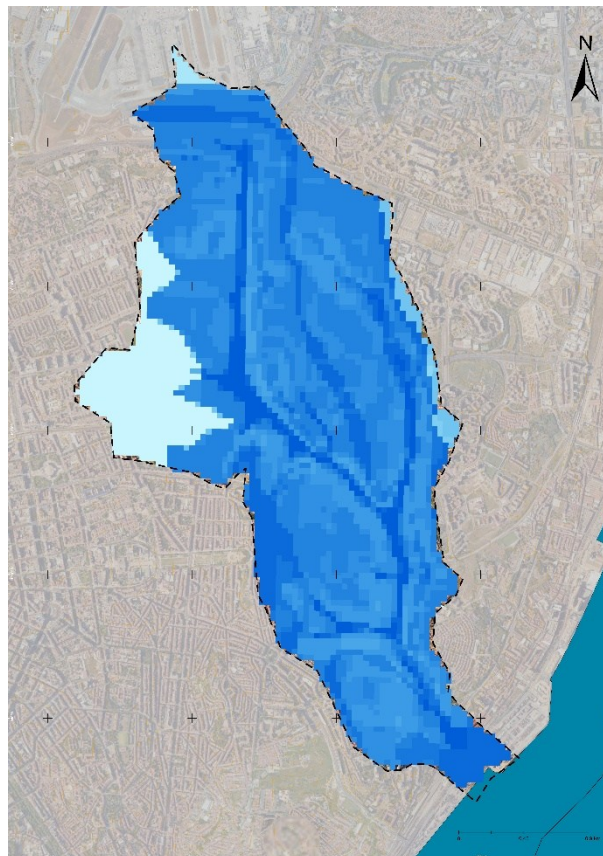


Figura 24 - Permeabilidade Potencial da área de estudo, sendo o azul escuro de elevada permeabilidade (Fonte: Adaptado de várias cartas; em anexo com a legenda)

### *Grau de impermeabilização*

A carta relativa ao grau de impermeabilização do solo representa, em percentagem, a intensidade de cobertura artificial das superfícies, variando entre 0% (completamente permeável) e 100% (totalmente impermeável).

Esta cartografia foi elaborada com base nos dados disponibilizados pelo projeto *Copernicus*, especificamente através do indicador *Imperviousness Density* [102], referente à área metropolitana de Lisboa.



Figura 25 - Grau de impermeabilização da área de estudo (Fonte: Copernicus - Imperviousness Density 2018)

Para efeitos da presente análise, os dados foram extraídos para a área de estudo e sujeitos a um processo de reclassificação. Estabeleceu-se um limiar de 30% para o índice de impermeabilização: áreas com densidade inferior a 30% foram classificadas como não edificadas (cor verde), enquanto áreas com densidade igual ou superior a 30% foram classificadas como edificadas (cor vermelha) [102].

Apurou-se que aproximadamente 59% da área em análise se encontra impermeabilizada, coincidindo, em grande medida, com a zona da frente ribeirinha.

### *Uso do Solo*

A partir da Planta de Qualificação do Espaço Urbano do PDM, nomeadamente da carta de Usos do Solo, é possível interpretar que grande parte do território abrangido pela área de estudo se encontra classificado como “espaço urbano em consolidação”. Esta classificação indica que, embora existam já

estruturas urbanas implantadas, o tecido urbano ainda não se encontra completamente desenvolvido, permitindo intervenções que visem a sua qualificação.

Na leitura da referida carta, todas as áreas representadas com tracejado correspondem precisamente aos espaços classificados como “a consolidar”, distinguindo-se visualmente das zonas já consolidadas.

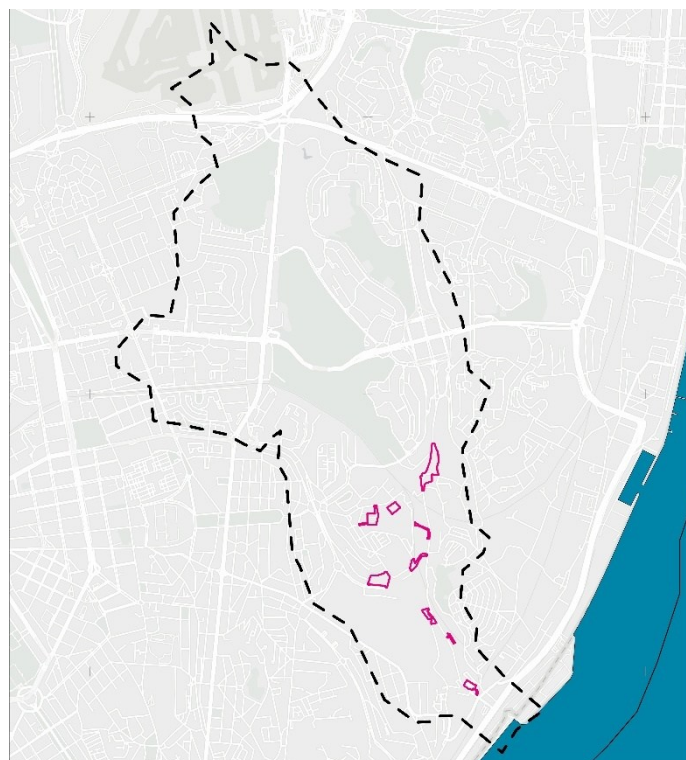
A carta de Usos do Solo será utilizada como base para a justificação das zonas de oportunidade dentro da área de intervenção, orientando a seleção de espaços com potencial para requalificação urbana, a mesma é apresentada na secção de interpretação do PDM e em anexo.

### *Zonas de Oportunidade*

As zonas de oportunidade correspondem a áreas que surgem como oportunidade uma vez que estão identificadas como suscetíveis a inundações, sendo, por isso, consideradas de risco.

A identificação das áreas resulta da sobreposição de cartas de planeamento, nomeadamente no PDM (como a planta de ordenamento de Riscos), com dados relativos à permeabilidade natural dos solos. A análise integrada destas Fontes permitiu reconhecer zonas com elevada impermeabilização, resultante da presença significativa de edificado, sobre terrenos que, do ponto de vista geológico e edafológico, apresentam elevada permeabilidade. Esta situação revela-se paradoxal, uma vez que a capacidade natural do solo para infiltrar água é comprometida pela urbanização intensiva.

Neste contexto, considera-se que estas áreas devem ser prioritárias para intervenções. Tal abordagem poderá contribuir significativamente para a mitigação do risco de inundações, reduzindo a necessidade de recorrer exclusivamente a infraestruturas cinzentas.



*Figura 26 - Áreas de oportunidade (fonte: definidas pelo autor)*

As zonas de oportunidade encontram-se assinaladas no mapa anexo, onde são também indicadas propostas concretas de intervenção local.

### 3.2.2. Proposta Estratégica:

#### *Visão*

A visão estratégica deste projeto transforma Marvila num território urbano resiliente, sustentável e socialmente inclusivo, onde os espaços públicos desempenham um papel ativo na adaptação às alterações climáticas e na mitigação de riscos de inundações, promovendo simultaneamente a qualidade de vida, a integração ecológica e a coesão territorial.

#### *Objetivos*

1. Reduzir em pelo menos 30% a superfície impermeável nas zonas urbanas identificadas como críticas em termos de risco de inundação e escoamento superficial, até 2030
2. Melhorar, até 2028, a qualidade urbana e ambiental de espaços públicos prioritários, através da introdução de elementos vegetados, sombreamento natural, e pavimentos ecológicos que aumentem a biodiversidade e o conforto térmico.
3. Até 2030, garantir que pelo menos 50% das ruas e espaços públicos requalificados integrem infraestruturas verdes de drenagem urbana sustentável.
4. Garantir que, até 2030, pelo menos 90% dos residentes urbanos vivam a menos de 300 metros de um espaço público verde requalificado.

#### *Propostas de Ações e Intervenções Estruturantes*

##### **Eixo 1 – Infraestruturas Verdes e Drenagem Urbana Sustentável**

1. Implementar jardins de chuva.
  - a. Objetivo: Reduzir o escoamento superficial e melhorar a infiltração local.
2. Implementar “bioswales” ao longo de vias urbanas, passeios e parques.
  - a. Objetivo: Conduzir e infiltrar águas pluviais de forma natural.
3. Dimensionar e construir bacias de retenção em zonas propensas a cheias.
  - a. Objetivo: Armazenar temporariamente volumes elevados de águas pluviais
4. Substituir pavimentos convencionais por materiais permeáveis em estacionamento, passeios e pracetas.
  - a. Objetivo: Aumentar a infiltração e reduzir o escoamento superficial
5. Requalificação de Espaços Verdes Existentes.
  - a. Objetivo: Potenciar os espaços verdes urbanos existentes para funções hidrológicas
6. Desenvolver infraestruturas ecológicas lineares (Criação de Corredores Ecológicos) que liguem diferentes elementos do sistema natural urbano
  - a. Objetivo: Conectar áreas verdes, zonas de retenção e linhas de água.
7. Introdução de bio-ilhas com vegetação autóctone em rotundas e separadores centrais.
  - a. Objetivo: Recolher, filtrar e infiltrar águas em áreas impermeáveis de elevada circulação
8. Criação de Micro bosques Urbanos.
  - a. Objetivo: Usar terrenos devolutos para retenção e valorização ambiental.

## **Eixo 2 – Reorganização e Desenho Urbano Adaptativo**

1. Reformular o perfil transversal de ruas
  - a. Objetivo: Integrar infraestruturas verdes na estrutura viária.
2. Redesenhar zonas pavimentadas com depressões suaves, vegetação resiliente e pavimentos permeáveis para armazenamento temporário de águas pluviais.
  - a. Objetivo: Transformar áreas urbanas em infraestruturas de retenção e regulação de águas.
3. Redesenho de Mobiliário Urbano e Caldeiras de Árvores para Facilitar a Infiltração
  - a. Objetivo: Melhorar a funcionalidade hidrológica dos elementos urbanos.
4. Reorganização de Zonas de Estacionamento com Grelhas Permeáveis.
  - a. Objetivo: Reduzir a impermeabilização das áreas de estacionamento
5. Conceber praças urbanas que funcionem como bacias de retenção.
  - a. Objetivo: Criar espaços públicos multifuncionais com capacidade de retenção temporária de água

### 3.2.3. Modelo Territorial

# Plano Geral da Estratégia

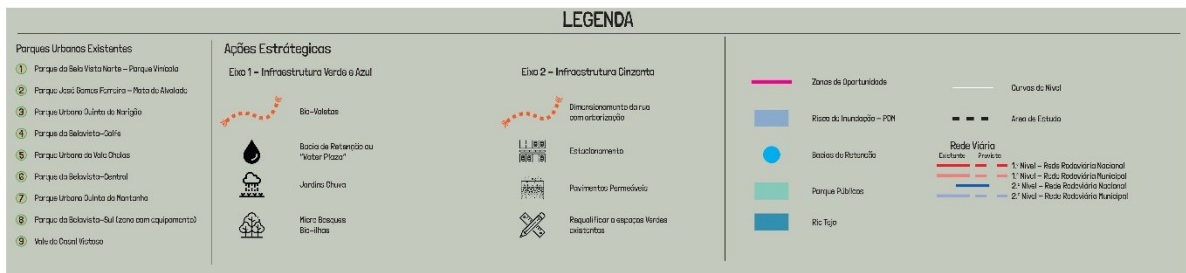


Figura 27 - Plano geral da Estratégia (Fonte: Mapa criado pelo próprio)

### 3.3. Proposta de ação

Tendo em conta a escassez de tempo disponível e a extensa dimensão da bacia hidrográfica de Chelas, considerou-se inviável a aplicação integral da estratégia de intervenção em toda a área. Assim, optou-se por delimitar uma zona de intervenção prioritária, selecionada com base na análise prévia da morfologia do terreno, do grau de impermeabilização existente e do potencial de permeabilidade do solo. Neste contexto, foi definida como área de trabalho o Largo da Marquesa de Nisa, incluindo um troço da Rua Gualdim Pais, por se tratar de uma zona representativa dos desafios hidrológicos urbanos e por apresentar viabilidade técnica para a aplicação de soluções sustentáveis.

A escolha desta área justifica-se também pelo facto de as ações previstas no plano estratégico terem maior impacto e significado nas zonas ribeirinhas, onde se concentram os principais riscos associados ao escoamento superficial e à ocorrência de inundações. De salientar que, a montante, a presença de diversos parques urbanos, conforme ilustrado no plano geral da estratégia, já assegura uma relativa capacidade de retenção e infiltração das águas pluviais. Neste sentido, a intervenção proposta procura reforçar a resiliência hidrológica a jusante, articulando medidas de adaptação às alterações climáticas com princípios de requalificação do espaço público e integração de NBS.

#### 3.3.1. Área de Intervenção na Proposta Estratégica

Conforme anteriormente referido, a área de intervenção definida localiza-se no Largo da Marquesa de Nisa, incluindo igualmente um troço da Rua Gualdim Pais. Esta delimitação insere-se numa abordagem territorial integrada que visa responder, de forma localizada, mas estratégica, aos desafios impostos pelas alterações climáticas e à necessidade de promover maior justiça espacial nos contextos urbanos periféricos.

A presente intervenção enquadra-se, assim, na estratégia urbana de mitigação dos impactos das alterações climáticas, assente em princípios de sustentabilidade territorial, coesão socioambiental e valorização do espaço público. A proposta é orientada por um conjunto de objetivos estratégicos (OE) previamente definidos, que se articulam de forma coerente e estruturada, servindo de base à definição e implementação das ações previstas.

- OE1 - Reduzir a superfície impermeabilizada;
- OE2 - Melhorar a qualidade urbana;
- OE3 - Implementar infraestruturas verdes com drenagem natural;

Para a concretização dos objetivos estratégicos definidos, a intervenção será materializada através de um conjunto articulado de ações, que traduzem operacionalmente as metas estabelecidas. Neste sentido, propõem-se as seguintes medidas por objetivo:

- OE1 - Redução da superfície impermeabilizada: Será promovida a substituição integral dos pavimentos impermeáveis existentes nas zonas de estacionamento por pavimentos permeáveis, que favoreçam a infiltração da água. Adicionalmente, serão implementadas soluções de infraestrutura verde como bio ilhas (por exemplo, em rotundas ou eixos de

interseção), bioswale, jardins de chuva e, sempre que viável, arborização, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial;

- OE2 - Melhoria da qualidade urbana: Serão criadas áreas de estacionamento integradas na paisagem, acompanhadas de arborização ao longo das vias, com o objetivo de proporcionar sombra natural, melhorar o conforto térmico e qualificar o espaço público. As infraestruturas verdes, como bio ilhas, bio valas e jardins de chuva, para além de responderem aos desafios da drenagem urbana, têm igualmente um papel relevante na mitigação das ilhas de calor e na valorização ecológica do tecido urbano;
- OE3 - Implementação de sistemas de drenagem natural: Serão desenvolvidas infraestruturas de drenagem sustentável, nomeadamente valas ecológicas, bio valas e jardins de chuva, concebidas para reter temporariamente a água pluvial, favorecer a sua infiltração no solo e prevenir a sobrecarga das redes convencionais de drenagem;

### 3.3.2. Pormenorização do Modelo Territorial

A área de intervenção integra-se, uma vez mais, na proposta estratégica de adaptação urbana às alterações climáticas, constituindo uma zona prioritária de atuação devido a um conjunto de fatores críticos que justificam a sua seleção:

- Elevado risco de inundações urbanas, conforme identificado no PDM, agravado pela sua área impermeabilizada e pela morfologia do terreno, uma vez que se trata da zona mais baixa do vale de Chelas;
- Elevada vulnerabilidade urbana, caracterizada por défices significativos ao nível da qualificação do espaço público, da oferta de infraestrutura verde e da acessibilidade;
- Potencial ecológico;

Este projeto visa, assim, a requalificação ambiental e funcional do espaço urbano, através da concretização das ações definidas no plano estratégico, em alinhamento com os objetivos de mitigação de inundação, reforço da resiliência urbana. A intervenção proposta será estruturada em três momentos principais: Caracterização do estado atual, Proposta de intervenção e indicadores de desempenho e critérios de avaliação.

## Caracterização do estado atual da área de intervenção

Rua Gualdim Pais e Largo da Marquesa de Nisa, Lisboa



Figura 28 - Localização e área de intervenção atualmente (Fonte: Google Maps)

### Proposta de intervenção

#### Enquadramento Conceptual

A presente proposta de intervenção visa a requalificação do espaço público existente, com especial enfoque na sua adaptação às crescentes ocorrências de inundações, potenciadas pelas alterações climáticas. A área de intervenção apresenta vulnerabilidades associadas ao escoamento superficial e à impermeabilização excessiva do solo, problemas que, para além dos riscos ambientais, comprometem a funcionalidade e qualidade do espaço urbano. Paralelamente, a intervenção constitui uma oportunidade para valorizar o tecido urbano, reforçando a sua identidade local, a acessibilidade e a qualidade de vida. O desenho proposto assenta em princípios de sustentabilidade urbana, privilegiando NBS, a mobilidade ativa, a gestão eficiente da água pluvial e a inclusão social.

