

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

DEFESA CONTRA CHEIAS EM POMBAL
BACIA DE AMORTECIMENTO E REGULARIZAÇÕES



VOLUME I | RESUMO NÃO TÉCNICO
FASE DE PROJETO DE EXECUÇÃO

JULHO DE 2023

ÍNDICE GERAL

Volume I Resumo Não Técnico

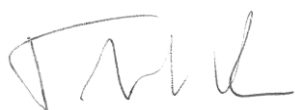
Volume II Relatório Síntese

Volume III Anexos Técnicos

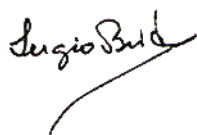
Volume IV Peças Desenhadas

Volume V Plano Geral de Gestão Ambiental

Vila Nova de Milfontes, julho de 2023



Teresa Saraiva, Coordenadora do Estudo de Impacte Ambiental
(Bióloga, Mestre em Ecologia Aplicada, Membro efetivo da OB nº 3572, Membro profissional da APAI nº 242)



Sérgio Brites, Diretor Técnico, Co-coordenador do Estudo de Impacte Ambiental
(Geógrafo, Mestre em Hidráulica e Recursos Hídricos, Membro profissional da APAI nº 142)

ÍNDICE

1/	Introdução	1
2/	Identificação do projeto	1
3/	Identificação do proponente e da entidade licenciadora	1
4/	Fase do projeto e programação temporal	1
5/	Alternativas do projeto	2
6/	Desativação do projeto	3
7/	Localização do projeto	3
7.1/	Localização geográfica e administrativa	3
8/	Objetivos e descrição do projeto	3
8.1/	Objetivos	3
8.2/	Descrição do projeto	4
8.2.1/	Composição, conceção geral e condicionamentos	4
8.2.2/	Bacia de amortecimento	5
8.2.2.1/	Relocalização da Ponte da Pedrinha	8
8.2.2.2/	Paisagismo	8
8.2.2.2.1/	Pavimentos	8
8.2.2.2.2/	Mobiliário urbano, pontes e escadas	9
8.2.2.2.3/	Vegetação	9
8.2.2.2.4/	Especialidades	9
8.2.2.3/	Engenharia natural	9
8.2.2.3.1/	Gabião Cilíndrico	10
8.2.2.3.2/	Bio Rolo	10
8.2.2.3.3/	Manta Orgânica	11
8.2.2.3.4/	Hidrossementeira	11
8.2.2.3.5/	Plantações	11
8.2.3/	Regularizações	12
8.2.3.1/	Ribeira do Vale	12
8.2.3.2/	Ribeira do Outeiro das Galegas	15
8.2.3.3/	Ribeira do Castelo	15
8.2.4/	Betão	16
8.2.4.1/	Análise Estrutural	16
8.2.4.2/	Modelo Estrutural	16
8.2.4.3/	Ações e Combinações	17
8.2.4.4/	Combinações de Ações	17
8.2.5/	Dimensionamento e Verificações de Segurança	17
8.2.6/	Fundações	18

8.2.7/	Materiais.....	18
8.2.7.1/	Regulamentação.....	18
9/	 Caracterização do ambiente afetado pelo projeto.....	18
10/	 Avaliação dos impactes ambientais do projeto.....	21
10.1/	Principais impactes negativos.....	21
10.2/	Principais impactes positivos.....	22
10.3/	Avaliação dos potenciais impactes cumulativos do projeto.....	22
11/	 Comparação das alternativas do projeto.....	23
12/	 Medidas de minimização.....	23
12.1/	Fase de construção.....	23
12.2/	Fase de exploração.....	24
13/	 Monitorização.....	25
14/	 Conclusões.....	25

Anexo **Desenho 1 – Enquadramento geral**

1/ INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao Volume I - Resumo Não Técnico (RNT) do Estudo de Impacte Ambiental (EIA) do Projeto em Fase de Projeto de Execução da Defesa contra cheias em Pombal – Bacia de amortecimento e regularizações, localizado na freguesia de Pombal, concelho de Pombal, distrito de Leiria.

O EIA foi elaborado pela ECOSATIVA – Consultoria Ambiental Lda, entre os meses de janeiro e outubro de 2020. Foi solicitado um aditamento ao EIA, que foi emitido em julho de 2023.

Pretende-se com o RNT resumir os aspetos mais importantes do EIA numa linguagem acessível à generalidade dos potenciais interessados, de modo a que estes possam participar na fase de “Consulta Pública” do EIA.

Quem pretender aprofundar algum dos aspetos relativos ao estudo dos efeitos do projeto poderá consultar o EIA que estará disponível, durante o período de consulta pública, na **Câmara Municipal do Pombal**, e nos websites <https://apambiente.pt/> e <http://participa.pt>.

2/ IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

O projeto que se submete a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) refere-se a um projeto de construção de uma bacia de amortecimento e regularização de três ribeiras no concelho de Pombal. As linhas de água mencionadas correspondem à Ribeira do Vale, Outeiro das Galegas e do Castelo.

O projeto de “Defesa Contra Cheias em Pombal” foi subdividido em duas partes que se interligam e complementam: “Bacia de Amortecimento” e “Regularizações”.

3/ IDENTIFICAÇÃO DO PROPONENTE E DA ENTIDADE LICENCIADORA

O Promotor do Projeto é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), que contratou à empresa RSS – Redes e Sistemas de Saneamento, Lda, que, por sua vez, subcontratou à empresa ECOSATIVA – Consultoria Ambiental Lda., a elaboração do presente estudo, desenvolvido em conformidade com a legislação em vigor.

A entidade licenciadora é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), responsável pela instrução do Processo de Tramitação do Estudo de Impacte Ambiental.

A Agência Portuguesa do Ambiente é a autoridade territorialmente competente para assumir a responsabilidade sobre o processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA).

4/ FASE DO PROJETO E PROGRAMAÇÃO TEMPORAL

O desenvolvimento do projeto é equiparável a uma fase de Projeto de Execução.

A duração prevista dos trabalhos de construção é de nove meses para a bacia de amortecimento e 18 meses para as obras de regularização nas ribeiras.

No pico dos trabalhos, são esperados cerca de 10 trabalhadores para a empreitada da bacia e 25 para a de regularizações.

5/ ALTERNATIVAS DO PROJETO

Em fase anterior foram estudadas quatro alternativas diferentes para a realização deste projeto, num Estudo de Incidências Ambientais realizado em 2009, fase essa anterior à atual. Quando da realização do Estudo de Incidências Ambientais, durante a fase de Estudo prévio, foram consideradas 4 soluções distintas para a realização deste projeto, tendo-se optado pela solução 1. Apresenta-se na Tabela 5.1 um quadro resumo com a comparação entre as diferentes soluções, enfatizando os seus impactos sobre as águas superficiais e subterrâneas.

Tabela 5.1 – Quadro resumo de comparação de soluções

Ações	Soluções afetadas	Impacte sobre as águas superficiais	Impacte sobre as águas subterrâneas
Novo Troço c/ 1550 ml (duplicação de canalização para a Ribeira do Vale a fazer ao nível da zona mais a Norte de Pombal).	1, 2	Impacte Negativo, reduzida significância e magnitude, temporário e minimizável.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Novo Troço c/ 850 ml (redistribuição de caudais a fazer na zona central de Pombal).	4	Impacte Negativo, reduzida significância e magnitude, temporário, minimizável.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Substituição de dois troços iniciais cobertos na Ribeira do Vale.	1, 2, 3, 4	Impacte Negativo de reduzida significância, média magnitude, temporário.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Substituição do troço existente no ponto onde se unem as duas ribeiras (Ribeira do Outeiro das Galegas e Ribeira do Castelo).	1, 2, 3, 4	Impacte Negativo de reduzida significância, média magnitude, temporário.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Elaboração de mais um ponto de descarga no rio Arunca.	1, 2	Impacte Negativo de média significância e reduzida magnitude, temporário.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Reabilitação de Superfícies (Ribeira do Vale)	1, 2, 3, 4	Impacte Negativo de reduzida significância e magnitude, temporário.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Reposição da ponte Alpedrinha (Ribeira do Vale)	2, 3	Impacte negativo de reduzida significância, de média magnitude, temporário.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Substituição de Vigas (Ribeira do Vale)	2, 3, 4	Impacte Negativo de reduzida significância, média magnitude, temporário.	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude. Considera-se impacte temporário.
Bacia de Amortecimento (Ribeira do Vale). Presença de Poço.	3	Impacte negativo de reduzida significância e magnitude.	Este é um impacte negativo de elevada significância e média magnitude. Impacte permanente e minimizável.