#### Plano geral da Intervenção

O plano geral propõe, como primeira medida, a reestruturação do sistema viário, anteriormente sobredimensionado e centrado na mobilidade automóvel. Com a redução da largura das vias, foi possível alargar os passeios, favorecendo a circulação pedonal e permitindo a integração de soluções verdes como “bioswales” e pavimentos permeáveis nas zonas de estacionamento. Estas soluções não só contribuem para a retenção e infiltração da água pluvial, como melhoram significativamente o conforto térmico e a estética do espaço público, através da arborização estruturada ao longo dos percursos.



Figura 29 - Plano Geral da Intervenção modelo-tipo (Fonte: desenho do próprio, com legenda em anexo)

### Corte Transversal AB



Figura 30 - Situação atual do Corte AB, sentido Sul-Norte (Fonte: Google Earth Pro; data: 08/2024)

Na secção analisada deste corte, é possível observar o estado atual do espaço público, evidenciando a presença de veículos mal-estacionados, o que contribui para a degradação do ambiente urbano. Este cenário reflete uma falta de promoção da sustentabilidade e da acessibilidade, além da ausência de espaços verdes que poderiam proporcionar maior conforto e qualidade de vida.

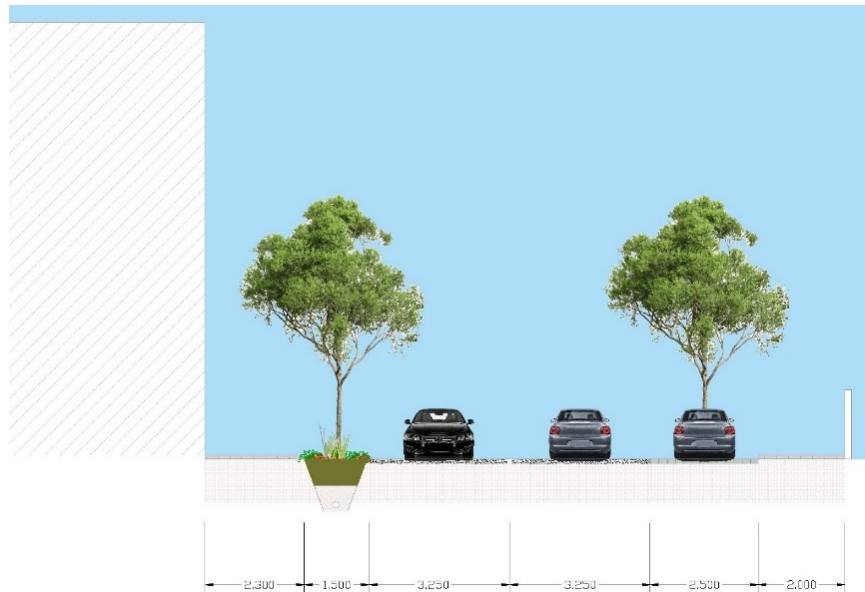


Figura 31 - Proposta de intervenção do corte AB, escala 1:100, Sentido Sul-Norte (Fonte: desenho do próprio)

Neste troço, a reestruturação da via permitiu a implementação de um sistema de bioswales, com o objetivo de captar e infiltrar as escorrências superficiais, mitigando o risco de inundações. Adicionalmente, procedeu-se à reformulação das zonas de estacionamento, substituindo-se o pavimento tradicional por soluções permeáveis, que permitem a drenagem da água para o subsolo. A arborização ao longo da rua contribui para a criação de sombra, conforto climático e valorização do espaço público, promovendo uma maior permanência e mobilidade ativa.

### Corte Transversal CD



Figura 32 - Situação atual do Corte CD, sentido Norte-Sul (Fonte: Google Earth Pro; data: 06/2024)

A rua apresenta elevados níveis de impermeabilização, caracterizando-se pela ausência de qualquer tipo de vegetação, o que contribui para a degradação ambiental local. Além disso, os passeios são excessivamente estreitos e frequentemente ocupados por estacionamento indevido, o que dificulta a circulação de pedestres e compromete a acessibilidade. Esta situação, para além de afetar o conforto visual, impede a promoção da sustentabilidade e da mobilidade ativa, elementos essenciais para a qualidade de vida urbana e a redução do impacto ambiental.



Figura 33 - Proposta de intervenção do corte CD, escala 1:100, Sentido Sul-Norte (Fonte: desenho do próprio)

Este segundo corte dá continuidade às soluções aplicadas no Corte AB, assegurando coerência na linguagem urbana e funcional do espaço. A área em análise apresentava uma configuração excessivamente impermeabilizada, a funcionar como uma rotunda informal. A proposta reconverte este espaço num jardim de chuva, garantindo elevada permeabilidade do solo e capacidade de retenção temporária das águas pluviais. Esta transformação reforça o carácter ecológico da intervenção, introduzindo um elemento paisagístico que simultaneamente responde aos desafios climáticos e qualifica o espaço urbano.

#### *Indicadores de Avaliação de Impacto:*

Com o intuito de demonstrar o impacto positivo esperado da intervenção, bem como de fundamentar, com base em evidências empíricas, a necessidade do alargamento progressivo da estratégia às restantes áreas da bacia do Vale de Chelas, será realizada uma análise comparativa suportada por indicadores de desempenho. Esta análise visa reforçar a relevância e a eficácia do projeto.

Nesse sentido, torna-se essencial interpretar e analisar alguns dados relevantes, nomeadamente o coeficiente de infiltração e os padrões de precipitação na cidade de Lisboa.

Condições Atmosféricas Atuais: Precipitação

Considera-se dia com precipitação aquele em que se regista uma precipitação, igual ou superior a 1 milímetro. A probabilidade de ocorrência de dias com precipitação em Lisboa apresenta variações sazonais significativas [103].

Para demonstrar a variação da precipitação, apresenta-se a precipitação acumulada ao longo de períodos contínuos de 31 dias, centrados em cada dia do ano. Lisboa evidencia uma variação sazonal pronunciada na precipitação mensal [103].

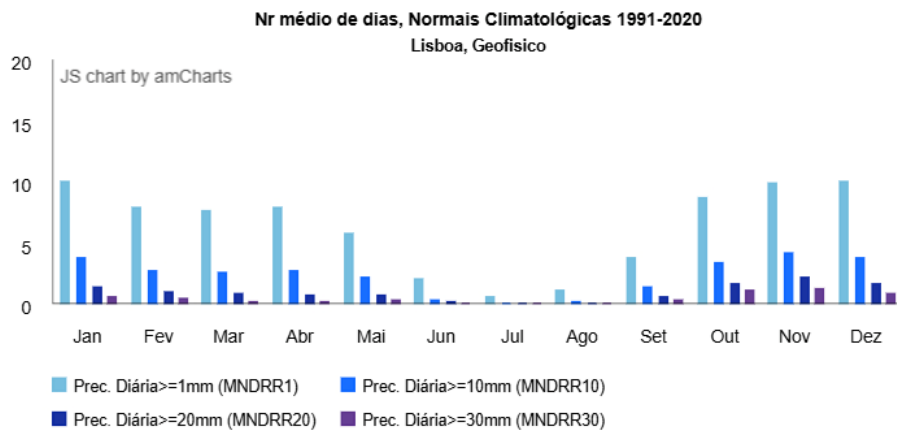


Figura 34 - Nr médio de dias com precipitação (fonte: adaptado [104])

O período chuvoso estende-se por aproximadamente 9 meses (de setembro até junho), sendo que o mês mais chuvoso é novembro, com uma precipitação média de 130 mm. O período seco compreende cerca de 3 meses (de junho até setembro), sendo julho o mês menos chuvoso, com apenas 5 mm de precipitação média [103].

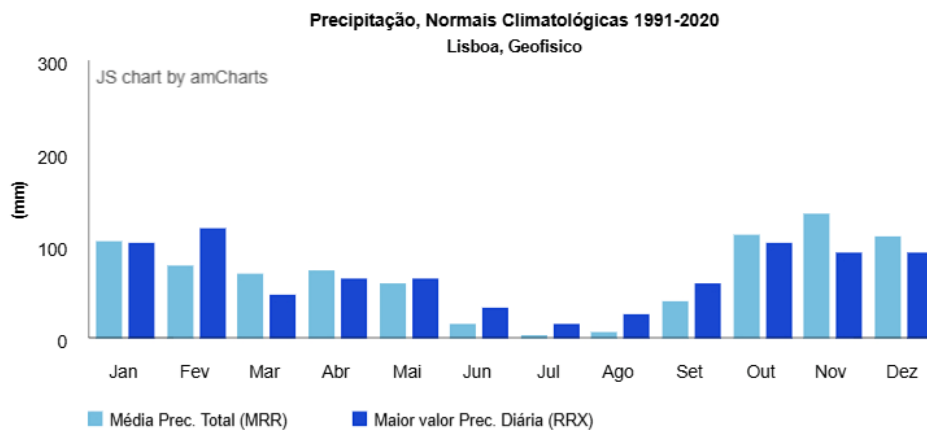


Figura 35 - Chuva mensal média em Lisboa (Fonte: adaptado de [104])

Com base nos dados dos últimos 30 anos, estima-se que Lisboa, no mês mais chuvoso, registou-se uma precipitação mensal de 130mm.

Indicadores Ambientais

### Redução do escoamento superficial e volume de água infiltrado

Melhoria da Permeabilidade (Infiltração)

Para quantificar o impacto da intervenção, utiliza-se o coeficiente de escoamento superficial (C), que representa a fração da precipitação que escoar à superfície, em oposição à que se infiltra no solo.

*Tabela 4 - Coeficientes de escoamento superficial por tipo de superfície (Fonte: [105])*

Tipo de Superfície	Coeficiente C
Asfalto	0,85-0,90
Pavimento Permeável	0,10-0,30
Proposta - Bioswales, Jardim chuva	0,05-0,20

Cenário 1 - Estacionamento com pavimento Permeável

No cenário 1, considera-se um estacionamento com uma área total de 500 m<sup>2</sup>, onde se implementa pavimento permeável como medida de gestão sustentável das águas pluviais. A precipitação considerada para o cálculo corresponde a um evento de 40 mm (ou 0,04 m), este valor, registado em 2022, corresponde a precipitação acumulada em apenas uma hora. Inicialmente, a superfície apresentava um coeficiente de escoamento (C<sub>1</sub>) de 0,90 [104], típico de áreas impermeáveis. Após a intervenção, com a substituição do pavimento por um material permeável, o coeficiente de escoamento (C<sub>2</sub>) foi reduzido para 0,20 [105].

O cálculo do volume de escoamento superficial antes da intervenção é dado por:  
 $Q_1 = C_1 \times A \times P = 0,90 \times 500 \times 0,04 = 18 \text{ m}^3$  [106].

Após a implementação do pavimento permeável, o escoamento é reduzido para:  
 $Q_2 = C_2 \times A \times P = 0,20 \times 500 \times 0,04 = 4 \text{ m}^3$  [106].

Assim, verifica-se uma redução do escoamento superficial da ordem de 14 m<sup>3</sup> por evento de 40 mm de precipitação, o que corresponde a uma redução percentual de 77,7%. Estes resultados evidenciam a eficácia do pavimento permeável como estratégia para o controlo do escoamento e mitigação de impactos.

Cenário 2 – Bioswales e Jardins Chuva

No cenário 2, considera-se uma área total de 505 m<sup>2</sup>, anteriormente caracterizada por uma superfície impermeável com um coeficiente de escoamento ( $C_1$ ) de 0,90 [105]. Para o cálculo do volume de escoamento superficial, foi considerada uma precipitação por evento de 40 mm (ou 0,04 m), conforme já mencionado anteriormente. Com a implementação de bioswales ou jardins de chuva, são NBS que promovem a infiltração e o tratamento das águas pluviais, onde, com a implementação desse tipo de soluções o coeficiente de escoamento foi reduzido para 0,10 ( $C_2$ ) [105], representando uma superfície altamente permeável.

O volume de escoamento superficial antes da intervenção foi calculado da seguinte forma:  
 $Q_1 = C_1 \times A \times P = 0,90 \times 505 \times 0,04 = 18,18 \text{ m}^3$  [106].

Após a aplicação das medidas sustentáveis, o volume foi significativamente reduzido para:  
 $Q_2 = C_2 \times A \times P = 0,10 \times 505 \times 0,04 = 2,02 \text{ m}^3$  [106].

Desta forma, a redução do escoamento superficial é de 16,16 m<sup>3</sup> por evento de 40 mm de precipitação, o que representa uma diminuição percentual de 88,8%. Estes resultados demonstram de forma clara a eficácia de infraestruturas verdes como os bioswales ou jardins de chuva na gestão do escoamento urbano, promovendo não só a redução do volume, como também a melhoria da qualidade da água e a recarga dos aquíferos subterrâneos.

#### Capacidade de Retenção de Água

No âmbito da proposta de intervenção que prevê a implementação de *bioswales* e jardins de chuva, a capacidade de retenção do sistema está intrinsecamente ligada à taxa de infiltração do solo local, a qual deverá situar-se entre 7 mm/h e 200 mm/h [107]. Considerando que a área destinada à instalação destas infraestruturas verdes é de 505 m<sup>2</sup>, e que a precipitação média por evento é de 40 mm, conforme anteriormente referido.

Num cenário mais conservador, em que o solo apresenta uma taxa mínima de infiltração de 7 mm/h, a capacidade de absorção seria de aproximadamente 3,535 m<sup>3</sup> por hora. Por outro lado, num cenário ideal, com uma taxa de infiltração de 200 mm/h, o solo poderia infiltrar até 101 m<sup>3</sup> por hora. Importa salientar que este valor máximo é teórico e depende de diversos fatores, como a compactação do solo, a sua composição, a saturação pré-existente. Ainda assim, mesmo considerando as limitações práticas, verifica-se que a capacidade potencial de infiltração é significativamente superior ao volume gerado por um evento de 40 mm de precipitação.

Estes resultados demonstram de forma clara que, mesmo em condições menos favoráveis, a adoção de *bioswales* e jardins de chuva constitui uma estratégia eficaz para promover a retenção e infiltração da água pluvial, reduzindo o escoamento superficial e proporcionando benefícios adicionais.

Neste contexto, a Rua Gualdim Pais e o Largo da Marquesa de Nisa surgem como espaços-piloto, com forte potencial demonstrativo, que funciona como modelo-tipo para futuras intervenções integradas na adaptação urbana, contribuindo para a construção de uma cidade mais sustentável, inclusiva e resiliente.

### 3.3.4. Programa de Execução e Plano de Financiamento

A concretização da proposta de intervenção territorial exige um planeamento estruturado que integre não apenas os aspetos técnicos, mas também os operacionais e financeiros. Neste sentido, o presente capítulo apresenta o programa de execução e o respetivo plano de financiamento associado à implementação da requalificação da Rua Gualdim Pais e o Largo da Marquesa de Nisa.

Este capítulo tem como objetivo delinear, as etapas necessárias para a materialização das ações propostas. Serão abordados, entre outros aspetos, o dimensionamento técnico das intervenções, o cronograma de execução, a identificação das entidades promotoras e parceiras, a estimativa dos recursos humanos, materiais e financeiros necessários, bem como as potenciais Fontes de financiamento.

Ao garantir uma abordagem integrada entre planeamento, execução e sustentabilidade financeira, pretende-se assegurar a viabilidade prática da proposta, reforçando o seu potencial de replicabilidade e de contributo efetivo para a gestão sustentável.

#### **Dimensionamento das Ações**

O dimensionamento das ações propostas resulta de uma análise integrada entre as necessidades funcionais do espaço urbano e os objetivos ambientais e sociais delineados para a intervenção. As soluções adotadas visam não apenas melhorar a gestão das águas pluviais, mas também qualificar o espaço público, promovendo a mobilidade sustentável, o conforto ambiental e a resiliência urbana.

Segue-se a descrição das principais ações previstas:

##### Redimensionamento da faixa de rodagem

A via automóvel existente será ajustada para reduzir a largura das vias de trânsito, com o objetivo de diminuir a velocidade de circulação, compatibilizando-a com um perfil de “zona de 30”, reforçar a segurança rodoviária e criar espaço disponível para usos mais sustentáveis. Esta intervenção permite igualmente uma reorganização mais eficiente do perfil viário, compatibilizando os diferentes modos de transporte.

A reestruturação do dimensionamento da faixa de rodagem teve em consideração do espaço mínimo para o atravessamento de transportes públicos (uma dimensão de 3,25m), conforme esta definido no manual do espaço Público [46].

O estreitamento da calha viária não comprometerá a fluidez para os residentes, enquanto desencoraja o trânsito de atravessamento e melhora a segurança rodoviária.

##### Alargamento dos passeios

A redução da faixa de rodagem viabilizou o alargamento dos passeios, promovendo melhores condições para a mobilidade pedonal e incentivando modos ativos de deslocação, permitirá também inserir mobiliário urbano adequado, como bancos, papeleiras e iluminação LED eficiente, sem

obstruir a passagem pedonal. Esta medida visa aumentar o conforto e a segurança dos peões, incluindo populações com mobilidade reduzida.

A reestruturação do dimensionamento do passeio teve em consideração do espaço mínimo para duas pessoas com mobilidade condicionada se cruzarem (>1,80m), conforme esta definido no manual do espaço Público [46].

#### Implementação de bioswales:

##### Descrição Técnica de “Bioswales”

Sendo um sistema de drenagem sustentável projetado para controlar o escoamento superficial, promovendo infiltração e filtragem de poluentes.

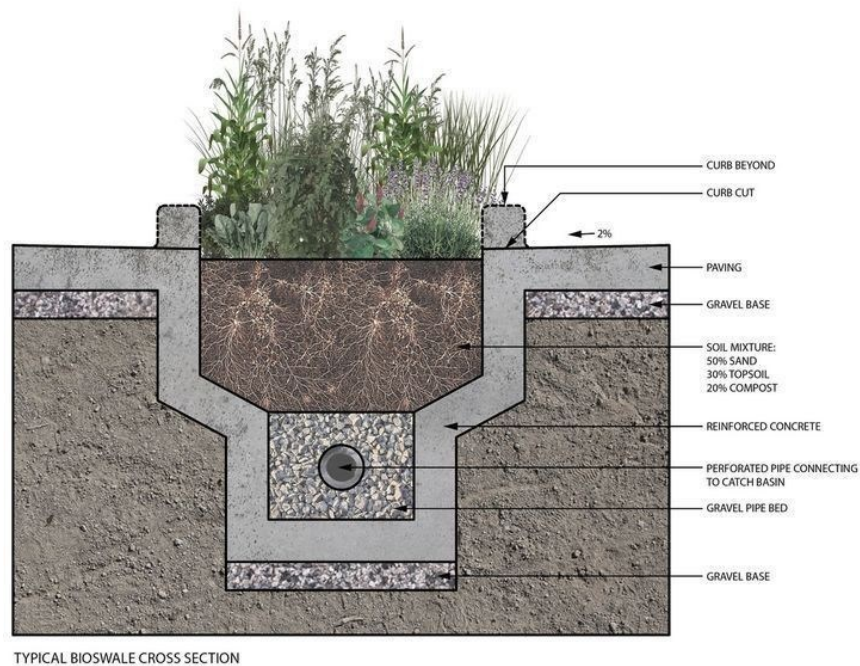


Figura 36 - Seção transversal típica de um bioswale, (Fonte: adaptado de [108])

#### Dimensões e Estrutura:

A largura para a estrutura é de aproximadamente 1,5 metros. O comprimento pode ser ajustado conforme as condições e o espaço físico disponível no local de implantação. A profundidade deve variar entre 0,5 e 1 metro, sendo determinada principalmente pela capacidade de infiltração do solo e pelo volume de água a ser tratado. Esses parâmetros visam garantir a eficiência do sistema e sua adequada integração ao ambiente [109].

#### Camadas e Materiais:

A camada de brita deve apresentar uma espessura compreendida entre 15 e 30 cm, utilizando-se brita n.º 57, com granulometria entre 9,5 mm e 37,5 mm. Esta camada tem como principal função melhorar a drenagem do sistema, prevenindo o acúmulo de sedimentos [109].

Sobre esta base, dispõe-se a camada de solo filtrante, composta por uma mistura de 50% de areia, 30% de solo superficial e 20% de composto orgânico. A espessura desta camada deverá situar-se entre 30 e 60 cm, assegurando a adequada filtragem e infiltração da água [109].

O sistema de drenagem inclui a instalação de tubulação perfurada, cuja função é conduzir o excesso de água, garantindo o escoamento eficiente. Para evitar a contaminação e a migração de partículas entre as camadas, recomenda-se a utilização de um geotêxtil entre a brita e o solo, atuando como elemento separador [109].

Vegetação Autóctone:

Para garantir um desempenho ecológico eficiente, recomenda-se a utilização de espécies autóctones, adaptadas às condições da região. A escolha adequada das espécies contribui significativamente para a adaptação as alterações climáticas.

Arbustos:

- Espinheiro-alvar (*Crataegus monogyna*) – Atrai polinizadores, apresenta boa resistência e adapta-se a diversas condições edafoclimáticas.
- Sabugueiro (*Sambucus nigra*): Cresce preferencialmente em solos húmidos e contribui positivamente para a diversidade ecológica.

Herbáceas:

- Lírio-amarelo (*Iris pseudacorus*): Planta ideal para zonas húmidas, com excelente capacidade de filtragem e tratamento de águas.
- Junco (*Juncus effusus*): Auxilia na retenção de água, estabiliza o solo e integra-se bem em sistemas de drenagem natural.
- Erva-de-são-roberto (*Geranium robertianum*): Espécie nativa versátil, bem-adaptada a diferentes tipos de solo e com potencial ornamental.

#### Substituição do pavimento do estacionamento por solução permeável

No lado oposto ao bioswale, correspondente à zona de estacionamento, o pavimento existente será substituído por um sistema permeável, permitindo a infiltração direta das águas pluviais no solo e contribuindo para o equilíbrio hídrico local. Esta ação está alinhada com os princípios da drenagem urbana sustentável.

#### Introdução de arborização ao longo do passeio adjacente ao estacionamento

Ao longo do passeio situado no lado do estacionamento, será promovida a arborização com espécies adequadas conforme esta definido pelo manual do espaço público [46], a intervenção propõe a implantação de uma tipologia de árvores que combine espécies caducas e perenes, visando garantir conforto térmico ao longo de todas as estações do ano. E inserida em caldeiras que deverão ter uma dimensão suficiente que permita a plantação de árvores sem o risco de danificar os pavimentos

adjacentes e deverão ter uma secção suficiente para o porte futuro da árvore existente ou prevista, assegurando, em qualquer caso, uma profundidade mínima de terra com 1,00m [46].

Tratando-se de uma combinação entre folhas caducas e persistentes, as espécies que melhor se enquadram são:

- Sobreiro (*Quercus suber*) – Espécie emblemática do ecossistema mediterrânico, desempenha um papel fundamental na conservação da biodiversidade e apresenta elevada resistência à seca.
- Azinheira (*Quercus rotundifolia*) – Árvore adaptada ao clima mediterrânico, tolerante a solos pobres e com baixa necessidade hídrica.
- Freixo (*Fraxinus angustifolia*) – Frequentemente encontrado em zonas ribeirinhas, contribui para a retenção e regulação da água no solo.



Figura 37 - Exemplar de um *Fraxinus angustifolia*

- Salgueiro (*Salix spp.*) e Amieiro (*Alnus glutinosa*) – Espécies que se desenvolvem bem em ambientes húmidos, com elevada capacidade de absorção de água.
- Lódão-bastardo (*Celtis australis*): Arbusto resistente, de crescimento moderado, adequado para ambientes urbanos e espaços verdes sustentáveis.



*Figura 38 - Exemplar de um Celtis australis*

Esta medida visa criar sombra, reduzir ilhas de calor, melhorar a qualidade do ar e proporcionar maior conforto térmico aos utilizadores do espaço público.

#### Melhoria da segurança nas passadeiras com lombas de travessia

Serão identificadas e requalificadas as passadeiras existentes, com a introdução de lombas de travessia que atuam como medidas de acalmia de tráfego. Esta solução reforça a visibilidade dos atravessamentos e promove a segurança dos peões.

Tendo sempre em consideração as normas e os dimensionamentos mínimos obrigatório pelo manual do espaço público [46].

#### Substituição de separadores por jardins de chuva

##### Descrição Técnica de Jardim de Chuva

É uma infraestrutura verde projetada para capturar, infiltrar o escoamento superficial. Consiste numa depressão no solo preenchida com camadas filtrantes e vegetação adaptada, promovendo a retenção e purificação da água antes da sua infiltração [107].

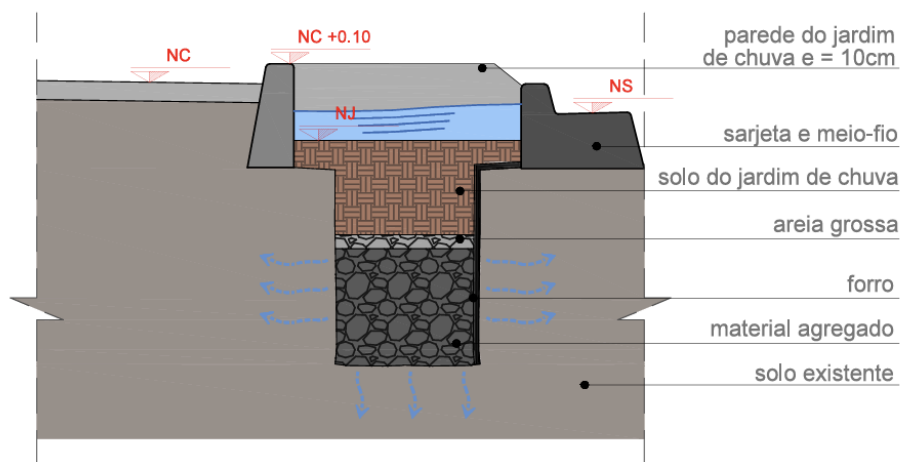


Figura 39 - Seção transversal típica de um Jardim Chuva (Fonte: adaptado de [107])

#### Dimensões e Estrutura:

A profundidade do jardim de chuva deve situar-se entre 20 e 30 cm, sendo esta determinada em função da capacidade de infiltração do solo. As dimensões em largura e comprimento são variáveis, podendo ser ajustadas consoante o espaço disponível no local de implantação e o volume de água pluvial a ser tratado.

A inclinação da superfície deve variar entre 1% e 5%, de modo a garantir o escoamento adequado e o direcionamento eficiente da água para as zonas de infiltração, promovendo o bom funcionamento do sistema [107].

#### Camadas e Materiais:

A construção de jardins de chuva envolve a aplicação de diferentes camadas com funções específicas que garantem a sua eficácia no controlo do escoamento pluvial e na melhoria da qualidade da água infiltrada. A camada mais inferior consiste numa base de brita com espessura compreendida entre 10 e 20 centímetros, utilizando-se brita nº 57, cuja granulometria varia entre 9,5 mm e 37,5 mm. Esta camada tem como principal função facilitar a drenagem e prevenir o acúmulo de sedimentos que possam comprometer a infiltração da água [107].

Sobre esta base, é aplicada uma camada de solo filtrante com espessura que pode variar entre 20 e 40 centímetros. Esta camada é composta por uma mistura de 50% de areia, 30% de solo superficial e 20% de composto orgânico. A sua principal função é a retenção de poluentes e nutrientes, contribuindo para a melhoria da qualidade da água que percola através do sistema [107].

Complementarmente, integra-se um sistema de drenagem que inclui uma tubulação perfurada, responsável pela condução do excedente de água que não é absorvido pelo solo. Além disso, utiliza-se geotêxtil como elemento separador entre a brita e o solo, com o intuito de evitar a obstrução do sistema por partículas finas e garantir o seu funcionamento a longo prazo [107].

#### Vegetação Autóctone:

A vegetação utilizada é semelhante àquela aplicada nas *bioswales*, conforme anteriormente referido, sendo justificada pelos mesmos motivos, nomeadamente a sua capacidade de retenção e filtragem de poluentes, resistência às variações de humidade.

Em conjunto, estas ações foram dimensionadas para funcionar de forma integrada, potenciando os benefícios ambientais, sociais e funcionais do espaço intervencionado. O dimensionamento físico de cada solução foi desenvolvido com base em critérios técnicos, nomeadamente a área de contribuição hidráulica, as características do solo e a intensidade pluviométrica média da região.

Todas estas ações reforçam-se mutuamente, ao redimensionar o perfil da rua e criar espaço para passeios, árvores, bioswales, promove-se uma “rua completa” sustentável, focada nos peões e no ambiente.

## Cronograma de Aplicação das Ações

A implementação será distribuída ao longo de 12 meses, com fases sequências e marcos definidos. Apresenta-se de seguida um cronograma detalhado, cobrindo as principais fases, atividades e marcos do projeto:

Tabela 5 – Faseamento da implementação

<b>Mês</b>	<b>Fase / Atividades Principais</b>	<b>Marco e Resultados</b>
M1–M2	Planeamento e Projeto Executivo: Revisão final do projeto e dimensionamento detalhado; Obtenção de licenças e autorizações (CML, entidades de infraestruturas); Concurso e contratação da empreitada.	Projeto Aprovado (fim do M2): Projeto de execução validado pela CML; Empreiteiro selecionado e contrato assinado; Comunidade informada do arranque iminente.
M3	Mobilização e Preparação do Terreno: Instalação do estaleiro de obra; Sinalização temporária de trânsito e desvios; Marcação em obra das demolições e elementos a remover.	Início da Obra (início do M3): Equipa mobilizada no terreno; Área de intervenção segura e delimitada; Comunicações à população efetuadas.
M3–M4	Demolições e Infraestruturas Básicas: Remoção do pavimento existente excedente; Desmontagem de lancis antigos; Desvio/proteção de redes de serviços; Execução de novas condutas de drenagem (ligações das biovaletas/jardins de chuva).	Infraestruturas Preparadas (fim do M4): Solo escavado e nivelado para receber novos elementos; Tubagens pluviais instaladas ou adaptadas; Interferências com serviços resolvidas.
M5–M7	Construção Civil e Perfil Viário: Colocação de novos lancis e guias de passeios; Execução dos passeios alargados; Pavimentação da nova faixa de rodagem; Delineamento do estacionamento permeável; Implementação das passadeiras sobrelevadas e acabamentos em calçada nas laterais; Colocação de canalizações para futura iluminação pública, semáforos ou sistemas de rega.	Perfil Viário Concluído (fim do M7): Rua com nova geometria definida; Passadeiras elevadas construídas; Estacionamentos preparados (estrutura permeável instalada).
M8–M9	Infraestrutura Verde e Acabamentos de Drenagem: Construção das biovaletas lineares; Moldagem dos jardins de chuva; Plantação inicial da vegetação herbácea/arbustiva nestas estruturas; Instalação de sumidouros ou entradas de água nos lancis direcionando o escoamento para as valetas/jardins; Execução de sistemas de rega.	SUDS Implementados (fim do M9): Biovaletas construídas e funcionalmente conectadas à via (com drenagem integrada); Jardins de chuva formados; Componentes verdes instaladas com plantas jovens; Sistema de infiltração testado em ensaio (simulação de chuva) para verificar escoamento adequado.
M10	Arborização e Mobiliário Urbano: Abertura das caldeiras de árvores nos passeios; Plantação das árvores de arruamento; Implantação de arbustos e plantas ornamentais nas biovaletas e jardins de chuva; Instalação de mobiliário urbano: bancos em pontos de estadia, papeleiras, suportes para bicicletas, etc.; Instalação de iluminação LED nova ou recolocação de postes existentes adequadamente.	Espaços Verdes Concretizados (fim do M10): Todas as árvores plantadas e vegetação; Mobiliário urbano instalado para usufruto público; Rua assume visual final com verde e equipamentos no lugar.

M11	Acabamentos Finais e Sinalização: Pavimentação final de acabamentos onde necessário; Marcação rodoviária de pavimento; Colocação de sinalização vertical; Verificação e teste do sistema de drenagem em dia de chuva (ou teste simulado) para confirmar funcionamento; Limpeza geral da obra e retirada de equipamentos e materiais sobrantes; Auditoria de segurança viária pós-obra e vistorias técnicas (incluindo fiscalização municipal).	Obra Concluída (fim do M11): Receção provisória da obra pela fiscalização com lista de itens verificados; Sinalização completa garante legibilidade do novo esquema viário; Testes demonstram drenagem eficiente; Área limpa e pronta a estrear.
M12	Inauguração, Monitorização Inicial e Entrega: Evento público de apresentação do espaço requalificado à comunidade; Entrega formal e início do período de garantia contratual; Estabelecimento do plano de manutenção contínua.	Inauguração (M12): Espaço oficialmente aberto ao público; moradores e stakeholders envolvidos no evento de inauguração; Equipa de manutenção ativa e sistema de avaliação de impacto em curso.

*Nota:* O cronograma baseia-se numa duração efetiva de obra de 9 a 10 meses, a que se acrescentam 1 a 2 meses iniciais para mobilização e outros tantos para o arranque pós-obra, totalizando um ano. *O prazo é alargado para 12 meses, de modo a respeitar o carácter inovador das SUDS e a garantir fases adequadas de participação pública e de ajustamentos durante a obra. A sequência dos trabalhos foi planeada para reduzir os incómodos: as tarefas mais intrusivas concentram-se nos primeiros meses, ficando os acabamentos verdes para a estação mais favorável. Ao longo do calendário estão previstos períodos de paragem técnica para vistorias municipais e de segurança, assegurando a qualidade de cada etapa antes de avançar para a seguinte.*

### **Promotores e Entidades Envolvidas**

A execução deste projeto requer a colaboração de múltiplas entidades públicas e privadas, cada qual com o seu papel definido. A seguir, identifica-se os principais promotores, parceiros e intervenientes, bem como as suas responsabilidades:

**Câmara Municipal de Lisboa:** promotor principal e dono da obra

Através das suas Direções Municipais (nomeadamente a DM de Ambiente, Estrutura Verde, Clima e Energia; a DM de Mobilidade; e a DM de Urbanismo), a CML lidera o projeto. Compete-lhe aprovar o projeto, assegurar o financiamento público necessário, lançar os procedimentos de contratação (projeto e obra) e acompanhar a execução. A CML é também responsável por articular o projeto com os planos estratégicos (Área de Reabilitação Urbana do Vale de Chelas, PDM, etc.) e garantir a compatibilidade com os regulamentos locais. Por exemplo, a recente delimitação da ARU do Vale de Chelas pela CML enfatiza intervenções integradas de reabilitação urbana e ambiental na zona, contexto no qual este projeto se insere.