Analisando o quadro de comparação de soluções é possível retirar que para a solução 1 e 2 foi identificado um impacte de média significância, que não se encontra na solução 3 e 4, justamente na inserção de mais um ponto de descarga no rio Arunca. Embora este seja temporário é mais um ponto de origem de poluição. Para além disso, o novo troço proposto, para as soluções 1 e 2, é mais extenso, provocando um maior volume de resíduos a emitir para as águas.

Para a solução 3 e 4 foi possível identificar menos efeitos negativos e para a solução 4 encontram-se menos pontos propícios a gerar impactos negativos. Para além disso, identifica-se para a solução 3 uma maior afetação ao nível dos recursos hídricos subterrâneos que a solução 4.

6/ DESATIVAÇÃO DO PROJETO

Dada a tipologia do projeto, não foi avaliada a fase de desativação.

7/ LOCALIZAÇÃO DO PROJETO

7.1/ LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E ADMINISTRATIVA

O projeto de Defesa Contra Cheias em Pombal, cujo desenvolvimento atual corresponde a uma Fase de Projeto de Execução está localizado na freguesia de Pombal, concelho de Pombal, distrito de Leiria.

No **Desenho 1** apresenta-se o enquadramento geral de todo o projeto, incluindo a localização administrativa.

O projeto localiza-se na folha 274 da Carta Militar de Portugal (série M888, à escala 1:25 000). O centróide do projeto localiza-se em -41550; 27692 (sistema de referência ETRS89 / Portugal TM06 – European Terrestrial Reference System 1989, EPSG 3763).

Ao nível da nomenclatura de unidades territoriais (NUT), o projeto insere-se nas seguintes NUT: NUT I Continente (PT1), NUT II Centro (PT16), NUT III Região de Leiria (PT16F).

8/ OBJETIVOS E DESCRIÇÃO DO PROJETO

8.1/ OBJETIVOS

Sendo a cidade de Pombal atravessada por três linhas de água (ribeira do Vale, Outeiro das Galegas e do Castelo) que confluem próximo do cruzamento da Avenida dos Heróis do Ultramar com a Rua 1º de Maio, torna-se necessário e urgente tomar medidas de forma a minimizar os efeitos das cheias nas mesmas, já que o frequente galgamento das margens e a entrada em pressão dos troços cobertos tem feito com que as cheias, consequência da ocorrência de precipitações mais significativas, atinjam não só os principais acessos de Pombal como, também, inuntem inúmeras habitações e estabelecimentos comerciais.

Tal tem acontecido porque, atualmente, quer na grande maioria dos troços cobertos (incluindo atravessamentos), quer em muitos a céu aberto, é diminuta a capacidade de vazão para os caudais em jogo, tanto mais que, consequência do desenvolvimento urbanístico e do sub-dimensionamento de secções, os mesmos têm vindo a aumentar.

Como primeiro passo para o objetivo final de minimização das consequências das cheias foi lançado pelo ex-Instituto da Água, em 2009, um concurso para elaboração de um Estudo Prévio em que fossem definidas as possíveis soluções para o problema, incluindo forçosamente a regularização fluvial daquelas linhas de água. No referido trabalho, concluiu-se que a solução mais favorável (entre quatro estudadas) sob os pontos de vista técnico, ambiental e económico, era uma em que, entre outros aspetos, se previa a construção

de uma bacia de amortecimento de caudais na ribeira do Vale, a montante da zona urbana.

A construção dessa bacia de amortecimento permitiria reduzir as dimensões das secções a implementar nos troços a jusante que atravessam a cidade, e evitaria a execução de uma nova travessia sob a linha de caminho-de-ferro, minimizando assim os impactos negativos associados.

Assim, este projeto tem como objetivo analisar a situação atual para uma eventual cheia centenária ao longo das três linhas de água (ribeira do Vale, Outeiro das Galegas e do Castelo) e apresentar e justificar uma solução, a níveis hidráulico, estrutural, paisagístico e ambiental, que terá como função minimizar o impacto das cheias e satisfaça todos os intervenientes neste processo, principalmente a população local, demasiadamente fustigada ao longo dos anos com as gravíssimas consequências das mesmas.

Finalmente, refira-se que este Projeto de “Defesa Contra Cheias em Pombal” foi subdividido em duas partes que se interligam e complementam, “Bacia de Amortecimento” e “Regularizações”, partes essas que são indissociáveis, só se podendo compreender uma conhecendo a outra.

8.2/ DESCRIÇÃO DO PROJETO

8.2.1/ Composição, conceção geral e condicionamentos

Dentro das várias soluções possíveis para a realização deste projeto, escolheu-se aquela que, na opinião do proponente, constituía a melhor em termos técnico-económicos e que melhor resposta poderá dar a uma eventual cheia centenária nas zonas em causa.

Nesta solução, os aspetos mais relevantes tidos em consideração foram os seguintes:

- Estado e capacidade de vazão dos troços cobertos e travessias;
- Possibilidade (ou não) de reabilitação dos encanamentos existentes;
- Localização da bacia de amortecimento;
- Traçado dos novos troços cobertos;
- Remoção ou não de secções críticas, nomeadamente da Ponte da Pedrinha e a entrada na passagem sob o caminho-de-ferro;
- Eventual necessidade de nova travessia da linha férrea.

Em termos gerais, os grandes traços caracterizadores da solução adotada são os seguintes:

- Ribeira do Vale
 - 1) Troço coberto novo em substituição de existente: entre o P2 e P4;
 - 2) Criação de uma nova travessia em 3,00x1,50 m² (P4A-P4E) em paralelo ao troço de P5 a P14, “duplicando” a capacidade;
 - 3) Dimensionamento de uma mota de P13 até P23 de forma a que se possa comportar a cheia centenária;
 - 4) Reabilitação do troço existente entre P36 e P61;
 - 5) Troço coberto a desativar com tamponamento entre o P61 e o P75;
 - 6) Substituição do troço coberto existente de P61 a P81 por uma secção em 4,50x2,10 m²;
 - 7) Substituição do troço coberto existente de P81 a P93 por uma secção de 6,00xh m², sendo h variável: de P81 a P83, com 2,80 m, de P83 a P87, com 2,40 m e de P87 a P93 com 2,10 m, ficando-se com uma secção em 6,00x2,10 m² que permitirá um encaixe perfeito com a igual secção existente; realocização da Ponte da Pedrinha.
- Construção de uma bacia de amortecimento na zona de montante da ribeira do Vale.
- Ribeira do Outeiro das Galegas

- 8) Reabilitação das margens nas zonas a céu aberto (0 a P4, P8 a P21, P22 a P26 e P27 a P29);
- 9) Aproveitamento das travessias existentes em 3,00x2,00 m²;
- 10) Criação de uma nova travessia em 3,00x2,00 m²;
- 11) Substituição das secções seguintes: Ø1.30 por uma em 3,00x2,00 m² e 2,10x1,10 m² por uma outra, também em 3,00x2,00 m²;
- 12) Com estas novas secções, se fará uma nova confluência entre esta ribeira e a do Castelo;
- 13) Tamponamento da secção composta pelas secções 2,10x1,10 m² e 3,00x1,80 m²;

- Ribeira do Castelo

- 14) Alteração da entrada na zona canalizada e substituição do troço existente (1,30x0,90 m²) por um outro com três sub-troços: um com 2,00x2,00 m² até P5 e outro com 4,00x2,00 m² daí até P12, sendo que este último também foi subdividido em dois sub-troços, com diferente inclinações.