**Juntas de Freguesia:** parceiras de proximidade e apoio comunitário

As respetivas juntas colaborarão na mobilização da população local, na divulgação de informação (reuniões de bairro, avisos de obra) e poderão executar pequenas empreitadas complementares (pinturas, jardinagem pós-obra). No pós-projeto costumam ainda apoiar a manutenção de rotina, limpeza de espaços públicos, rega de árvores jovens e reporte de ocorrências à CML.

**Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa (EMEL)**

Competências em gestão de estacionamento e mobilidade. Poderá participar no desenho do estacionamento e na implementação de soluções de mobilidade suave (instalação de docas GIRA, organização de estacionamento de residente). Durante a obra ajuda a planear alternativas temporárias; após a conclusão fiscaliza o estacionamento ordenado (evitando invasão de passeios e zonas verdes). Enquanto gestora de parques tarifados, a EMEL pode contribuir financeiramente, ou em espécie, se o projeto incluir facilidades para a sua operação.

#### **EPAL / Águas do Tejo Atlântico:** entidade gestora de água e drenagem

Coordena as ligações do projeto às redes de esgotos pluviais e domésticos: ligação de biovaletas a um coletor pluvial de reserva, adequação de grelhas existentes, verificação de conflitos com infraestruturas enterradas, apoio à instalação de medidores de caudal. Assegura o alinhamento com o Plano Diretor de Drenagem de Lisboa, contribuindo para a redução de cheias.

#### **Empreiteiro geral de construção**

Selecionado mediante concurso público, executa a obra. Garante segurança em obra, cumprimento de prazos e qualidade final, mobilizando subempreiteiros especializados e responsabilizando-se pela fiscalização da obra.

#### **Fiscalização e coordenação de segurança**

Entidade independente que, em nome da CML, verifica diariamente a conformidade técnica e o cumprimento das normas de segurança, mede quantitativos para pagamento e garante o respeito pelo orçamento e cronograma. A equipa de coordenação de segurança e saúde elabora planos de sinalização e proteção de peões/trabalhadores.

#### **Projetistas e consultores técnicos**

Mantêm-se em assistência técnica para esclarecer dúvidas de obra, ajustar pormenores face a imprevistos, afinar plantações e monitorizar elementos inovadores. Sugere-se a inclusão de universidades ou centros de investigação.

#### **ONG ambientalistas e comunitárias**

Organizações como a Lisboa E-Nova ou a MUBi que atuam como consultoras e dinamizadoras de campanhas de sensibilização, podendo também quantificar benefícios energéticos ou organizar voluntariado para plantações comunitárias.

A colaboração interinstitucional será formalizada por protocolos ou grupos de trabalho. Reuniões periódicas (mensais, ou mais frequentes em fases críticas) entre CML, juntas, fiscalização e empreiteiro garantirão o alinhamento. Cada entidade designará um ponto focal técnico, assegurando uma atuação coordenada rumo a uma Chelas mais sustentável.

Tabela 6 - Papéis e Responsabilidade de cada promotor

<b>Entidade/Parceiro</b>	<b>Papel no Projeto</b>	<b>Contato/Responsável</b>
CML (Dep. Urbanismo, Ambiente, etc.)	Promotor; dono da obra; coordenação geral; financiamento parcial; aprovação do projeto; acompanhamento e receção da obra.	Vereadora do Urbanismo / Dir. Projeto CML
Junta de Freguesia de Marvila/Beato	Apoio local; comunicação com moradores; colaboração em manutenção local após obra (limpeza, rega).	Presidente da Junta / Gabinete Técnico Local
EMEL	Consultoria em desenho de estacionamento e mobilidade; gestão pós-obra do estacionamento tarifado; fiscalização de estacionamento.	Dir. Planeamento da EMEL
EPAL / Águas do Tejo Atlântico	Consultoria/apoio técnico em drenagem pluvial; aprovação de soluções SUDS ligadas à rede; monitorização de escoamento.	Eng. de Drenagem da EPAL/AdTA
Empreiteiro Geral (a designar)	Execução integral da obra (construção civil, pavimentação, paisagismo); cumprimento de prazos e qualidade; relatórios de progresso.	Eng. Diretor de Obra da empresa vencedora
Fiscalização Externa (a designar)	Supervisão técnica independente; verificação de qualidade; coordenação de segurança em obra; validação de medições.	Eng. Fiscal nomeado pela CML
Projetista/Consultor (Equipa projetista original)	Apoio técnico durante obra; ajustes de projeto; monitorização inicial de desempenho.	Arquiteto Paisagista / Eng. Civil do projeto
Associações de Moradores de Chelas	Participação no processo (reuniões, sugestões); divulgação local; possível envolvimento em ações comunitárias (ex. plantações).	Porta-voz da associação local

Escola/Instituição local	Beneficiária direta (melhoria de acessos); envolvimento de alunos em iniciativas educativas (ex: “adote uma árvore”); feedback sobre segurança nas passadeiras.	Diretor(a) da escola / Prof. responsável projeto
Patrocinadores Privados (potencial: empresas de materiais, bancos locais)	Apoio financeiro ou em espécie (doação de materiais, patrocínio de mobiliário urbano verde); ações de responsabilidade social corporativa ligadas ao projeto.	Representante da empresa patrocinadora
ONGs e Agências (Lisboa E-Nova, MUBi, etc.)	Pareceres e recomendações para melhores práticas sustentáveis; apoio em campanhas de sensibilização (educação ambiental, mobilidade ativa).	Técnico/Representante designado de cada ONG envolvida

Esta estrutura de entidades envolvidas garantirá que, desde a conceção até à manutenção, haja uma responsabilidade partilhada e especializada, aumentando as hipóteses de sucesso do projeto e de continuidade das suas boas práticas no longo prazo.

### **Estimativas dos Recursos Necessários**

A correta estimativa dos recursos necessários é um fator determinante para garantir a viabilidade técnica e financeira do projeto. Esta secção apresenta uma previsão detalhada dos recursos humanos, materiais e financeiros essenciais para a execução e operação da iniciativa, organizados por fases e acompanhados da estimativa do custo global.

#### **Recursos Humanos**

A implementação das ações exige uma equipa multidisciplinar, composta por:

- **Técnicos especializados:** Engenheiros civis, arquitetos paisagistas, engenheiros ambientais e hidrólogos, responsáveis pelo planeamento, dimensionamento e acompanhamento técnico das intervenções.
- **Mão de obra operacional:** Trabalhadores da construção civil, jardineiros, operadores de máquinas e técnicos especializados na instalação de pavimentos e sistemas de drenagem.
- **Equipa de monitorização:** Técnicos e investigadores afiliados a instituições académicas ou entidades ambientais, encarregados da recolha e análise de dados no período pós-implementação.

#### **Materiais e Equipamentos Necessários**

- Materiais de construção: Brita, areia, geotêxteis, tubulações perfuradas, substratos filtrantes e pavimentos permeáveis.
- Elementos vegetais: Árvores de porte médio, espécies arbustivas e herbáceas nativas, selecionadas conforme as condições edafoclimáticas locais.
- Equipamentos: Escavadoras, compactadores, camiões de transporte, ferramentas manuais, equipamentos de rega e dispositivos de monitorização hidrológica.

#### Custos Operacionais e de Manutenção

A manutenção periódica das infraestruturas verdes é fundamental para assegurar a sua eficácia a longo prazo. Assim, devem ser considerados:

- Custos de manutenção anual: Limpeza de valas de infiltração (bioswales), substituição de vegetação morta, conservação do pavimento permeável, inspeção das tubagens e remoção de sedimentos acumulados.
- Custos de operação: Monitorização dos sistemas de drenagem e infiltração, recolha de dados ambientais e elaboração de relatórios técnicos.

#### Fontes de Financiamento

Para viabilizar financeiramente este projeto, será necessário articular várias Fontes de financiamento, combinando fundos públicos (municipais, nacionais e europeus) e parcerias privadas. Abaixo são identificadas as principais Fontes potenciais e estratégias de captação de recursos:

**Orçamento Municipal de Lisboa:** A CML poderá alocar verbas próprias, no âmbito do orçamento anual ou Plano Plurianual de Investimentos, direcionadas a projetos de requalificação urbana sustentável. Dada a relevância do Vale de Chelas, espera-se prioridade política e financeira. Uma parcela significativa do custo (digamos 40–50%) poderá ser suportada diretamente pela Câmara, justificando-se pelo retorno ambiental e social (menos cheias, mais segurança, valorização imobiliária local). Além disso, a CML dispõe do Fundo Ambiental Municipal para clima e energia, que poderá canalizar recursos para as NBS implementadas.

**Fundos Estruturais da União Europeia (Portugal 2030):** O projeto enquadra-se nos objetivos europeus de sustentabilidade urbana, adaptação climática e mobilidade urbana sustentável, podendo candidatar-se ao financiamento via “programas do Portugal 2030”. Concretamente, o Programa Operacional Regional de Lisboa 2021-2027 tem eixos de investimento em reabilitação urbana e ambiente. Poderá ser apresentada uma candidatura ao eixo de “Descarbonização e Adaptação Climática nas Cidades”, justificando a redução de riscos de cheias e mitigação do calor urbano. Tipicamente, estes fundos (FEDER) participam entre 40% a 85% dos custos elegíveis. Uma hipótese é enquadrar o projeto no pacote de “5 Vales” anunciado pela CML (que inclui o Vale de Chelas) e usar financiamento comunitário equivalente a 50% do investimento, conforme já referido em outros programas de requalificação de espaço público de Lisboa [110].

**Programa LIFE da União Europeia:** Sendo um projeto demonstrativo de infraestrutura verde urbana, poder-se-á candidatar ao programa LIFE (subprograma Ação Climática). O LIFE financia

projetos inovadores de adaptação climática em cidades, cobrindo até 55% do orçamento. Lisboa tem precedentes, como o LIFE LUNGS, que dispõe de 2,7 M€ (55% UE) para aumentar a resiliência verde [111]. O projeto de Chelas poderia ser apresentado como uma extensão ou aplicação piloto complementar, focada em soluções de drenagem sustentável e envolvimento comunitário.

Caso aprovado, permitiria financiar, por exemplo, a componente de monitorização e divulgação, bem como os elementos inovadores (pavimentos permeáveis, jardins de chuva). A submissão envolve parceria com entidades técnicas e compromissos de reporte de resultados para a Comissão Europeia.

**Fundo Ambiental (Ministério do Ambiente de Portugal):** A nível nacional, o Fundo Ambiental lança anualmente avisos de financiamento para ações de adaptação às alterações climáticas, economia circular e mobilidade ativa. Um projeto que combina tudo isso, drenagem urbana sustentável, aumento de espaços verdes e promoção do caminhar, seria um forte candidato.

**Mecanismos de Financiamento Europeus Inovadores:** Além dos tradicionais, há iniciativas como o European Urban Initiative, sucessora da Urban Innovative Actions, que concede fundos avultados (até 5 M€) a projetos urbanos pioneiros.

Se Chelas for posicionado como um laboratório urbano de sustentabilidade, envolvendo tecnologia (sensores, participação digital) e forte impacto social. Similarmente, a European Investment Bank (EIB) oferece linhas de crédito a municípios com juros baixos para projetos verdes, Lisboa poderia contrair um empréstimo do BEI especificamente para financiar infraestruturas de adaptação climática. O BEI já financiou parte do Plano de Drenagem de Lisboa, pelo que um empréstimo menor para esta intervenção de bairro seria coerente.

**Candidaturas a Incentivos Setoriais:** Poderão explorar-se programas setoriais como: Programa “Habitação e Cidade” do PRR (que prevê verbas para melhoria de envolventes urbanas em bairros de habitação pública, Chelas tem vários bairros municipais);

Iniciativa Bairros Saudáveis (se tiver nova edição, canal para pequenas componentes como hortas urbanas comunitárias que poderiam integrar o projeto);

Incentivos à Mobilidade Ativa para financiar a melhoria das condições pedonais e ciclovias;

Apoios da Fundação Gulbenkian ou Fundação “la Caixa” para projetos ambientais comunitários (estas fundações lançam concursos em ambiente urbano e coesão social). Cada linha de financiamento poderá cobrir partes específicas: um incentivo de mobilidade paga a elevação das passadeiras e sinalética, enquanto o PRR cobre a infraestrutura verde nas imediações de bairros sociais.

**Orçamento Participativo e apoio comunitário:** Embora a escala financeira seja maior do que a típica de Orçamento Participativo (OP) de Lisboa, partes do projeto poderiam ser submetidas ao OP pelos moradores, por exemplo, a criação de jardins de chuva ou arborização de uma praça. Caso obtivesse votos suficientes, o OP daria financiamento municipal dedicado a essa componente. Mesmo que não integral, poderia aliviar o custo em certos itens (a CML por vezes aloca €50k a €300k por projeto OP vencedor). A mobilização de voluntários para plantar árvores também reduz custos de mão-

de-obra e gera sentimento de apropriação, um capital social que embora intangível, tem valor econômico indireto (menos vandalismo, mais cuidado com a manutenção).

Desta forma, o financiamento recomendado seria: 60% fundos europeus, 30% orçamento municipal/CML, e os restantes 10 provenientes de apoios nacionais e privados.

Essa combinação diversificada aumenta a resiliência financeira do projeto, se alguma Fonte não se concretizar a 100%, outras compensam. Além disso, utilizar fundos comunitários traz visibilidade internacional e obriga à monitorização rigorosa dos resultados, o que é benéfico para garantir qualidade (a UE exige indicadores e auditorias).

Por fim, cabe referir que o orçamento preliminar global do projeto deverá ser detalhado com base no projeto de execução. Estimativas preliminares indicam um custo na ordem de 1,0 a 1,5 milhões de euros, dada a dimensão das intervenções (valor análogo a projetos de dimensão comparável em [112]). Este valor inclui construção e materiais, acrescido de 7% para despesas técnicas (projeto, fiscalização) e 10% para contingências. O plano de financiamento articulado supra visa cobrir integralmente este montante, assegurando a execução plena dentro do prazo estabelecido.

<b>Fase de Projetos</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo Estimados (€)</b>
Planeamento e Projetos Técnicos	Estudos, licenciamento, projetos	105 000 €
Preparação do Terreno	Demolições, escavações, limpeza	400 000 €
Execução das Ações	Infraestruturas verdes, pavimentos, arborização	800 000 €
Monitorização e Avaliação	Equipamentos, técnicos, relatórios	45 000 €
Plano de Contingências	Protocolo de um plano de manutenção para eventos extremos	150 000 €
<b>Total Estimado</b>		<b>1 500 000 €</b>

Nota: Os valores são estimativos aproximadas, podendo variar conforme o contexto local, os fornecedores e os métodos construtivos utilizados.

**Custos e Responsabilidades de Manutenção:** A responsabilidade primária recairá sobre a Câmara Municipal ou Junta, via suas divisões de Espaços Verdes e Equipamento Urbano. É recomendável firmar desde logo um protocolo entre CML e Junta definindo o que cabe a cada, Junta de Freguesia fica com manutenção e CML assume itens mais técnicos.

Financeiramente, deve-se reservar uma verba anual equivalente a 1 a 2% do custo de investimento para manutenção. Assim, se a obra custou 1,5 M€, esperar cerca de 15 a 30 mil €/ano em manutenção. No entanto, parte disto já corresponde a atividades que se faziam, apenas redirecionadas. A longo prazo, as soluções de baixo impacto podem reduzir custos, um jardim de chuva bem estabelecido não precisa ser replantado cada ano como um canteiro de flores anuais e assim uma rua sem inundações poupa gastos de emergência.

## 04. Conclusão

## 4. Conclusão

A expansão urbana tem-se processado de forma desordenada, impulsionada por uma lógica de crescimento acelerado que ignora, sistematicamente, os limites da resiliência ambiental. Esta expansão, caracterizada por um aumento expressivo das superfícies impermeabilizadas, tem agravado de forma significativa a vulnerabilidade das cidades perante fenómenos meteorológicos extremos, cuja frequência e intensidade têm sido amplificadas pelas alterações climáticas. A conjugação destes fatores resulta, inevitavelmente, numa maior incidência de inundações urbanas, fenómeno que evidencia as fragilidades estruturais dos modelos de planeamento urbano convencionais. Neste quadro crítico, o presente projeto propõe-se abordar a questão fulcral de como conceber e operacionalizar um planeamento urbano sustentável que responda, de forma eficaz, aos desafios impostos pelas alterações climáticas. Através da proposta de requalificação do espaço público no Vale de Chelas, em Lisboa, pretende-se testar a aplicabilidade de um modelo adaptativo que incorpore estratégias de mitigação e gestão do risco de inundações urbanas. Esta abordagem não se limita a uma intervenção local, mas antes procura afirmar-se como contributo concreto para a reformulação urgente das políticas urbanas à luz da crise climática, evidenciando que a adaptação urbana exige mais do que soluções técnicas pontuais, requer, acima de tudo, uma mudança paradigmática no modo como concebemos, planificamos e habitamos a cidade.

A cidade de Lisboa, caracterizada por uma topografia complexa, com inúmeros vales e zonas de declive acentuado, tem evidenciado uma elevada vulnerabilidade face a fenómenos extremos, tal como foi analisado na revisão teórica. A escolha deste tema decorre precisamente da crescente exposição das áreas urbanas às consequências das alterações climáticas, sendo Lisboa um caso particularmente alarmante. Cerca de 60% da sua superfície se encontram impermeabilizadas, o que contribui de forma direta para a intensificação dos episódios de inundação. Este problema é agravado pela maior frequência e severidade dos eventos extremos, consequência direta do atual contexto climático. Neste cenário, o Vale de Chelas emerge como território emblemático dos desafios enfrentados pela capital portuguesa, constituindo a segunda maior bacia hidrográfica da cidade e revelando-se, por isso, um espaço estratégico para a experiência de abordagens sustentáveis, nomeadamente através da implementação de NBS. A pertinência desta investigação reside, assim, na urgência imposta por acontecimentos recentes, que tornaram inegável a necessidade de reavaliar criticamente as políticas de ordenamento do território e de adotar modelos de planeamento urbano que priorizem a resiliência e a sustentabilidade a longo prazo.

Num trabalho de investigação com exigências de rigor e profundidade, torna-se imprescindível identificar e compreender as referências mais relevantes que estruturam o debate teórico e prático sobre o tema em análise. A revisão bibliográfica desenvolvida seguiu uma lógica de progressão escalar, iniciando-se com uma abordagem global ao fenómeno das alterações climáticas e culminando na análise específica das inundações urbanas. Perante esta realidade, foram analisadas várias soluções sustentáveis de gestão hídrica, com especial enfoque nas NBS, nos jardins de chuva e nos bioswales. As evidências apontam para a superioridade destas estratégias face às chamadas soluções cinzentas, tanto ao nível económico, sendo até 42% mais baratas como em termos de benefícios sociais, dado o

seu contributo para o aumento do valor social e ambiental dos espaços urbanos. Esta revisão enfatiza, ainda, a importância do desenho do espaço público como elemento central na estratégia de adaptação climática, sublinhando a necessidade de uma configuração urbana que preveja, de forma proactiva, os fluxos da água e os impactos futuros das alterações climáticas. A análise de casos internacionais bem-sucedidos reforça a pertinência desta abordagem, evidenciando a urgência de uma aplicação sistemática e estruturada destas soluções em todo o território. A cidade não pode continuar a ser pensada com base em lógicas de curto prazo, exige-se um planeamento urbano orientado por princípios de sustentabilidade, resiliência e justiça ambiental.

O estudo de caso desenvolvido no Vale de Chelas confirmou a centralidade do enquadramento territorial como etapa indispensável para uma compreensão aprofundada das causas e dinâmicas associadas às inundações urbanas. A análise territorial, articulada com a leitura crítica dos IGT, revelou-se determinante para o correto diagnóstico das disfunções existentes e para a formulação de propostas de intervenção viáveis e sustentadas. Através desta análise integrada que incluiu o PDM e a utilização de dados, como o satélite Copernicus, foi possível identificar que cerca de 59% da área de estudo se encontra ocupada por edifícios e outras infraestruturas, o que significa, na prática, uma taxa de impermeabilização igualmente elevada. Esta constatação torna-se particularmente crítica quando se reconhece, com base na sobreposição de dados geológicos, pedológicos e topográficos, que o território de Chelas é, na sua origem, uma zona com elevada permeabilidade natural. Esta característica deveria, por si só, funcionar como um fator limitador da densificação urbana, o que claramente não se verificou. Com o apoio da plataforma ArcGIS, foi possível proceder à interseção de múltiplas camadas de informação e, assim, identificar zonas com dupla condição: simultaneamente suscetíveis a inundações e detentoras de elevado potencial de requalificação. Estas áreas representam oportunidades estratégicas, passíveis de ser reconvertidas em espaços adaptativos, capazes de responder de forma eficaz aos eventos extremos associados às alterações climáticas. A partir desta análise, foi delineado um plano estratégico para o território, no qual se definiu uma área prioritária para a implementação de uma intervenção-piloto. Esta abordagem metodológica demonstra, de forma clara, que a integração entre conhecimento territorial aprofundado e ferramentas geoespaciais é essencial para sustentar decisões urbanas informadas, resilientes e orientadas para a adaptação climática.

A proposta estratégica delineada neste trabalho visa responder de forma direta e fundamentada aos desafios identificados ao longo da investigação, através da implementação de um conjunto de ações concretas orientadas para a adaptação do espaço público face ao aumento da frequência e intensidade das inundações provocadas pelas alterações climáticas. Este plano estratégico, estruturado com a ambição explícita de contribuir para a mitigação dos impactos climáticos a nível local, foi desenvolvido com base numa revisão bibliográfica aprofundada e inspirado em projetos internacionais de comprovado sucesso. A definição das ações previstas não resulta de uma abordagem empírica, mas de uma análise sistemática das melhores práticas existentes, articuladas com a realidade específica do território em estudo. Para testar a eficácia e replicabilidade destas intervenções, foi seleccionada uma área específica dentro do plano estratégico, concretamente, a Rua Gualdim Pais e o Largo da Marquesa, onde se implementará uma proposta piloto.

Esta intervenção demonstrativa integra um conjunto de medidas multidimensionais. Entre elas, destaca-se a redução da faixa de rodagem, medida que visa simultaneamente o aumento da segurança rodoviária e a promoção da mobilidade ativa, o que permitiu o alargamento dos passeios. Contudo, o foco principal da intervenção recai sobre a mitigação do risco de inundação. Para tal, serão introduzidos jardins de chuva, bioswales, pavimentos permeáveis ao longo das zonas de estacionamento e em todo o troço da via, bem como arborização com espécies caducas e perenes, de forma a garantir conforto climático ao longo do ano. Estas soluções assentam nos princípios identificados na literatura e serão avaliadas com base em indicadores de desempenho hídrico e urbano. Para um evento de precipitação de 40 mm, valor médio anual, é possível alcançar uma redução de 88% no volume de escoamento superficial. Este resultado é justificado pela substituição de materiais impermeáveis por soluções permeáveis, o que permite reduzir o coeficiente de escoamento, de 0,80 para 0,20 e, por conseguinte, aumentar substancialmente a capacidade de infiltração no solo.

Esta proposta integra-se no modelo territorial desenvolvido e funciona como um protótipo operativo, com potencial para ser replicado em outras zonas da cidade com características semelhantes. O seu objetivo último é não só demonstrar os benefícios concretos das soluções, mas também afirmar, de forma inequívoca, a necessidade urgente de reformular o desenho urbano em função de critérios de sustentabilidade, resiliência e adaptação climática.

Perspetiva-se que o impacto do programa de ação proposto seja expressivo, não apenas pela solidez técnica das soluções apresentadas, mas sobretudo pela sua capacidade de materializar, num contexto real, um exemplo concreto de intervenção bem-sucedida. Sustentado por uma revisão bibliográfica rigorosa e por um conjunto de indicadores de avaliação criteriosamente definidos, o projeto apresenta-se como um modelo operativo de adaptação urbana, com resultados mensuráveis e potencial evidente de replicação em outras áreas urbanas vulneráveis. A proposta traduz uma integração efetiva entre o conhecimento técnico-científico e o desenho urbano, demonstrando de forma clara a interdependência entre a morfologia urbana, a exposição ao risco, neste caso, as inundações e a configuração do espaço público. Esta abordagem reforça a ideia de que o ordenamento urbano, para ser eficaz no contexto das alterações climáticas, deve partir de uma leitura aprofundada do território e das suas especificidades físicas, sociais e funcionais. Assim, o projeto não apenas oferece uma resposta localizada a um problema concreto, como também afirma a urgência de transformar as práticas de planeamento urbano, colocando a resiliência e a sustentabilidade no centro da ação estratégica.

Uma das principais contribuições desta investigação reside na sua capacidade de transpor conceitos teóricos para soluções operativas, evidenciando, de forma concreta, a importância de um planeamento urbano sustentável e orientado para o futuro. O projeto assume relevância científica ao propor um modelo claro, metodologicamente aplicável a contextos urbanos similares, contribuindo para o fortalecimento da capacidade adaptativa das cidades face aos desafios colocados pelas alterações climáticas. A metodologia adotada destaca-se pela sua natureza inovadora e, simultaneamente, pela sua replicabilidade. Estruturada numa sequência lógica de diagnósticos territoriais, esta abordagem permite identificar zonas de oportunidade com base em critérios espaciais, ambientais e sociais,

orientando, posteriormente, a execução de ações de adaptação sustentadas num modelo tipo previamente definido. Este processo não só garante a coerência e eficácia da intervenção no Vale de Chelas, como também fornece um roteiro replicável para a aplicação noutros territórios urbanos vulneráveis.

A estratégia desenvolvida assume, assim, uma dupla dimensão: científica e pragmática. Por um lado, consolida a produção de conhecimento no campo do planeamento urbano sustentável, por outro, oferece ferramentas práticas com impacto direto na resiliência das cidades. Além da mitigação do risco de inundações, a proposta delineada promove um valor socioambiental significativo ao potenciar a regeneração do espaço público como elemento estruturante da resiliência urbana. Ao integrar soluções baseadas na natureza e infraestruturas verdes, contribui para a coesão do tecido urbano e social, fomentando condições de justiça climática, através da equidade no acesso a espaços qualificados e resilientes. Esta abordagem integrada visa não só mitigar os impactos das inundações, mas também ampliar os benefícios ecológicos, sociais e funcionais do território, com reflexos diretos na qualidade de vida das comunidades locais. Desta forma, o projeto não se limita à resolução de um problema localizado, mas afirma-se como um contributo estruturante para a transformação das cidades em sistemas mais equitativos, resilientes e preparados para enfrentar os efeitos das alterações climáticas.

Entre as principais limitações deste estudo, destaca-se, em primeiro lugar, a restrição espacial imposta pela delimitação da área de intervenção, centrada num troço específico do Vale de Chelas. Esta decisão, motivada por constrangimentos temporais e de recursos, compromete uma abordagem mais holística da bacia hidrográfica como um todo, impedindo a análise integral dos efeitos sinérgicos e das dinâmicas interdependentes que ocorrem a montante e jusante. Tal limitação sugere a necessidade de uma modelação hidrológica mais abrangente, capaz de integrar variáveis territoriais e climáticas a uma escala mais alargada. Acresce que a informação climática disponível se revelou, em alguns casos, desatualizada ou insuficiente para capturar adequadamente a variabilidade e a intensidade crescente dos eventos extremos. A utilização de valores médios de precipitação (40 mm por evento) pode subestimar significativamente a realidade atual, marcada por episódios de elevada intensidade, muitas vezes superiores a 50 mm/h, cuja frequência tende a aumentar face ao agravamento das alterações climáticas.

Para além das limitações técnicas e de dados, a complexidade institucional constitui outro entrave relevante. A concretização prática das medidas propostas exige uma articulação interdepartamental eficaz entre múltiplas entidades com competências distintas, cuja coordenação se revela, na prática, demorada e, por vezes, fragmentada. Esta fragmentação institucional pode comprometer não apenas a execução atempada das ações previstas, como também a sua coerência territorial e funcional. Assim, apesar do potencial transformador do modelo proposto, reconhece-se que a sua aplicação plena dependerá de uma abordagem integrada, da atualização sistemática dos dados territoriais e climáticos, e de uma governança urbana mais ágil, coordenada e comprometida com os princípios da adaptação climática e da sustentabilidade urbana.

No que respeita às perspetivas futuras, torna-se imperativo expandir a aplicação do modelo-tipo desenvolvido para outras zonas críticas da bacia hidrográfica, de forma a consolidar a eficácia e

adaptabilidade da metodologia proposta em contextos urbanos diversos, mas com vulnerabilidades semelhantes. Para além da replicação territorial, recomenda-se a implementação de um sistema de monitorização pós-obra, assente na instalação de sensores de nível e de infiltração, que permita uma recolha contínua e fiável de dados sobre o desempenho hidrológico das intervenções. Esta monitorização deverá ser complementada com auditorias anuais que avaliem, de forma integrada, a redução do escoamento superficial, a melhoria da qualidade da água e os usos sociais e funcionais do espaço público requalificado.

Paralelamente, uma avaliação económica longitudinal revela-se fundamental, permitindo comparar os custos operacionais e de manutenção das NBS face às infraestruturas convencionais, numa perspetiva de médio e longo prazo (10 a 20 anos). Esta análise poderá evidenciar, de forma quantificável, a superior eficiência económica e ambiental das soluções sustentáveis. Para além dos aspetos técnico-económicos, é igualmente relevante aprofundar a análise dos benefícios associados às soluções implementadas, nomeadamente o aumento do conforto térmico urbano, a promoção da biodiversidade local e a valorização imobiliária das zonas intervencionadas.

Finalmente, destaca-se a importância da dimensão social e participativa no sucesso das intervenções. Sugere-se, por isso, o reforço de estratégias de envolvimento comunitário, através da replicação de metodologias participativas que promovam a apropriação coletiva do espaço público e incentivem a sua manutenção ativa por parte das comunidades locais. Este envolvimento social contínuo é essencial não apenas para garantir a sustentabilidade a longo prazo das soluções adotadas, mas também para fomentar um planeamento urbano mais inclusivo, resiliente e adaptado às realidades climáticas emergentes.

Em síntese, esta investigação evidencia a urgência e a importância de um planeamento urbano sustentável e adaptativo face aos desafios impostos pelas alterações climáticas, particularmente no que concerne à mitigação das inundações urbanas em Lisboa. Através da análise rigorosa do território do Vale de Chelas, aliada a uma revisão bibliográfica detalhada e à implementação de uma metodologia inovadora e replicável, foi possível desenvolver um modelo estratégico que integra NBS, promovendo simultaneamente a resiliência ambiental, social e económica do espaço público. Apesar das limitações inerentes à escala do estudo, à atualização dos dados e à complexidade institucional, o projeto apresenta-se como um contributo significativo para a transformação das práticas de planeamento territorial, valorizando a morfologia urbana, a coesão social e a justiça climática. As perspetivas futuras reforçam a necessidade de expandir e monitorizar a aplicação destas soluções, valorizando os benefícios multifacetados que proporcionam e promovendo a participação comunitária como elemento central para a sustentabilidade e eficácia a longo prazo. Desta forma, esta tese não só responde a uma problemática local concreta, como também oferece um referencial metodológico e estratégico passível de ser adaptado e replicado noutras áreas urbanas vulneráveis, contribuindo para a construção de cidades mais resilientes, inclusivas e preparadas para o futuro climático que se avizinha.