8.2.2/ Bacia de amortecimento

Nas fases anteriores ao Projeto de Execução, tal como foi referido anteriormente, estudaram-se quatro alternativas para a implementação deste projeto, sendo que, pelas razões aí apresentadas, se justificou que a melhor solução deveria ser a que aqui se apresenta. Esta alternativa seria a mais económica, com melhores acessos e acessibilidades, e com uma localização que permitiria uma modelação condizente com a criação de um Parque Urbano de qualidade que teria funções não só hidráulicas de minimização de caudais a jusante como, igualmente, estéticas e de fruição e lazer para a população local.

No novo parque urbano, as valências paisagísticas, cénicas, ecológicas e ambientais imperam e definem o seu uso e o seu propósito, para além da sua função técnica de bacia de amortecimento das águas de pontas, potenciando deste modo a sua infiltração lenta nos solos e diminuindo a velocidade das águas.

Este projeto insere-se numa área onde a relação com a paisagem envolvente constitui uma valência muito forte, sendo este fator determinante nas soluções conceptuais adotadas.

A proposta pretende maximizar as potencialidades da área de intervenção para o recreio ativo, passivo e lazer dos residentes e visitantes, assegurando e promovendo a qualificação paisagística, ao nível da forma, cor e textura. O resultado deverá ser um compromisso entre as zonas necessárias ao enquadramento pretendido e as zonas de carácter mais lúdico, de forma a garantir ambiências, intimidades e satisfação nas experiências proporcionadas, admitindo o carácter de mudança e ritmo da vegetação.

Como áreas sujeitas a intervenção temos toda a nova bacia de amortecimento, onde se preconizam as diferentes ações:

- Acessos viários de circulação de manutenção e emergência;
- Caminhos pedonais em meia encosta e junto à linha de água, tendo sempre em conta amobilidade universal;
- Zonas de descanso e de recreio ativo equipadas;
- Pontes sobre a linha de água;
- Revestimento herbáceo de toda a bacia com prados verdes de sequeiro;
- Revestimento arbustivo das encostas e nas margens da linha de água;
- Transplantes das oliveiras existentes no local, no seu número máximo possível, para dentro da área de intervenção;
- Plantações arbóreas nas encostas, em covacho com bolotas, e com espécimes com PAP de 10-12;
- Plantações arbóreas na planície e margens da linha de água com espécimes com PAP de 10-12.

Para se conseguir o volume de encaixe suficiente de forma a que se possam aproveitar grande parte das secções existentes a jusante, foi necessária uma significativa modelação do terreno, modelação essa que corresponde à curva de volumes acumulados que se

apresenta na Figura 8.1.

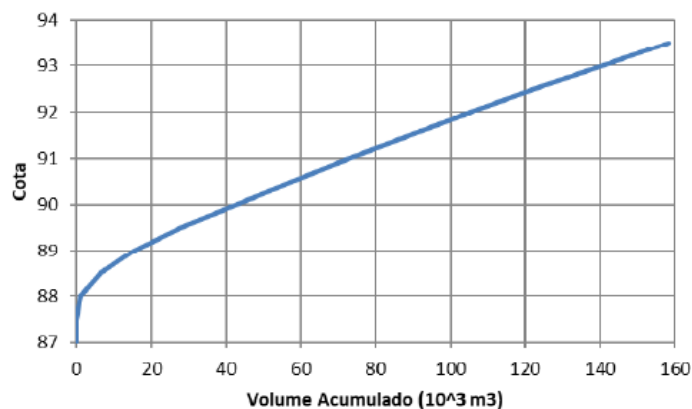


Figura 8.1 – Curvas de volume acumulado

Com esta curva, adaptou-se as dimensões do descarregador para que não se ultrapassasse o caudal de $56 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal esse que, como se verá adiante, será a ordem de grandeza para que se consiga aproveitar (após reabilitação) o trecho P36-P61 e aquele a jusante da Ponte da Pedrinha, com um caudal máximo (em regime uniforme) de $84 \text{ m}^3/\text{s}$.

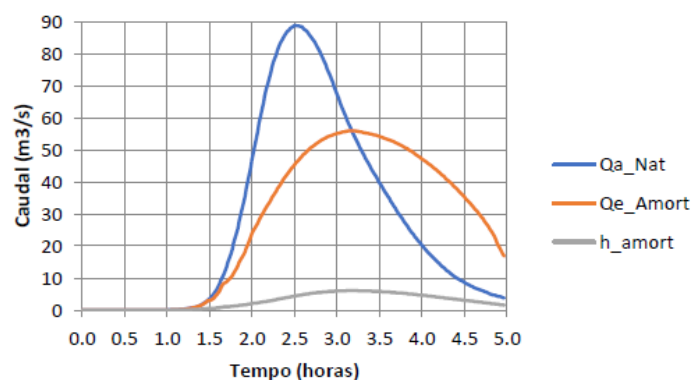


Figura 8.2 – Alternativa 1: Amortecimento de Cheia para T=100 anos

Desses resultados, e através da figura acima, pode concluir-se que:

- O caudal amortecido será de cerca de $55,9 \text{ m}^3/\text{s}$ para T=100 anos, conforme o objetivo pretendido;
- A altura máxima de água será, aproximadamente, de 6,1 m. Assim, a cota máxima atingirá os 93,0;
- A área (em planta) a essa cota será de, aproximadamente, 4,67 ha;
- O volume de encaixe necessário será da ordem dos 143.000 m^3 .

Com esta bacia de amortecimento foi comparada a redução de caudal para vários períodos de retorno, conforme a figura seguinte.

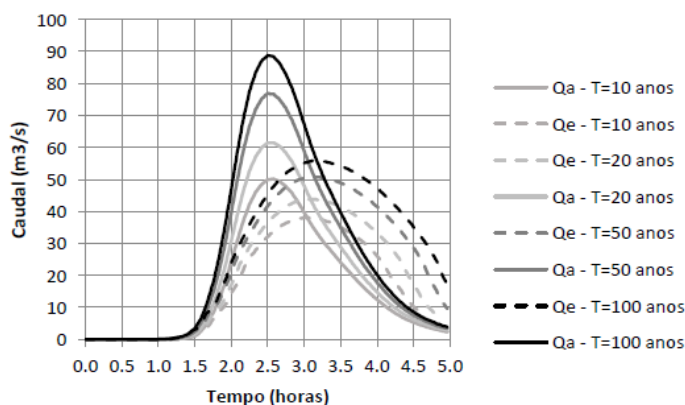


Figura 8.3 – Amortecimento de cheia para os vários períodos de retorno

Através do HEC¹ analisou-se a situação futura resultante da construção da bacia de amortecimento.

Tabela 8.1 – Caudais de ponta de cheia: situação atual e futura

Ribeira	Q (m³/s)							
	T=10		T=20		T=50		T=100	
	Atual	Futuro	Atual	Futuro	Atual	Futuro	Atual	Futuro
Castelo	9,1	9,1	11,1	11,1	13,9	13,9	16,0	16,0
Outeiro das Galegas	18,0	18,0	22,0	22,0	27,2	27,2	31,2	31,2
Castelo + O. Galegas (Junção)	23,2	23,2	28,3	28,3	35,2	35,2	40,5	40,5
Vale (Montante)	50,2	38,0	61,5	43,8	76,9	50,8	88,8	55,9
Vale (Intermédia (Junction 3))	50,2	38,4	61,6	44,1	76,8	50,9	88,7	55,9
Vale (Junction 2)	69,1	52,1	84,5	60,4	105	70,8	120,8	78,7
Vale (Total)	69,3	52,6	84,7	60,9	105,2	71,5	121	79,4

Refira-se ainda que se preparou um canal para caudais correntes de menor expressão (no caso, 10 m³/s, ver Figura 8.4) e que, com o objetivo de aumentar o volume de encaixe da bacia, considerou-se uma secção longa e baixa e uma entrada em cascata no arranque da ribeira, conforme Peças Desenhadas.