## 05. Referencias bibliográficas

## 5. Referencias bibliográficas

- [1]. Lu, M., Xu, Y., Shan, N., Wang, Q., Yuan, J., & Wang, J. (2019). Effect of urbanisation on extreme precipitation based on nonstationary models in the Yangtze River Delta metropolitan region. *Science of the Total Environment*, 673, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.413>
- [2]. AGONAFIR, C. et al. A review of recent advances in urban flood research. *Water Security*, v. 19, p. 100141, 1 ago. 2023.
- [3]. Câmara Municipal de Lisboa. (2017). *Estratégia municipal de adaptação às alterações climáticas de Lisboa*. Câmara Municipal de Lisboa.
- [4]. Ferreira, J. S. (2017). Plano geral de drenagem de Lisboa 2016–2030. *Revista Recursos Hídricos*, 38(1). <https://doi.org/10.5894/rh38n1-d3>
- [5]. Chicombo, T. F., & Moreira, A. A. M. (2024). Vulnerabilidade as Inundações, Abordagens Metodológicas de Avaliação e Ações para a Resiliência. *Revista Verde Grande: Geografia E Interdisciplinaridade*, 6(02), 349–381. <https://doi.org/10.46551/rvg2675239520242349381>
- [6]. CHANG, H.; PALLATHADKA, A. A case for change: Flood risk management and green infrastructure. *Cell Reports Sustainability*, v. 2, n. 4, p. 100369, 25 abr. 2025.
- [7]. Meyer, H., Nijhuis, S., Pouderoijen, M., Campanella, R., Zagare, V., van Dijk, W., Broesi, R., Marchand, M., Dieu, P. Q., & Le, T. (2014). *Urbanized deltas in transition*. Techne Press.
- [8]. CESOP-Local. (s.d.). *Município de Lisboa*. Universidade Católica Portuguesa. Recuperado em 1 de abril de 2025, de <https://cesop-local.ucp.pt/node/1055>
- [9]. Câmara Municipal de Lisboa. (2012). *Projeções demográficas*. [https://www.lisboa.pt/fileadmin/portal/temas/urbanismo/planeamento\\_urbano/PDM/1\\_alteracao/Projecoes\\_Demograficas.pdf](https://www.lisboa.pt/fileadmin/portal/temas/urbanismo/planeamento_urbano/PDM/1_alteracao/Projecoes_Demograficas.pdf)
- [10]. André, M. R. (2022, 16 de dezembro). Chuvas, cheias, inundações, drenagem: Como podemos preparar Lisboa? *Lisboa Para Pessoas*. <https://lisboaparapessoas.pt/2022/12/16/chuvas-cheias-inundacoes-drenagem-lisboa/>
- [11]. Agência Europeia do Ambiente. (2011). *Lisboa*. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/soil-sealing-in-the-capitals/lisbon>
- [12]. Santos, Pedro Pinto; Pereira, Susana; Zêzere, José Luís; Reis, Eusébio; Oliveira, Sérgio Cruz; Garcia, Ricardo A. C.; Ferreira, Tiago Miguel. "Understanding flood risk in urban environments: spatial analysis of building vulnerability and hazard areas in the Lisbon metropolitan area". *Natural Hazards* (2024): <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06731-w>
- [13]. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2022). *Precipitação forte na região Lisboa 7 e 8/12/2022*. IPMA. [https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/documentos/2022/precipitacao-intensa-lisboa\\_7\\_8\\_dez\\_vrs3.pdf](https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/documentos/2022/precipitacao-intensa-lisboa_7_8_dez_vrs3.pdf)
- [14]. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2022). *Precipitação em Portugal continental e forte na região Lisboa 12 a 13/12/2022 (versão 14/12/2022)* [Relatório técnico]. IPMA. [https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/documentos/2022/precipitacao-pt100\\_12\\_13\\_dez\\_vrs3.pdf](https://www.ipma.pt/pt/media/noticias/documentos/2022/precipitacao-pt100_12_13_dez_vrs3.pdf)
- [15]. Trigo, R. M., Ramos, C., Pereira, S. S., Ramos, A. M., Zêzere, J. L., & Liberato, M. L. R. (2016). *The deadliest storm of the 20th century striking Portugal: Flood impacts and atmospheric circulation*. *Journal of Hydrology*, 541, 597–610. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.10.036>
- [16]. IPCC. (2014). *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability: Working Group II contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (C. B. Field, V. R. Barros, & Intergovernmental Panel on Climate Change, Eds.). Cambridge University Press.
- [17]. IPCC. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FullReport.pdf)
- [18]. IPCC. (2019). Aumento do nível do mar e implicações para ilhas baixas, costas e comunidades (Capítulo 4). Em *Relatório especial sobre o oceano e a criosfera num clima em mudança*. <https://www.ipcc.ch/srocc/chapter/chapter-4-sea-level-rise-and-implications-for-low-lying-islands-coasts-and-communities/>
- [19]. Antunes, C., Catita, C., & Rocha, C. (2017). Estudo de Avaliação da Sobrelevação da Maré Determinação da Cartografia de Inundação e Vulnerabilidade da Área Ribeirinha de Lisboa afetada pela Sobrelevação da Maré como consequência da futura subida do Nível Médio do Mar EMAAC -Estratégia Municipal de Adaptação às Alterações Climáticas da Câmara Municipal de Lisboa. In ABRIL. [https://informacoeseservicos.lisboa.pt/fileadmin/informacoes\\_servicos/dossiers/resiliencia\\_urbana/sobrelevacao\\_mare/Sobrelevacao\\_mare.pdf](https://informacoeseservicos.lisboa.pt/fileadmin/informacoes_servicos/dossiers/resiliencia_urbana/sobrelevacao_mare/Sobrelevacao_mare.pdf)
- [20]. Antunes, C., & Lemos, G. (2024). A probabilistic approach to combine sea level rise, tide and storm surge into representative return periods of extreme total water levels: Application to the Portuguese coastal areas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 313, 109060. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.109060>

- [21]. Matos Silva, M., & Costa, J. P. (2017). Urban flood adaptation through public space retrofits: The case of Lisbon (Portugal). *Sustainability*, 9(5), 816. <https://doi.org/10.3390/su9050816>
- [22]. Universidade de Lisboa. (s.d.). *Estatística demográfica*. SNM Portugal Visualizador. <https://snm-portugal-visualizador-ulisboa.hub.arcgis.com/pages/estatistica-demografica>
- [23]. Einfalt, T., Hatzfeld, F., Wagner, A., Seltmann, J., Castro, D., & Frerichs, S. (2009). Urbas: Forecasting and management of flash floods in urban areas. *Urban Water Journal*, 6(4), 369–374.
- [24]. Oliveira, P. (2003). *Inundações na cidade de Lisboa — Estudo de hidrogeografia urbana* [Tese de mestrado, Universidade de Lisboa].
- [25]. Cunha, N. S., Magalhães, M. R., Domingos, T., Abreu, M. M., & Küpfer, C. (2017). The land morphology approach to flood risk mapping: An application to Portugal. *Journal of Environmental Management*, 193, 172–187.
- [26]. Rádio Renascença. (2022, 13 de dezembro). Mau tempo em Lisboa. Saiba o que está fechado, zonas mais afetadas, transportes suspensos. <https://rr.pt/noticia/pais/2022/12/13/mau-tempo-em-lisboa-saiba-o-que-esta-fechado-zonas-mais-afetadas-transportes-suspensos/311646/>
- [27]. Raposo, F. (2022, 12 de setembro). Chuva forte em Lisboa: Plano de drenagem envolve túneis e bacias de retenção nos jardins. *A Mensagem de Lisboa*. <https://amensagem.pt/2022/09/12/chuva-forte-lisboa-jardins-relvados-alagados-bacias-retencao-drenagem-cheias-inundacao/>
- [28]. Agência Portuguesa do Ambiente. (2023). *Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas*. Recuperado em 11 de junho de 2025, de <https://apambiente.pt/clima/estrategia-nacional-de-adaptacao-alteracoes-climaticas>
- [29]. Área Metropolitana de Lisboa. (2019). *Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas*. Recuperado em 11 de junho de 2025, de <https://www.aml.pt/iniciativas/plano-adaptacao-alteracoes-climaticas/>
- [30]. Telhado, M. J., Morais, M., Cardoso, M. A., Brito, R. S., Pereira, C., Lopes, R., Barreiro, J., Pimentel, N., Silva, I. C., Duarte, N., & Almeida, M. C. (2020). *Lisbon Resilience Action Plan: Resilience to Climate Change with Focus on Urban Water Cycle 2020–2030*. Lisbon City Council. [https://toolkit.resccue.eu/wp-content/uploads/2020/11/Lisbon-Resilience-Action-Plan\\_Toolkit.pdf](https://toolkit.resccue.eu/wp-content/uploads/2020/11/Lisbon-Resilience-Action-Plan_Toolkit.pdf)
- [31]. Comissão europeia. (s.d.). *Soluções baseadas na natureza*. Recuperado em 10 de abril de 2025, de [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en)
- [32]. Raymond, C. M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R., Geneletti, D., & Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>
- [33]. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (Eds.). (2016). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5>
- [34]. Agência Europeia do Ambiente. (2017). *Green infrastructure and flood management* (Relatório EEA 14/2017). <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/green-infrastructure-and-flood-management>
- [35]. Fletcher, T. D., Shuster, W., Hunt, W. F., Ashley, R., Butler, D., Arthur, S., ... & Mikkelsen, P. S. (2015). SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, 12(7), 525–542. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>
- [36]. Chan, F. K. S., Griffiths, J. A., Higgitt, D., Xu, S., Zhu, F., Tang, Y.-T., Xu, Y., & Thorne, C. R. (2018). “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. *Land Use Policy*, 76, 772–778. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.005>
- [37]. Zhan, W., Jiang, Y., Fu, C., & Chen, X. (2020). Sponge city development in China: Performance evaluation and policy implications. *Water*, 12(3), 678. <https://doi.org/10.2166/wst.2023.312>
- [38]. Zevenbergen, Ch., Fu, D., & Pathirana, A. (Eds.) (2018). *Transitioning to Sponge Cities: Challenges and Opportunities to Address Urban Water Problems in China*. *Water*, 10, 1230. <https://doi.org/10.3390/w10091230>
- [39]. Agência de Proteção Ambiental dos EUA. (s.d.). *Types of green infrastructure*. Recuperado em 10 de abril de 2025, de <https://www.epa.gov/green-infrastructure/types-green-infrastructure>
- [40]. Dietz, M. E. (2007). Low impact development practices: A review of current research and recommendations for future directions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 186(1–4), 351–363. <https://doi.org/10.1007/s11270-007-9484-z>
- [41]. Zhang, M., & Zhang, X. (2014). Land-use suitability analysis for urban development in Beijing. *Land Use Policy*, 41, 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.05.009>
- [42]. Berndtsson, J. C. (2010). Green roof performance towards management of runoff water quantity and quality: A review. *Ecological Engineering*, 36(4), 351–360. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.12.014>

- [43]. Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 740–752. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>
- [44]. Zhou, Q. (2014). A review of sustainable urban drainage systems considering the climate change and urbanization impacts. *Water*, 6(4), 976–992. <https://doi.org/10.3390/w6040976>
- [45]. International Institute for Sustainable Development. (2022). *The value of incorporating nature in urban infrastructure planning*. IISD. <https://www.iisd.org/publications/report/nature-in-urban-infrastructure-planning>
- [46]. Câmara Municipal de Lisboa. (2018). *Manual do Espaço Público de Lisboa*. Lisboa: CML, Departamento de Planeamento Urbano.
- [47]. Matos Silva, M., & Costa, J. P. (2016). Flood adaptation measures applicable in the design of urban public spaces: Proposal for a conceptual framework. *Water*, 8(7), 284. <https://doi.org/10.3390/w8070284>
- [48]. Matos Silva, M., & Costa, J. P. (2017). Water & the city, climate change adaptation in practice: Territorial evaluation, spatial planning and project. In D. Corbella (Ed.), *L'aigua i l'espai públic. Anàlisi dels efectes del canvi climàtic* (pp. 33–52). Barcelona: Universitat de Barcelona Edicions.
- [49]. Commission for Architecture and the Built Environment. (2008). *Public space lessons - Adapting public space to climate change*. CUBE Space.
- [50]. Quintino, M. I. (2011). A água enquanto matéria construtora no projecto de arquitectura paisagista (Dissertação de mestrado). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- [51]. Prominski, M., Stokman, A., Zeller, S., & Voermanek, D. S. A. (2012). *River.Space.Design: Planning strategies, methods and projects for urban rivers*. Birkhäuser.
- [52]. Matos Silva, M. (2014). Urban adaptation through flood risk management infrastructure and public space design. In I. M. D. Silva, T. P. Marques, & G. Andrade (Eds.), *Landscape: A place of cultivation* (pp. 292–296). University of Porto.
- [53]. De Urbanisten. (2013). *Watersquare Benthemplein, Rotterdam*. <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>
- [54]. Publications Office of the European Union. (2019). *Productivity-enhancing public research infrastructures in Europe: Thematic networks* [EMCDG/Industrial Research. Report No. CC585CCD-3B0C-11E9-8D04-01AA75ED71A1]. Publications Office of the European Union. De <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cc585ccd-3b0c-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en>
- [55]. European Environment Agency. (2013). *The economics of managing heavy rains and stormwater in Copenhagen: The Cloudburst Management Plan*. Climate-ADAPT. De [https://climate-adapt.eea.europa.eu/.../cloudburst\\_management\\_plan\\_2012.pdf](https://climate-adapt.eea.europa.eu/.../cloudburst_management_plan_2012.pdf)
- [56]. Arnbjerg-Nielsen, K., Leonhardsen, L., & Madsen, H. (2015). Climate change adaptation and flood risk in urban areas: The Copenhagen case. In S. Pauleit, T. Sauerwein, & S. Diedrich (Eds.), *Urban vulnerability and climate change in Europe* (pp. 105–117). Springer.
- [57]. Realdania. (2019). *Copenhagen climate adaptation projects: Hans Tavsens Park and Korsgade*. <https://realdania.dk/>
- [58]. PUB – Public Utilities Board. (2012). *Active, Beautiful, Clean Waters Programme Design Guidelines*. Singapore: PUB.
- [59]. Lim, H. S., & Lu, X. X. (2016). Sustainable urban stormwater management in the tropics: An evaluation of Singapore's ABC Waters Program. *Journal of Hydrology*, 538, 842–862. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.04.063>
- [60]. Ramboll Studio Dreiseitl. (2016). *Bishan-Ang Mo Kio Park* [Honor Award – General Design]. American Society of Landscape Architects. De <https://www.asla.org/2016awards/169669.html>
- [61]. Chan, F. (2017). *Urban waterways and community spaces: The Bishan-Ang Mo Kio Park*. Centre for Liveable Cities
- [62]. Philadelphia Water Department. (2016). *Green city, clean waters: Implementation and adaptive management plan*. <https://www.phila.gov/water/>
- [63]. U.S. Environmental Protection Agency. (2015). *Promoting green infrastructure: Green city, clean waters*. <https://www.epa.gov/>
- [64]. Philadelphia Water Department. (2021). *Green Stormwater Infrastructure Performance Report*. <https://www.phila.gov/water/>
- [65]. MLIT (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan). (2018). *Metropolitan Area Outer Underground Discharge Channel*. Retrieved from: <https://www.mlit.go.jp/>
- [66]. Han, M., & Kim, D. (2020). Flood management strategies in Asian megacities: The case of Tokyo's G-Cans project. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47, 101552. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2020.101552>