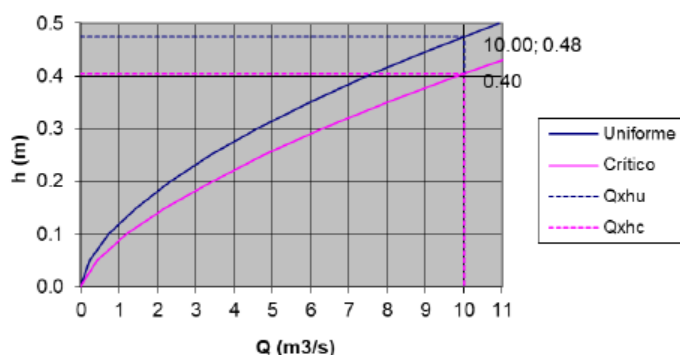


Figura 8.4 – Caracterização hidráulica do canal para caudais menores

¹ HEC (conhecido como HEC-HMS: *Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System*) é um modelo de simulação de acontecimentos, desenvolvido pelo U.S. Army Corps of Engineers e que permite a caracterização da cheia decorrente de um acontecimento pluviométrico.

8.2.2.1/ Relocalização da Ponte da Pedrinha

A Ponte da Pedrinha, importante vestígio histórico, sofre interferência inevitável com o sistema de drenagem proposto, pelo que será obrigatória a sua remoção já que tem a capacidade para um caudal máximo de apenas 48 m³/s. Assim, e dada a sua importância histórica e cultural, deve ser objeto de processo de deslocamento para novo local, no caso a entrada do Parque Urbano correspondente à bacia de amortecimento.

Para tal, deverá ser alvo de limpeza superficial, com recurso a meios de limpeza de baixa pressão e sem recurso a quaisquer elementos químicos.

Seguidamente, deverá fazer-se um levantamento através de equipamento tipo *laserscanning*, com produção de elementos gráficos tridimensionais de alta resolução (por nuvem de pontos, por exemplo), em conjunto com um levantamento fotográfico exaustivo.

Dada a sua constituição, em estrutura de alvenaria de pedra emparelhada, deverá proceder-se a uma identificação de cada bloco, com registo simultâneo no levantamento inicial.

Com a marcação finalizada, deverá proceder-se a novo levantamento, para confirmação e registo de segurança, deve este mesmo registo e marcação evoluir durante o processo de desmonte, para tratamento das peças interiores.

Previamente ao início das operações de desmonte, deverá instalar-se uma estrutura de escoramento, devidamente fundada, que possibilite todas as operações em segurança, para a integridade da estrutura e para a própria segurança de toda a equipa de trabalho.

O transporte, depósito e manuseamento dos elementos de alvenaria seriados deverá ser feito de forma a não causar danos nas peças, com procedimento a apresentar pelo Empreiteiro, e a aprovar pela equipa de Fiscalização, Coordenação e Projeto.

Igualmente, o local de armazenamento temporário deve garantir as condições necessárias à adequada conservação da estrutura, com proteção eficaz contra os elementos atmosféricos, sem exposição direta à luz solar, e protegida do vento. Caso o armazenamento se prolongue no tempo, devem tomar-se medidas para garantir a devida ventilação e controlo de temperatura e humidade, assim como de qualquer manuseamento indevido que ponha em causa a sua integridade.

Para a montagem em local definitivo, deverão ser construídas novas fundações em betão armado, com garantia de limitação e controlo de assentamentos, como base para montagem da estrutura da Ponte. Novamente, será montada uma estrutura de escoramento e suporte à correta montagem da Ponte, com colocação de elementos de alvenaria de pedra, devendo ponderar-se a utilização de elementos adicionais de ligação, por forma a garantir uma maior durabilidade.

8.2.2.2/ Paisagismo

8.2.2.2.1/ Pavimentos

No que concerne aos pavimentos, optou-se para os acessos pedonais e zonas de estar pelo recurso aos saibros ladeados por toros em madeira, onde os baixos custos de manutenção imperam, proporcionando assim uma imagem de parque urbano de cariz naturalizado e ecológico. Para isso teve-se em conta as inclinações máximas de 5% dos caminhos, evitando o seu ravinamento e instabilidade associada à ação das águas.

Para os eixos viários de manutenção e emergência preconiza-se a utilização de cubos em granito (0,11 m) com um meia cana para a recolha e condução das águas.

É ainda preconizado um pequeno caminho em laje de betão sobre o paramento a jusante, para usufruto das vistas e manutenção da estrutura.

8.2.2.2.2/ Mobiliário urbano, pontes e escadas

A utilização de mobiliário e equipamento diverso no parque é de importância impar, dotando o espaço de um maior conforto e segurança, possibilitando assim um melhor usufruto de todos os espaços exteriores.

Em relação ao mobiliário urbano, é proposta a utilização de bancos em madeira com costas e de betão sem costas, dependendo da sua localização e utilização. Para além disso são preconizadas papeleiras em madeira, como apoio na gestão do espaço.

As pontes utilizadas para passar de margem serão em madeira e em arco, compensando grandes vãos livres e sem sofrer a ação das águas em velocidade.

As escadas localizadas a jusante, que servem de acesso pedonal ao parque, serão em madeira e isentas de guardas para a sua relação com a vegetação ser intensa e natural, ficando assim imiscuídas no relevo.

8.2.2.2.3/ Vegetação

No que concerne à vegetação a utilizar, esta deverá ser bem adaptada às condições edafoclimáticas existentes, permitindo assim um baixo grau de manutenção e de exigência hídrica. Será assim utilizada uma vegetação predominantemente mediterrânica onde a textura, floração e diferentes portes assumem mais-valias na definição das várias áreas e ambientes.

Pretende-se deste modo a utilização de vegetação caducifólia e perenifólia, permitindo a criação de condições de conforto bioclimático para os residentes e utilizadores dos vários espaços.

Procurou-se otimizar os custos de manutenção através da adoção de medidas que facilitem as operações de conservação, nomeadamente, corte de relva, mondas e limpeza da folhagem e lixos.

Temos assim várias tipologias de zonas verdes:

- Prados de revestimento e de sequeiro (misturas A e B);
- Revestimento de arbustos na planície e margens da linha de água (mistura C);
- Plantação de arbustos na margem da linha de água (módulo 1);
- Plantação de arbustos na planície (módulos 2, 3 e 4);
- Plantação de árvores em covacho nas encostas, com recurso a bolotas (3 por cada covacho, em 50 m²);
- Plantação de árvores em pé, nas encostas, planície e margens da linha de água.

8.2.2.2.4/ Especialidades

O projeto de Arquitetura Paisagista está em consonância e interligado aos restantes projetos das especialidades ao nível das drenagens superficiais, abastecimento de água, rede elétrica, iluminação, entre outros.

8.2.2.3/ Engenharia natural

O surgimento de novas tecnologias ecológicas de engenharia baseadas sobretudo em conhecimentos básicos praticados pelos nossos antepassados permite, hoje em dia, optar por soluções que possibilitam não só requalificar como também renaturalizar elementos estruturantes da paisagem como as linhas de água, mas também vertentes e zonas planas, como o caso de áreas urbanas.

As intervenções que se propõem no presente Projeto contemplam a utilização de técnicas de Engenharia Natural, as quais permitem solucionar problemas estruturais de estabilização geotécnica e hidráulica, e simultaneamente, projetam ecossistemas em equilíbrio.

Isto é possível já que a Engenharia Natural recorre principalmente à utilização de materiais construtivos vivos, como as plantas ou

partes destas, muitas vezes combinando-os com outros materiais naturais ou artificiais. A aplicação destas técnicas tem, entre outros, efeitos anti-erosivos, estabilizantes e consolidantes.

As soluções propostas consideram a realidade do local, considerando para tal materiais com diferentes resistências à erosão.

Devido à utilização da vegetação, estas técnicas apresentam ainda deformabilidade e elevada capacidade de regeneração das partes danificadas. A sua funcionalidade é crescente com o passar do tempo, pois à medida que adquirem maturidade, a vegetação continua a desenvolver-se, aumentando os efeitos técnicos de proteção e estabilização do solo.

8.2.2.3.1/ Gabião Cilíndrico

São rolos cilíndricos, flexíveis e estruturados em rede de polipropileno de alta densidade, preenchidos no seu interior por pedras, de preferência recolhidas no local de intervenção. Exerce a sua ação de proteção através do seu peso gravítico, enquanto a sua rugosidade permite quebrar a energia da velocidade da corrente.

Os gabiões cilíndricos podem ser utilizados para fins de proteção de margens sujeitas a elevadas velocidades de caudal, ondulação constante ou fortes correntes aquáticas, como meios de proteção contra a erosão em zonas afetadas pelo desaguamento de redes pluviais ou afluentes de estações depuradoras, e ainda, como separadores ou filtros de elementos sólidos em suspensão e em sistemas de depuração natural de águas residuais.

A versatilidade, a flexibilidade, a capacidade de reduzir a velocidade da corrente e de absorver os assentamentos do terreno mantendo a integridade da estrutura, a sua permeabilidade (que possibilita a drenagem dos terrenos), e a facilidade da instalação não requerendo mão-de-obra especializada constituem as principais vantagens da utilização de gabiões cilíndricos.

Não obstante, a eficácia desta técnica está dependente da natureza das margens a serem intervencionadas (devendo possíveis problemas de erosão e instabilidade ser previamente corrigidos) e da qualidade da instalação. Uma maior eficácia na estabilização de margens com gabiões cilíndricos é possível com a combinação desta e outras técnicas de controlo de erosão, como, por exemplo, as mantas orgânicas (Freeman & Fischenich, 2000).

8.2.2.3.2/ Bio Rolo

São rolos constituídos por uma matriz de fibra de coco compacta, com uma densidade homogénea ao longo de todo o rolo. Externamente são reforçados por uma rede estrutural em polipropileno ou em fibra de coco, e no seu interior podem ser colocados rizomas ou bolbos de espécies aquáticas. A sua função é promover a sedimentação de material erodido, para além de servir como substrato à plantação de espécies aquáticas.

Os bio rolos podem ser aplicados: no âmbito da estabilização de margens fluviais, de lagos ou outros tipos de reservatório; como sistemas de depuração natural de águas residuais e de filtragem de sedimentos em linhas de água; na selagem de aterros sanitários; em áreas ardidas; na estabilização de taludes de redes viárias; e por fim, em arranjos paisagísticos.

No âmbito do controlo de erosão em margens de linhas de água, a eficácia dos bio rolos vegetados está dependente de fatores como: a luminosidade; o tipo de substrato sobre o qual são instalados; o acesso constante à água durante o período de desenvolvimento da vegetação; e do caudal, sendo apropriados para linhas de água perenes com caudais e níveis médios constantes. A qualidade da instalação e de ancoragem entre bio rolos, vegetados ou não, é igualmente determinante (Hollis & Fischenich, 2000).

As suas principais vantagens prendem-se com a simplicidade e rapidez de execução, com o efeito protetor imediato, com a eficácia da ação filtrante, com a permeabilidade da estrutura, com a capacidade de favorecer a sedimentação, e consequentemente, impedir que o solo erodido chegue às linhas de água, e com o facto de constituírem o substrato para fixação das plantas aquáticas.

8.2.2.3.3/ Manta Orgânica

Consiste na aplicação sobre o terreno de um geotêxtil orgânico biodegradável, constituído por uma matriz homogênea de fibras vegetais (palha, coco ou juta), disponíveis em várias gramagens consoante a necessidade de durabilidade de proteção. Servem para criar um revestimento superficial do terreno onde são aplicados, com a função de o proteger contra a erosão. Alguns tipos de manta orgânica são destinados a zonas com maiores índices de desgaste e, como tal, são reforçadas com malhas orgânicas ou sintéticas, dependendo do tipo de reforço necessário.

As mantas orgânicas têm por principais aplicações a proteção superficial de taludes e margens fluviais com declives entre os 25° e 45°, a correção de ravinamentos e a consolidação de linhas de drenagem, o revestimento do paramento frontal de muros de terra reforçada, a selagem de aterros sanitários, a estabilização de sistemas dunares e arranjos paisagísticos, podendo também ser empregues como substrato para sementeiras. As vantagens que caracterizam esta técnica consistem: na sua ação de proteção do solo contra erosão eólica e hídrica, evitando perdas de solo; no incremento da capacidade de retenção de água e redução da evaporação, promovendo a regulação térmica do solo que irá facilitar a germinação e posterior desenvolvimento da vegetação; no seu potencial enquanto substrato para plantas aquáticas (Allen & Leech, 1997); e na sua capacidade de aumentar a fertilidade do solo através da decomposição das fibras orgânicas de que são constituídas.

De ressaltar que o nível de eficiência desta técnica é influenciado: pelas características dos materiais que compõem a sua matriz, e respetivas matrizes; pela qualidade da sua instalação; pelo tipo de solo em que são instaladas; e pelo caudal da linha de água (Rickson, 2000) (Sutherland & Ziegler, 2007) (McCullah & Dettman, 2007).

8.2.2.3.4/ Hidrossementeira

Consiste na projeção hidráulica de uma mistura de água, sementes e outros aditivos, com a função de promover o estabelecimento da vegetação, ao mesmo tempo que protege e melhora as características mecânicas e biológicas do solo. É projetada sobre a superfície a intervir através de um sistema de mangueiras, recorrendo a um equipamento mecânico apropriado (hidrossemeador).

Esta é uma técnica aplicável em taludes e margens fluviais, na recuperação paisagística de áreas extrativas (como minas ou pedreiras) e de áreas ardidas, e em sementeira de relvados ou prados.

As suas principais vantagens consistem: na criação de uma cobertura homogênea do solo com elevado potencial de germinação; na elevada força de tensão que se traduz na otimização da absorção de energia dos impactos dos agentes erosivos; no elevado poder de absorção de água; na rapidez e eficácia da execução, inclusivamente em zonas de difícil acesso; e consequentemente nos menores custos de mão-de-obra face a uma sementeira tradicional.

No âmbito das áreas ardidas, a hidrossementeira é aconselhada quando o controlo de erosão é prioritário, pois apresenta uma maior probabilidade de originar uma boa cobertura de solo no primeiro ano após o incêndio do que a regeneração natural. Não obstante, no que toca à proteção prioritária de pessoas e bens, é preferível recorrer a outras técnicas, ou à combinação dessas mesmas (por exemplo, controlo de erosão com recurso a mantas orgânicas) com a hidrossementeira (Beyers, 2004) (Ravina-Diaz & *et al.*, 2012) (Prats & *et al.*, 2013).

8.2.2.3.5/ Plantações

A plantação de espécies arbustivas e arbóreas nativas promove um efeito estabilizante em profundidade, tendo como vantagem a sua simples execução.

É utilizada isoladamente ou como complemento de várias outras técnicas, inclusive a estacaria viva, mas também as mantas orgânicas e as geomalhas.

Um aspeto muito importante passa pelo facto de propiciar a renaturalização dos locais a intervencionar.

8.2.3/ Regularizações

8.2.3.1/ Ribeira do Vale

Com os caudais futuros apresentados na Tabela 8.1 a Ribeira do Vale foi analisada na sua extensão, de modo a garantir que os novos caudais não seriam excessivos face aos constrangimentos das diversas secções ao longo da ribeira.

Nas **secções de P1 a P13**, o perfil mais crítico ($2,30 \times 2,20 \text{ m}^2$ com inclinação 1,0%) apenas conseguirá comportar $31,5 \text{ m}^3/\text{s}$ o que é inferior ao caudal de cheia centenária, agora reduzido de $88,8 \text{ m}^3/\text{s}$ para $55,9 \text{ m}^3/\text{s}$, devido à construção da bacia de amortecimento. Deste modo foi criado um troço coberto novo (do P4A ao P4E) paralelo ao existente com uma secção em $3,00 \times 1,50 \text{ m}^2$ e inclinação 1,7%.