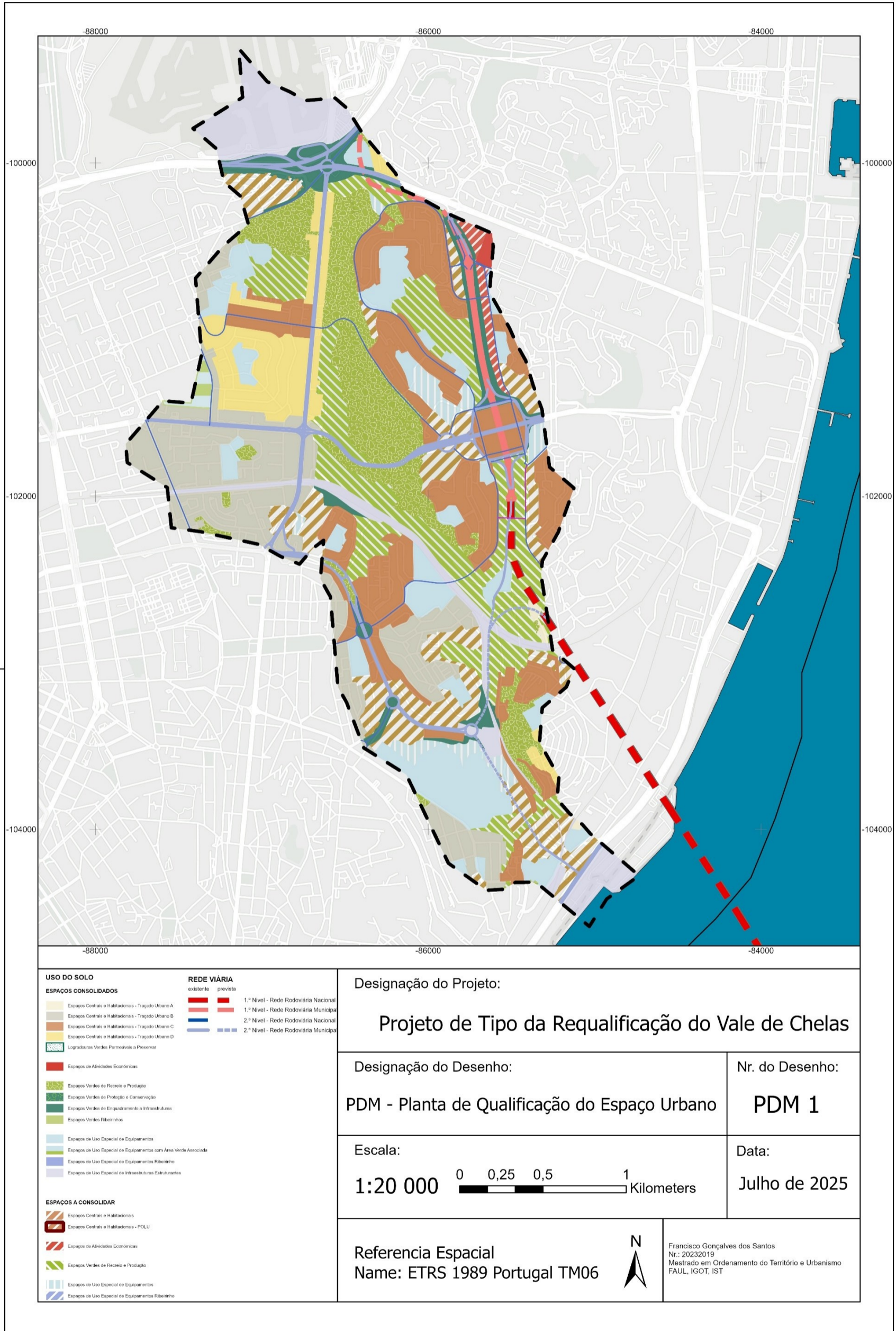
- [67]. Morimoto, T. (2017). Urban flood control in Tokyo: The evolution and future of the underground discharge channel. *Urban Water Journal*, 14(7), 667–675. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2017.1347786>
- [68]. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2016). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*. Springer
- [69]. Instituto Nacional de Estatística. (2022). *Censos 2021 - Resultados definitivos*. [https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xlang=pt&xpgid=censos21\\_produtos&xpid=CENSOS21](https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xlang=pt&xpgid=censos21_produtos&xpid=CENSOS21)
- [70]. Adeyeye, K., & Emmitt, S. (2017). Multi-scale, integrated strategies for urban flood resilience. *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*, 8(5), 494–520. <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-11-2016-0044>
- [71]. Município de Lisboa. (2016). *Plano geral de drenagem de Lisboa 2016-2030*. PlanoDrenagem.Lisboa.pt.
- [72]. Gomes, C. (2006). *Fundamentos de Ordenamento do Território: da paisagem ao planeamento*. Lisboa: Escolar Editora.
- [73]. Sistema de Gestão Territorial | DGT. (n.d.). <https://www.dgterritorio.gov.pt/ordenamento/sgt>
- [74]. Alterações Climáticas. (2016). Município de Lisboa. <https://www.lisboa.pt/temas/ambiente/qualidade-ambiental/alteracoes-climaticas>
- [75]. CCDR Lisboa e Vale do Tejo. (2019). *O ordenamento do território na resposta às alterações climáticas: Contributo para os PDM*. [https://www.ccdr-lvt.pt/wp-content/uploads/2022/02/relatorio-OT\\_respostas-alteracoes-climaticas\\_contributo-PDM.pdf](https://www.ccdr-lvt.pt/wp-content/uploads/2022/02/relatorio-OT_respostas-alteracoes-climaticas_contributo-PDM.pdf)
- [76]. Diário da República. (n.d.). *Regulamento do Plano Diretor Municipal do Município de Lisboa*. [https://informacoeseservicos.lisboa.pt/fileadmin/download\\_center/normativas/regulamentos/urbanismo/Regulamento\\_PDM.pdf](https://informacoeseservicos.lisboa.pt/fileadmin/download_center/normativas/regulamentos/urbanismo/Regulamento_PDM.pdf)
- [77]. Uría Menéndez. (2024). Planeamento territorial e urbanístico. <https://www.uria.com/pt/publicaciones/2654-planeamento-territorial-e-urbanistico>
- [78]. GASPAR, Rodrigo Lino – Plano de Urbanização de Chelas. Estudo Prévio 20. Lisboa: CEAUT/UAL – Centro de Estudos de Arquitetura, Cidade e Território da Universidade Autónoma de Lisboa, 2021, p. 123-133. ISSN: 2182-4339 [Disponível em: [www.estudoprevio.net](http://www.estudoprevio.net)]. DOI: <https://doi.org/10.26619/2182-4339/20.01>
- [79]. Borges, J. C., & Marat-Mendes, T. (2020). A habitação social foi sempre um alfofre de jovens arquitectos e de novas ideias: Entrevista a Francisco Silva Dias sobre o Plano de Urbanização de Chelas. *Cidades, Comunidades e Territórios*, 41. <https://doi.org/10.15847/cct.20501>
- [80]. Borges, J. C., Marat-Mendes, T., & Lopes, S. S. (2020). *Chelas Zone J revisited: Urban morphology and change in a recovering neighbourhood*. In G. Strappa, P. Carlotti, & M. Leva (Eds.), *Urban Substrata and City Regeneration. Proceedings of the 5th ISUFitaly International Conference* (pp. 751–760). Università Sapienza.
- [81]. Cachado, R. Á. (2013). O Programa Especial de Realojamento: Ambiente histórico, político e social. *Análise Social*, 48(206), 134–152. <https://doi.org/10.31447/AS00032573.2013206.06>
- [82]. Começou a construção do Hospital de Todos-os-Santos. (2024, October 7). Município de Lisboa. <https://informacao.lisboa.pt/noticias/detalhe/comecou-a-construcao-do-hospital-de-todos-os-santos?>
- [83]. Barbedo, R. (2024, 29 fevereiro). Parque verde, 1500 casas e cobertura da linha férrea vão transformar zona oriental de Lisboa. *Time Out Lisboa*. <https://www.timeout.pt/lisboa/pt/noticias/parque-verde-1500-casas-e-cobertura-da-linha-ferrea-va-transformar-zona-oriental-de-lisboa-022924>
- [84]. Idealista. (2024, 28 de fevereiro). *Lisboa: megaprojeto prevê eliminar barreira física da linha ferroviária*. <https://www.idealista.pt/news/imobiliario/habitacao/2024/02/28/62972-lisboa-megaprojeto-preve-eliminar-barreira-fisica-da-linha-ferroviaria>
- [85]. Associação de Moradores e Empreendedores do Beato. (2024, 4 de março). *AMEBEATO – O confronto da mudança próxima do Bairro Madre de Deus*. <https://amebeato.pt/amebeato-o-confronto-da-mudanca-proxima-do-bairro-madre-de-deus/>
- [86]. Câmara Municipal de Lisboa. (2024). *Proposta de delimitação da Unidade de Execução de Marvila-Beato*. <https://www.lisboa.pt/cidade/urbanismo/planeamento-urbano/unidades-de-execucao/marvila-beato>
- [87]. Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC). (n.d.). Estudo sobre drenagem urbana na cidade de Lisboa. <https://www.lnec.pt/hidraulica-ambiente/pt/estudos/detalhes.php?tipo=1&id=376>
- [88]. de, T. (2022, 9 dezembro). Plano geral de drenagem de Lisboa passou por seis presidentes de câmara ao longo de duas décadas. *RTP*. [https://www.rtp.pt/noticias/pais/plano-geral-de-drenagem-de-lisboa-passou-por-seis-presidentes-de-camara-ao-longo-de-duas-decadas\\_n1452459](https://www.rtp.pt/noticias/pais/plano-geral-de-drenagem-de-lisboa-passou-por-seis-presidentes-de-camara-ao-longo-de-duas-decadas_n1452459)
- [89]. Governo de Portugal. (2025). *Terceira travessia do Tejo entre Chelas e Barreiro*. <https://www.portugal.gov.pt/pt/gc24/comunicacao/noticia/?i=terceira-travessia-do-tejo-entre-chelas-e-barreiro>
- [90]. SIC Notícias. (2025, 7 fevereiro). O que se sabe sobre a construção da nova ponte sobre o rio Tejo. <https://sicnoticias.pt/pais/2025-02-07-video-o-que-se-sabe-sobre-a-construcao-da-nova-ponte-sobre-o-rio-tejo-950da968>

- [91]. Adão da Fonseca. (n.d.). Terceira Travessia do Tejo (TTT). AdF Consultores. Recuperado em 27 de maio de 2025, de <https://www.adfconsultores.com/pt/projectos/pontes/ferrovi%C3%A1rias/terceira-travessia-do-tejo-ttt/>
- [92]. André, M. R., & André, M. R. (2025, 28 fevereiro). Uma terceira ponte e um túnel: As possíveis novas travessias do Tejo. *LPP / Lisboa Para Pessoas*. <https://lisboaparapessoas.pt/2025/02/28/ponte-chelas-barreiro-tunnel-alges-trafaria-travessias-tejo>
- [93]. Raposo, F. (2024, 17 maio). De Cascais a Alcochete, Sintra a Setúbal... e uma nova estação em Lisboa: A revolução da nova ponte e Terceira Travessia do Tejo. *Mensagem de Lisboa*. <https://amensagem.pt/2024/05/17/que-revolucao-traz-nova-ponte-terceira-travessia-do-tejo/>
- [94]. Município de Lisboa. (2024, 7 outubro). Começou a construção do Hospital de Todos-os-Santos. <https://informacao.lisboa.pt/noticias/detalhe/comecou-a-construcao-do-hospital-de-todos-os-santos>
- [95]. Mota Engil. (2025, fevereiro). Hospital de Todos os Santos. <https://engenharia.mota-engil.pt/en/news/hospital-de-todos-os-santos>
- [96]. ECO. (2024, 2 de fevereiro). *O que se sabe sobre o novo hospital de Lisboa Oriental*. <https://eco.sapo.pt/2024/02/02/o-que-se-sabe-sobre-o-novo-hospital-de-lisboa-oriental/#:~:text=O%20que%20se%20sabe%20sobre,vai%20ser%20constru%C3%ADdo%20numa>
- [97]. Aulestia, J. (2023, 11 de agosto). *Potential mixed-use health districts*. Public Square. Congress for the New Urbanism. <https://www.cnu.org/publicsquare/2023/08/11/potential-mixed-use-health-districts#:~:text=ImageTypical%20hospital%20frontage,Aulestia%20presentation>
- [98]. Magalhães, M. R., Pinto-Correia, T., & Carvalho, P. (2007). *Estrutura ecológica da paisagem – Conceitos e delimitação, escalas regional e municipal*. Lisboa: CEAP, ISA, Universidade Técnica de Lisboa
- [99]. *Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG)*. (2014). *Unidades hidrostratigráficas no Miocénico da Bacia do Tejo na região de Almada. Comunicações Geológicas, 101(Especial II), 717-720*
- [100]. Donahue, R. L., Miller, R. W., & Shickluna, J. C. (1983). *Soils: An Introduction to Soils and Plant Growth (5th ed.)*. Prentice-Hall.
- [101]. Pena, S. B., Abreu, M. M., & Magalhães, M. R. (2016). Planning Landscape with Water Infiltration. Empirical Model to Assess Maximum Infiltration Areas in Mediterranean Landscapes. *Water Resources Management, 30(7)*, 2343–2360. <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1291-0>
- [102]. Copernicus Land Monitoring Service. (2020). *Validation report – ID 2018, IBU 2018 and ID Change 2015-2018*. European Environment Agency. Disponível em: <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/hrl-imperviousness-2018-validation-report/@@download/file>
- [103]. Clima, condições meteorológicas e temperatura média por mês de Lisboa (Portugal) - Weather Spark. (n.d.). Pt.weatherspark.com. Disponível em <https://pt.weatherspark.com/y/32022/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Lisboa-Portugal-durante-o-ano>
- [104]. Instituto Português do Mar e da Atmosfera. (2025, maio). Normais climatológicas 1991–2020. IPMA. <https://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1991-2020/#535>
- [105]. Wilken, P. S. (1978). *Engenharia de drenagem superficial*. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo.
- [106]. Tomaz, P. (2012). *Curso de manejo de águas pluviais – Capítulo 2: Método racional*. Recuperado de [https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5\\_6dfba4c4d51349aaa4913f70ab7f062c.pdf](https://909d9be6-f6f1-4d9c-8ac9-115276d6aa55.filesusr.com/ugd/0573a5_6dfba4c4d51349aaa4913f70ab7f062c.pdf)
- [107]. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), & Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). (n.d.). *Manual técnico: Projeto de jardins de chuva – Recomendações e aplicação em áreas urbanas, estacionamentos, etc*. Recuperado em 29 de maio de 2025, de [https://www.aditivocad.com/apostilas.php?de=jardim\\_chuva\\_calçada](https://www.aditivocad.com/apostilas.php?de=jardim_chuva_calçada)
- [108]. Ciampa, F., Seifollahi-Aghmiuni, S., Kalantari, Z., & Ferreira, C. S. S. (2021). Flood Mitigation in Mediterranean Coastal Regions: Problems, Solutions, and Stakeholder Involvement. *Sustainability, 13(18)*, 10474. <https://doi.org/10.3390/su131810474>
- [109]. Anderson County Stormwater Department. (2013, janeiro). *WQ-06: Bioswale*. Anderson County. Recuperado de [https://www.andersoncountysc.org/wp-content/uploads/2021/03/WQ-06\\_Bioswale\\_COMPLETE.pdf](https://www.andersoncountysc.org/wp-content/uploads/2021/03/WQ-06_Bioswale_COMPLETE.pdf)
- [110]. Sousa e Silva, T. M. de. (2017). *A requalificação do espaço público no contexto da descentralização administrativa de Lisboa* [Dissertação de mestrado não publicada, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa]. Lisboa, Portugal
- [111]. Agência Portuguesa do Ambiente. (2025, janeiro). *O Projeto LIFE LUNGS: Lisboa, uma cidade mais resiliente através da infraestrutura verde urbana* [Relatório]. <https://apambiente.pt/sites/default/files/2025-01/projeto-life-lungs.pdf>

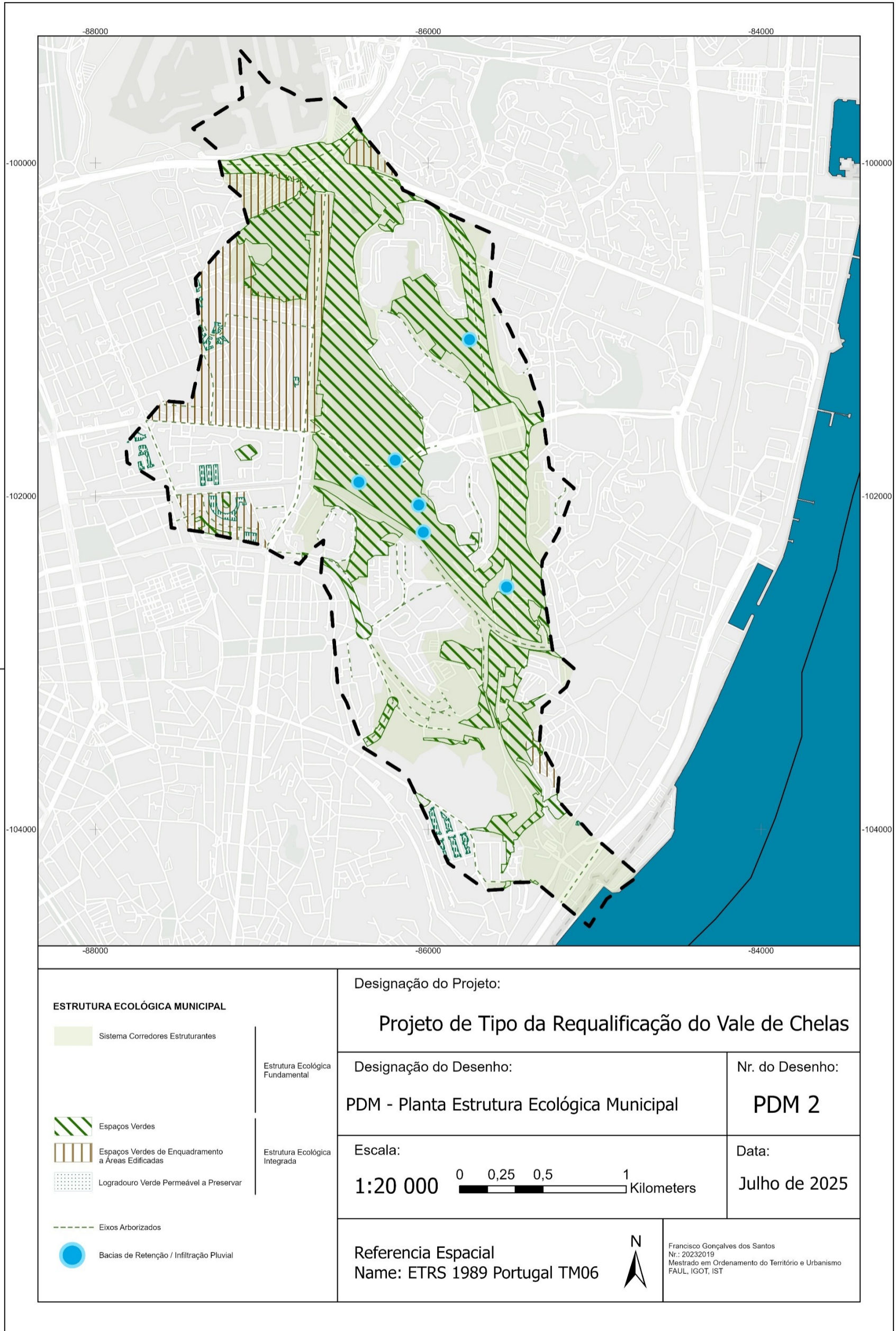
[112]. Município de Lisboa. (2025). Requalificação da Av. Santos Dumont inclui via partilhada entre carros e bicicletas. *Informação Lisboa*. Disponível em <https://informacao.lisboa.pt/noticias/detalhe/requalificacao-da-av-santos-dumont-inclui-via-partilhada-entre-carros-e-bicicletas>.