Este novo troço coberto permite comportar um caudal máximo de $36,3 \text{ m}^3/\text{s}$, sendo que os $24,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ($55,9 \text{ m}^3/\text{s} - 31,5 \text{ m}^3/\text{s}$) que faltavam para acolher o caudal de cheia centenária serão comportados. No entanto, é necessário estudar a divisão dos caudais para cada um dos troços, de modo a garantir que a altura de água não ultrapassa a altura máxima de cada secção. Refira-se também que a secção existente de entrada na bifurcação (P5-P6) é em $4,00 \times 1,45 \text{ m}^2$.

Desprezando as perdas de carga na bifurcação (que serão da ordem dos poucos centímetros, resultando na preservação da altura de água a montante e jusante neste ponto) e sabendo que a energia que chega de montante (dos perfis P4-P5) à bifurcação é de 3,62 m, intercetaram-se as duas curvas de caudal de modo a saber qual será a sua distribuição na bifurcação.

No troço coberto existente a altura de água tenderá para a altura uniforme de 1,07 m, não atingindo a altura máxima da secção crítica existente, 2,20 m. O mesmo acontece no troço coberto novo, em que a altura de água tenderá para a uniforme fixada em 1,39 m, valor esse inferior à altura máxima da secção (1,50 m), garantindo a segurança em caso de ocorrência da cheia centenária.

Quanto às **secções P13-P36**, sabendo que o caudal de cheia centenária foi reduzido de $88,8 \text{ m}^3/\text{s}$ para $55,9 \text{ m}^3/\text{s}$, verifica-se de acordo com os dados obtidos que das secções P13 a P23 a altura uniforme de água presente na ribeira em caso de cheia centenária ultrapassará a altura máxima destas secções.

Após análise às secções P13 a P36 da Ribeira do Vale, verificou-se que será necessária a construção de uma mota (Figura 8.5) de modo a garantir que a altura uniforme de água presente na ribeira, em caso de cheia centenária, não ultrapassará a altura máxima destas secções.

Deste modo projetou-se a construção de uma mota na ribeira do Vale. A expressão plástica desta nova forma longitudinal paralela à linha de água refletirá a energia e simbolismo da sua ondulação e vitalidade, em que a altura de 1,00 m e largura de 3,00 m conseguirão a eficácia da contenção da força e magnitude deste elemento da natureza. A presença dos Choupos negros com um compasso de 5 m, associada à presença intercalar de 3 loendros, irá conferir a proteção necessária e inerente à causa desta nova estrutura ondulante e naturalizada. Assim, garantir-se-á que o caudal não transborde em caso de cheia centenária.

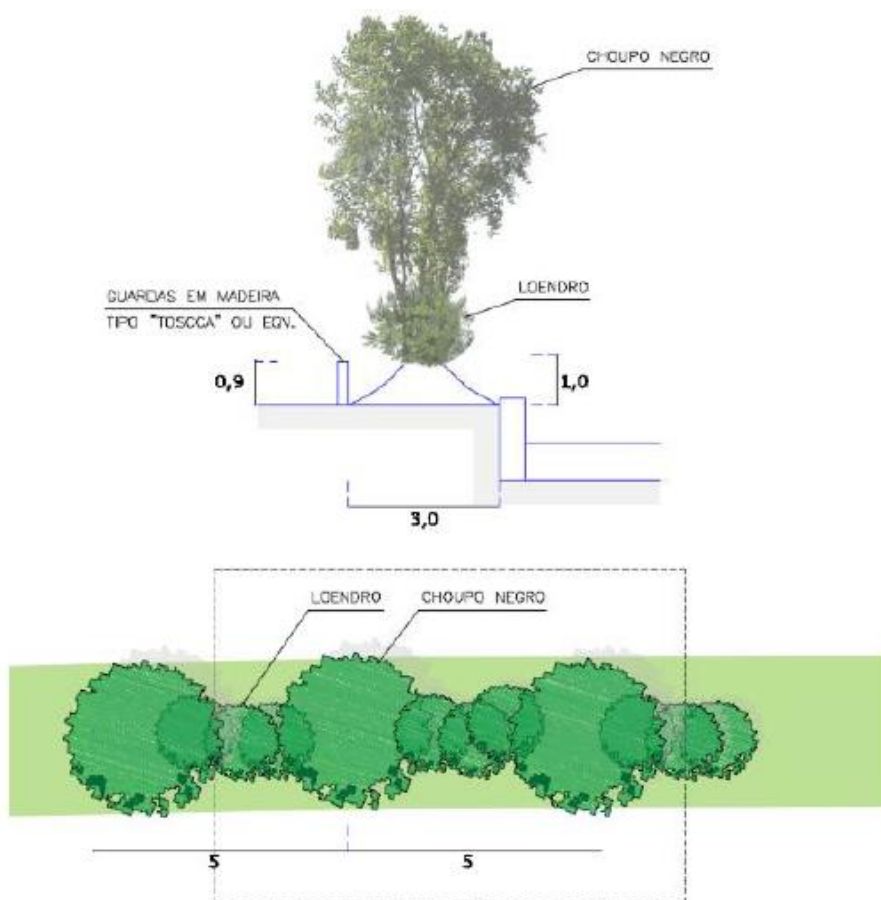


Figura 8.5 – Mota naturalizada de proteção

É importante referir que o regime do escoamento na ribeira do Vale é sempre rápido, sendo controlado por montante, com a exceção do troço correspondente às secções P18 e P19 em que o regime do escoamento é lento. Assim, foi necessário verificar que a altura de água não chegaria à crítica no comprimento entre estes perfis.

Entre as secções P24 a P36 as alturas de água consequentes do caudal de cheia centenária $55,9 \text{ m}^3/\text{s}$ são sempre inferiores aos limites máximos dos perfis pelo que não há razão para prolongar a mota além do perfil P23.

Os troços das **secções entre os perfis P36 e P61** são cobertos, sendo que a altura de água consequente da cheia centenária deve ser sempre inferior à altura máxima comportada pelos perfis destas secções. Sendo o perfil crítico um com inclinação de 1,3%, uma largura de 3 m e uma altura máxima de 2,1 m, o caudal máximo que estas secções comportam é de $39,4 \text{ m}^3/\text{s}$, o que corresponde a um valor inferior ao caudal da cheia centenária de $55,9 \text{ m}^3/\text{s}$. Assim sendo, propõe-se a regularização física da secção, de modo a garantir um maior coeficiente de Manning-Strickler (K_s), aumentando o caudal máximo que estas secções podem comportar.

Para garantir uma boa regularização, e com durabilidade propõe-se o seguinte:

1. Tratamento de superfície para regularização:

- i) Preparação, com picagem da superfície, limpeza para remoção de componentes soltos e criação de superfície rugosa, com agregados grossos com superfície angulosa à vista;
- ii) Aplicação de Argamassa de reparação tipo Sika Monotop-618;

- iii) Aplicação de Argamassa de regularização tipo SikaGard-720 Epocem, com função “tapa-poros”.
2. Nas zonas onde haja patologias que afetam armaduras (corrosão, delaminação, outros):
- i) Preparação, com remoção de betão e exposição de armadura, limpeza para remoção de componentes soltos e criação de superfície rugosa;
 - ii) Preparação de Armaduras, com remoção de restos de argamassa/betão, ferrugem, e outros componentes soltos;
 - iii) Aplicação de primário de aderência/proteção anticorrosiva tipo Sika Monotop 910 S;
 - iv) Aplicação de Argamassa de reparação tipo Sika Monotop-618, garantindo um recobrimento mínimo das armaduras de 40 mm;
 - v) Aplicação de Argamassa de regularização tipo SikaGard-720 Epocem, com função “tapa-poros”.

Assim, com esta reabilitação, e consequente aumento do K_s , o caudal máximo comportado pela secção crítica entre P36 a P61, o troço entre P60 e P61, é de 49,3 m³/s.

Já nas **secções P61 a P81**, os troços serão cobertos com uma largura de 4,5 m, uma altura máxima de 2,1 m e uma inclinação de 0,9%. A altura máxima não é atingida com o caudal de cheia centenária de 55,9 m³/s, ao qual corresponde uma altura de água de 1,66 m.

Neste Projeto concluiu-se que haveria necessidade de desativar, através de um tamponamento, o troço existente coberto que se apresenta nas Peças Desenhadas. A desativação é necessária pois o este troço encontra-se em muito mau estado, passa por baixo de edificações e tem vigas para o interior da secção que diminuem a sua capacidade hidráulica que, já por si só, é insuficiente.

Nas **secções P81 a P93**, num primeiro perfil, existe a confluência da ribeira do Vale com as ribeiras do Castelo e Outeiro das Galegas. Sabendo que:

- Da ribeira do Vale o caudal que chega à confluência (55,9 m³/s) vem de uma secção de largura 4,50 m, altura máxima 2,10 m e inclinação 0,9%;
- Da ribeira conjunta do Castelo e Outeiro das Galegas o caudal (40,5 m³/s) vem de uma secção com largura 4,00m, altura máxima 2,00m e inclinação 0,8%;
- O caudal na confluência (Junction 2 no HEC-HMS) é de 78,7 m³/s para T = 100 anos;
- A água chega à confluência com uma altura crítica de 2,60 m e energia crítica de 3,90 m, conforme Fig. 4.21. Nesta Figura verifica-se que não sendo possível baixar mais que a energia crítica imediatamente a montante desta confluência, existe um ressalto neste ponto o que faz com que os valores de partida de altura e energia sejam os críticos.

Sendo que, na situação atual, os troços existentes não têm capacidade suficiente para o caudal de cheia centenária, foi realizada uma análise hidráulica de modo a dimensionar as alturas máximas dos novos troços cobertos de substituição, garantindo uma altura mínima possível para as infraestruturas de dimensionamento.

É possível verificar que, partindo da altura crítica, 2,60 m, e estando em regime rápido, a altura de água tende a diminuir com a distância x(m), que é cerca de 190 m entre os perfis P81 e P92.

Desta forma, considerando o mínimo possível de infraestruturas de dimensionamento, projetou-se a colocação de uma cobertura a 2,80 m durante, aproximadamente, os primeiros 25 m (ou seja, entre P81 e P83) após a confluência; e, de seguida, projetou-se a cobertura a 2,40 m durante cerca de 100 m após P83 (isto é, entre P83 e P87); finalmente previu-se a cobertura a 2,10 m durante os últimos 25 m (ou seja, entre P87 e P92).

Com estas alturas, garante-se cerca de 0,20 m entre a altura máxima de água em caso de cheia centenária e o topo da secção entre os perfis P81 e P92. Refira-se que se tentou ao máximo aproveitar as inclinações existentes. A secção mais crítica será, portanto, a

composta pelo perfil em 6,00x2,10 m² (P87-P92) com inclinação de 1,1%.

Sublinhe-se que, no caso de cheia centenária, a altura de água máxima atingida na secção mais crítica nestes troços será bastante inferior à altura máxima dessa secção.

Nas **secções a jusante de P93**, conforme atrás demonstrado, a secção crítica a jusante da Ponte da Pedrinha comporta um caudal máximo, em regime uniforme, de 84 m³/s. Ora sendo o caudal futuro de cheia centenária nesta zona de 79 m³/s, vem que não será necessário alterar nada a jusante da Ponte da Pedrinha.

8.2.3.2/ Ribeira do Outeiro das Galegas

A atual insuficiente capacidade da ribeira do Outeiro das Galegas, em determinadas secções, para o escoar os 31,2 m³/s da cheia centenária foi razão necessária para redimensionar alguns dos troços desta ribeira, de modo a que consiga comportar este caudal.

Assim, entre a secção P4 e P8 foi projetado um troço coberto novo de substituição com 3,00x2,00 m² e inclinação 1,2% em substituição do existente. Com estas características estas secções conseguirão comportar um caudal máximo de 44,5 m³/s superior ao caudal de cheia centenária.

Para além disso projetou-se um troço coberto de substituição (P29 a P33) e outro novo (P33 a P41), conforme Peças Desenhadas, com 3,00x2,00 m² e inclinação de 1,6% até a uma confluência entre a ribeira do Outeiro das Galegas e a ribeira do Castelo.

Estes novos troços conseguirão comportar um caudal máximo de 51,4 m³/s, garantindo a segurança contra cheias centenárias.

É importante referir que as secções de troço a céu aberto nesta Ribeira (ver Peças Desenhadas) têm capacidade suficiente para comportar o caudal centenário desta ribeira, caso se efetuem um conjunto de operações, nomeadamente uma limpeza da vegetação nas secções.

As técnicas a utilizar (desmatagem manual ou mecânica) deverão evitar a distribuição de sementes e posterior germinação das espécies que se pretende remover. Todo o entulho ou outras substâncias impróprias existentes na zona a escavar, a vegetação, ervas, arbustos, raízes ou matéria morta, serão removidos antes do início da execução do terrapleno e transportados para local a designar pela Fiscalização ou destino final adequado, priorizando a sua valorização.

8.2.3.3/ Ribeira do Castelo

Com o caudal de cheia centenária de 16,0 m³/s e sendo que, no cenário atual, a zona crítica desta ribeira apenas comporta 6,5 m³/s, projetou-se a substituição dos troços existentes por novos, conforme apresentado nas Peças Desenhadas. O troço inicial (P4-P5) desta bacia será então um troço coberto novo em substituição do existente e será em 2,00x2,00 m² com inclinação de 2,3%.

Com estas características, este troço conseguirá escoar um caudal de cerca de 34,7 m³/s sendo este valor bastante superior ao caudal de cheia centenária (16,0 m³/s) para esta ribeira.

A partir da secção P5 da ribeira do Castelo e da secção P41 da ribeira do Outeiro da Galega existe a confluência entre os troços das duas ribeiras, resultando no caudal conjunto de cheia centenária de 40,5 m³/s (Tabela 8.1). Deste modo, a ribeira do Castelo, a partir da secção P5 deverá comportar este valor de caudal e não apenas os 16,0 m³/s.

Assim, foi projetado a construção de um troço coberto novo de substituição com 4,00x2,00 m² e inclinação 2,3% entre as secções P5 e P7 (ver Peças Desenhadas). Este perfil permitirá um caudal máximo de 100,0 m³/s, que é superior ao caudal de cheia centenária conjunto entre as duas ribeiras mencionadas.

No entanto, e sendo esta secção uma confluência de duas ribeiras, analisou-se as energias à entrada do troço: o troço novo de substituição em 4,00x2,00 m² apresenta uma energia crítica de 3,28 m; o troço proveniente da ribeira do Castelo apresenta uma energia de 3,85 m; e o troço proveniente da ribeira do Outeiro das Galegas apresenta uma energia de 4,31 m. Deste modo a energia crítica a jusante da confluência é inferior às energias uniformes de cada uma das ribeiras à chegada do local em análise pelo que não existem problema de entrada no troço projetado. Refira-se também que a altura de água relativa ao caudal de confluência é inferior à altura máxima do troço em análise, pelo que estas secções comportam o caudal em estudo.

A partir da secção P7 a ribeira foi dimensionada com um troço coberto novo de substituição de 4,00x2,00 m² e inclinação 0,8%, sendo que não haverá problemas de comportamento de caudal, visto que a secção anterior é semelhante com a exceção da inclinação, que é 2,3%, logo mais crítica.

8.2.4/ Betão

O objetivo do presente capítulo é o de apresentar, em linhas gerais, a intervenção a efetuar a nível de fundações e estrutura.

8.2.4.1/ Análise Estrutural

No âmbito da proposta do projeto de infraestruturas, revela-se necessário definir elementos em betão armado que o possibilitem, particularmente no que respeita aos troços em que a linha de água se desenvolve no subsolo, em troços enterrados.

Para tal, definem-se várias secções de acordo com os requisitos definidos pela Hidráulica, para as quais se dimensionam elementos em betão armado.