## 6. Anexos

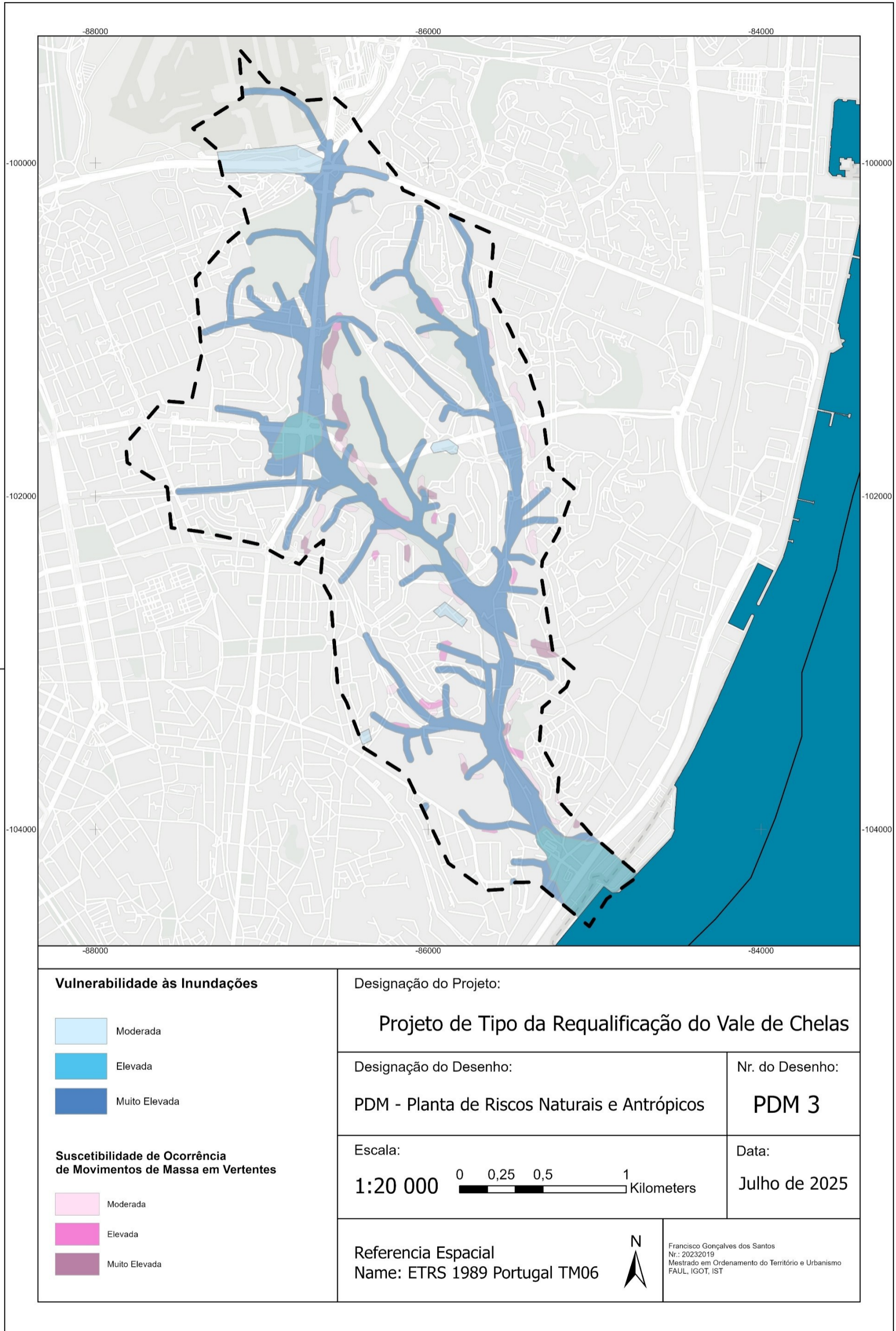
Anexos 1- Planta de Qualificação do Espaço Urbano



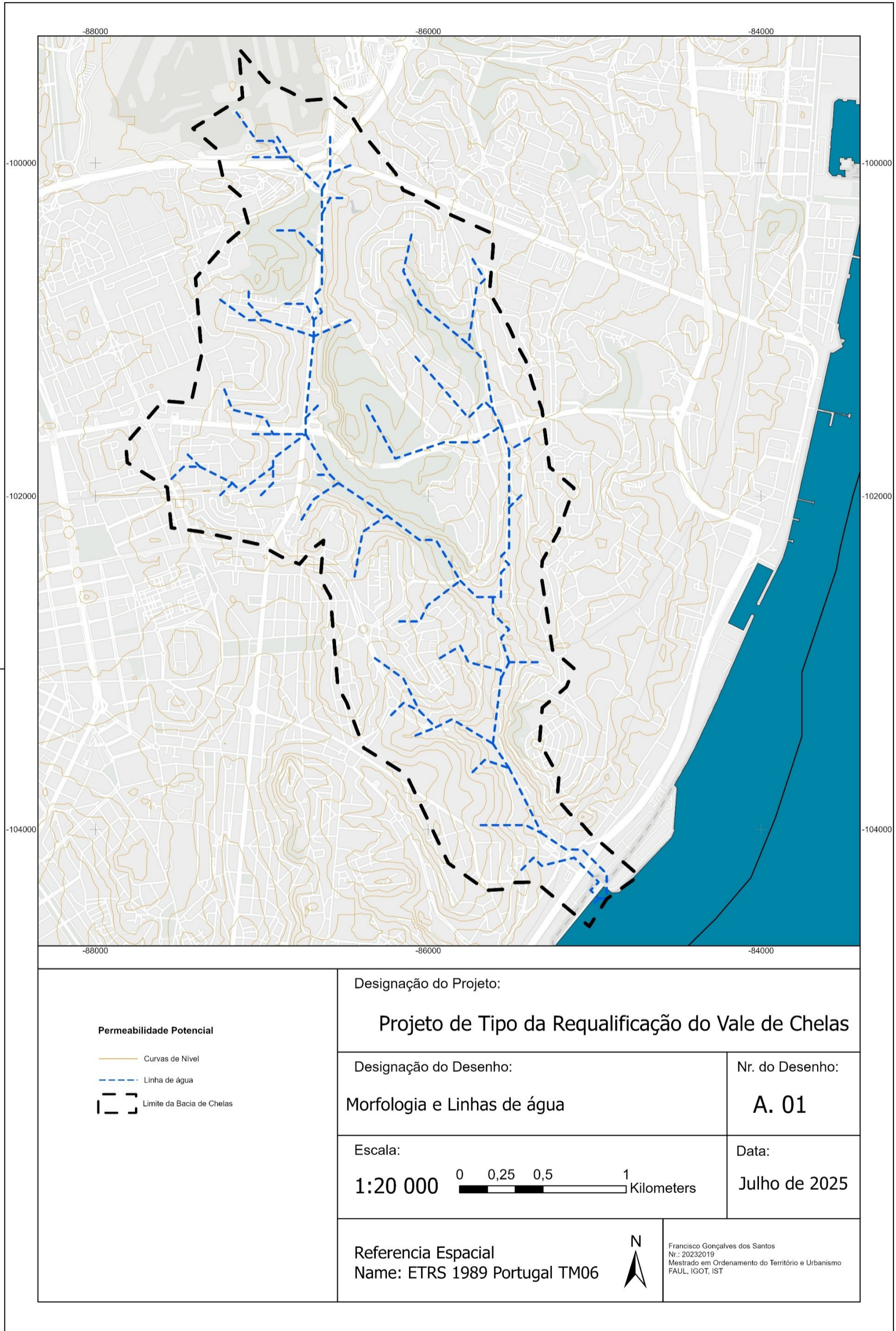
Anexos 2 - Planta Estrutura Ecológica Municipal



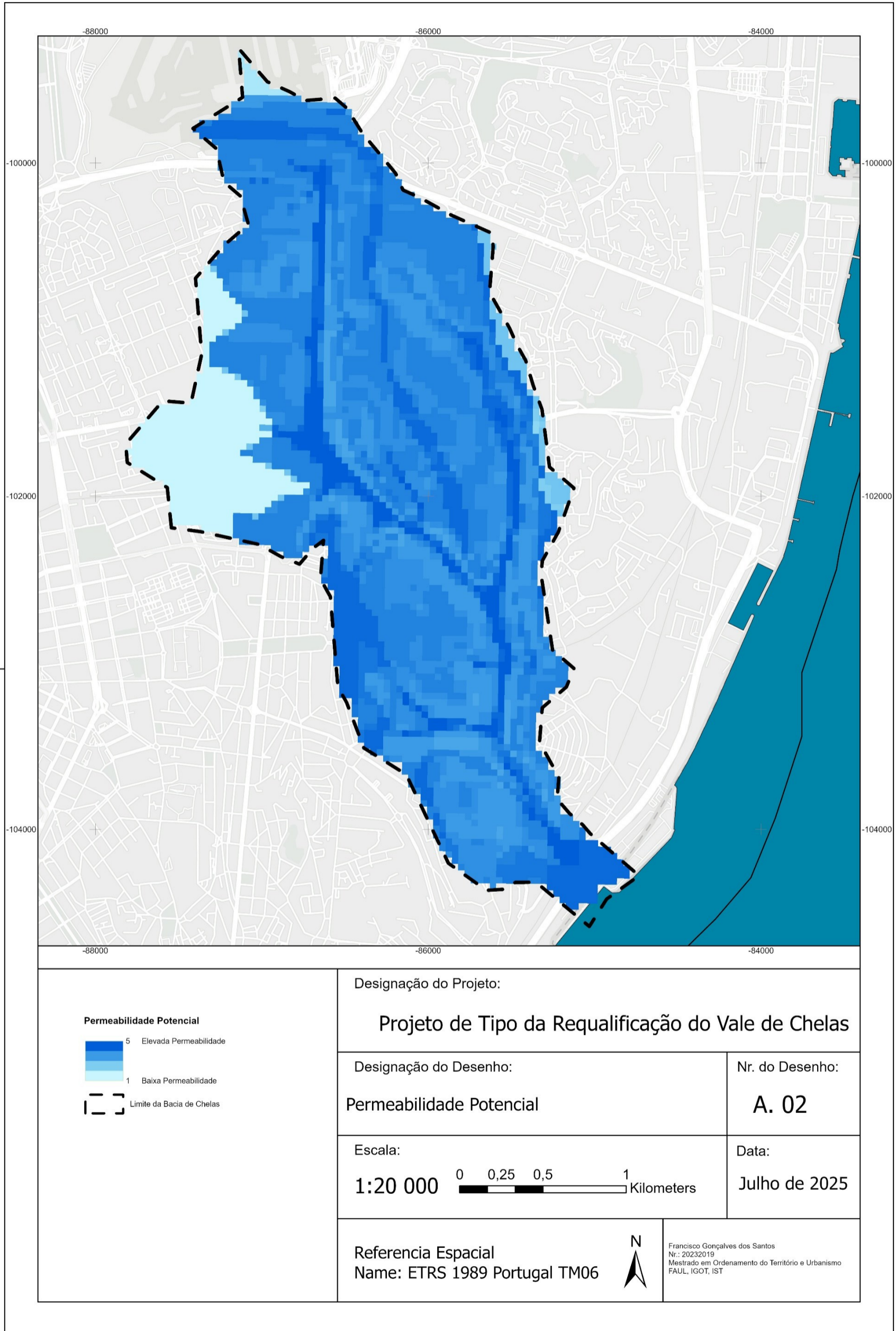
Anexos 3 - Planta de Riscos Naturais e Antrópicos



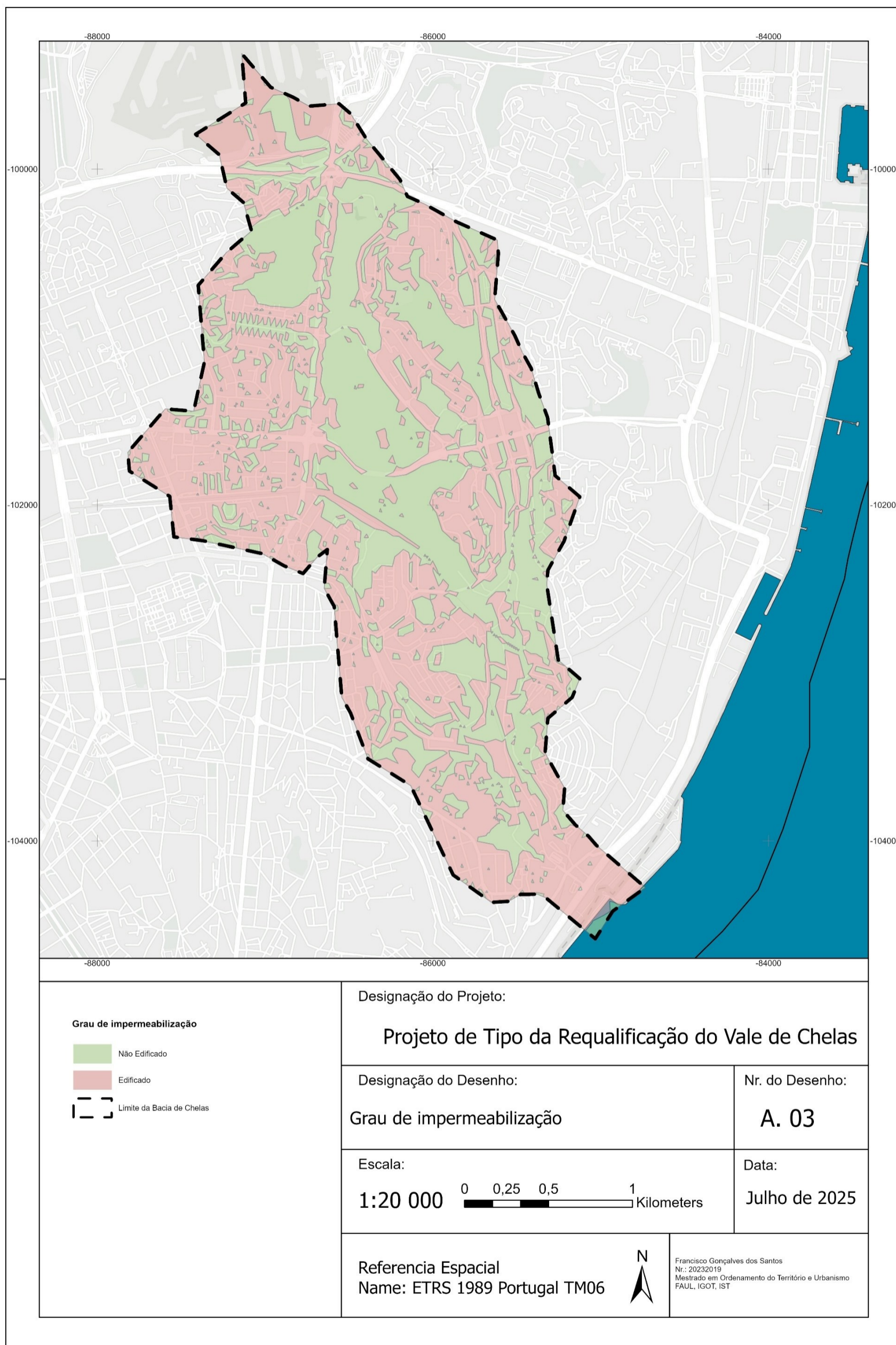
Anexos 4 - Planta de Morfologia e Linhas de água



Anexos 5 - Planta da Permeabilidade Potencial



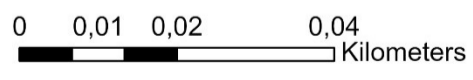
Anexos 6 - Planta do Grau de Impermeabilização



Anexos 7 - Planta da Localização da Intervenção Tipo



Designação do Projeto: <b>Projeto de Tipo da Requalificação do Vale de Chelas</b>	
Designação do Desenho: Planta de Localização - Rua Gualdim Pais	Nr. do Desenho: <b>1</b>
Escala: <b>1:800</b>	Data: Julho de 2025
Referencia Espacial Name: ETRS 1989 Portugal TM06	



Francisco Gonçalves dos Santos  
 Nr.: 20232019  
 Mestrado em Ordenamento do Território e Urbanismo  
 FAUL, IGOT, IST



**Legenda:**

-  Árvores Propostas
-  Árvores Existentes
-  Espaço Verde - Bioswales e Jardim Chuva
-  Edifícios
-  Estrada
-  Passeio
-  Estacionamento Permeável
-  Limite da Intervenção

Designação do Projeto:

**Projeto Tipo da Requalificação do Vale de Chelas**

Designação do Desenho:

**Plano Geral**

Nr. do Desenho:

**2**

Escala

**1/800**

Data:

**Junho de 2025**

Referencia Espacial:

**ERTS 1989 Portugal TM06**

Francisco Gonçalves dos Santos  
 Nr.: 20232019  
 Mestrado em Ordenamento do Território e Urbanismo  
 FAUL, IGOT, IST

Corte de Perfil - AB



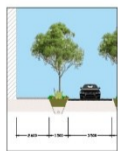
Corte de Perfil - CD



Legenda:



Jardim Chuva



Bioswale

Designação do Projeto:

Projeto Tipo da Requalificação do Vale de Chelas

Designação do Desenho:

Plano Pormenores e Cortes

Nr. do Desenho:

3

Escala

1/150

Data:

Junho de 2025

Referencia Espacial:

ERTS 1989 Portugal TM06

Francisco Gonçalves dos Santos  
Nr.: 20232019  
Mestrado em Ordenamento do Território e Urbanismo  
FAUL, IGOT, IST