As secções em causa serão em betão armado, do tipo monolítico, constituídas por lajes maciças no topo, de espessura constante, que se apoiam diretamente nas paredes laterais que, por sua vez, descarregam na laje de fundo que transmite as cargas para o solo. Sobre a laje de topo, prevêem-se enchimentos de espessura variável, podendo atingir dimensões consideráveis, conduzindo a lajes de grande espessura.

Chama-se a atenção para os pormenores construtivos especialmente devido à sua reconhecida importância no comportamento estrutural. Assim, recomenda-se o respeito pelos comprimentos de amarração previstos para os varões, e cuidado na fabricação e colocação do betão em obra.

8.2.4.2/ Modelo Estrutural

Os modelos de cálculo representativos das secções a dimensionar são modelos globais e tridimensionais constituídos por diversos elementos finitos, havendo a considerar elementos finitos de superfície (elementos quadrangulares de quatro nós) para a modelação das lajes maciças, paredes e lajes de fundo.

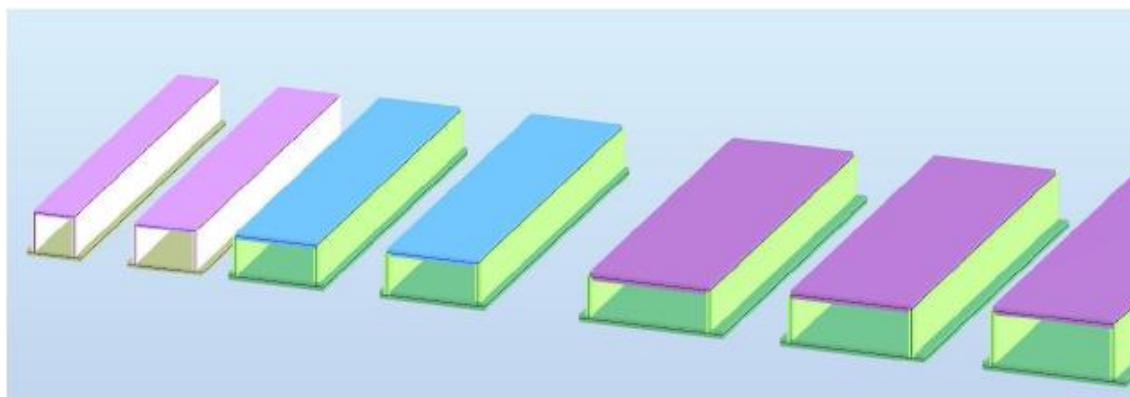


Figura 8.6 – Modelos estruturais

8.2.4.3/ Ações e Combinações

As ações consideradas na avaliação dos esforços instalados nas estruturas em causa foram quantificadas segundo o especificado na Regulamentação Portuguesa e Europeia em vigor, nomeadamente o Eurocódigo 1 – Ações em Estruturas.

Assim sendo, discriminam-se de seguida (Tabela 8.2) as ações consideradas.

Tabela 8.2 – Ações consideradas na avaliação dos esforços instalados

Ações permanentes		Ações variáveis
Peso Específico das peças em Betão Armado	25.00 kN/m ³	Sobrecarga de utilização Sobrecarga Rodoviária: 10.00 kN/m²
Peso Específico do Solo	18.00 kN/m ³	
Peso Específico de Água	10.00 kN/m ³	

8.2.4.4/ Combinações de Ações

As ações foram combinadas de modo a permitir a análise de estados limites últimos (ELU) e estados limite de utilização (ELUt). Assim, de uma forma geral, para ELU vem:

- Combinação Fundamental: $E_{d1} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

No caso de ELUt vem:

- Combinação Característica: $E_{d3} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
- Combinação Quase-Permanente: $E_{d4} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + \sum_{i \geq 2} \psi_{2,i} Q_{k,i}$

8.2.5/ Dimensionamento e Verificações de Segurança

O dimensionamento e a verificação da segurança das estruturas que constituem o conjunto foram feitos segundo os critérios definidos pela Regulamentação Europeia em vigor e documentos nacionais de aplicação, nomeadamente, a consideração dos estados limites últimos e de utilização e a quantificação das ações e suas combinações.

Com base no exposto atrás, foram consideradas as combinações de ações cuja atuação simultânea seja verosímil e que produzam nos elementos estruturais os efeitos mais desfavoráveis.

Os estados limites últimos e de utilização considerados foram, nos elementos em Betão Armado, os preconizados na NP EN 1992: Eurocódigo 2 - Projeto de Estruturas de Betão.

8.2.6/ Fundações

As fundações são dimensionadas levando em conta os dados provenientes da campanha de reconhecimento geotécnico, efetuada por empresa da especialidade.

A prospeção realizada revelou a existência de uma camada de Aterros superficiais, sobre estratos mais resistentes, onde as secções assentam diretamente, tendo-se adotado uma tensão de segurança admissível ($\text{adm} = 200\text{kPa}$).

8.2.7/ Materiais

Os principais materiais a utilizar nos elementos estruturais do edifício são os discriminados na Tabela 8.3.

Tabela 8.3 – Materiais a utilizar e respetivas características

Material	Características
Betão em Fundações (NP EN 206-1)	C30/37 - XC2 (P) - CL0,40 - $D_{\text{máx}} 25 \text{ mm}$ - S3 Máxima razão A/C – 0,65
	$f_{\text{ck}} = 30,0 \text{ MPa}$
	$f_{\text{cd}} = 20,0 \text{ MPa}$
	$f_{\text{ctm}} = 2,9 \text{ MPa}$
	$E_{\text{c,28}} = 33,0 \text{ GPa}$
	$s = 1,5$
Aço em armaduras	A500NRsd
	$f_{\text{sk}} = 500 \text{ MPa}$
	$f_{\text{syd}} = 435 \text{ MPa}$
	$E_{\text{a}} = 210 \text{ GPa}$
	$S = 1,15$

8.2.7.1/ Regulamentação

Todos os procedimentos de cálculo tiveram em consideração a regulamentação existente aplicável às estruturas em causa, nomeadamente:

- R.S.A. – Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes
- R.E.B.A.P. – Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-Esforçado
- NP EN 1990 – Eurocode 0 – Bases para o Projeto de Estruturas
- NP EN 1991 – Eurocode 1 – Ações Gerais
- NP EN 1992 – Eurocode 2 – Projeto de Estruturas em Betão Armado

9/ CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE AFETADO PELO PROJETO

Em relação ao **clima**, salientando aspetos mais relevantes dos regimes térmico e pluviométrico, verifica-se, como é de esperar, que os valores de temperatura média do ar mais elevados (superiores a 21°C) ocorrem em julho e agosto, sendo estes também os meses mais secos, com precipitação inferior a 15 mm. Dezembro, janeiro e fevereiro são os meses em que a temperatura média é mais baixa (inferior a 12°C), enquanto os valores de precipitação mais elevados ocorrem nos meses de novembro a fevereiro, sendo superiores a 100 mm. Os valores médios anuais de precipitação atingem os 954 mm, sendo os quantitativos mensais superiores a 50 mm de outubro

a maio.

Quanto às **alterações climáticas** o projeto em apreço vem dar resposta a diversas medidas de adaptação propostas em documentos como o PNEC e PIAAC Oeste, com o objetivo de aumentar a resiliência dos sistemas de drenagem de águas pluviais e diminuir a exposição a cheias e inundações.

Quanto à **qualidade do ar** na área de estudo, refira-se que a área de intervenção é enquadrada no âmbito da Rede de Qualidade do Ar do Litoral Centro, gerida pela CCDR Centro, pelas estações de Ervedeira e Montemor-o-Velho. As concentrações de poluentes no ar ambiente respeitam, de uma forma geral, os limites impostos pela legislação aplicável.

Quanto à **geologia**, verifica-se que a maior parte das intervenções previstas decorrem em área de depósitos aluvionares, constituídos por areias e lodos. Para além deste contexto, há a referir que na área da bacia de amortecimento, nas zonas mais afastadas do leito da ribeira do Vale, estão presentes calcários margosos. A outra exceção é a intervenção prevista sob na rua de Ansião, onde estão presentes arenitos argilosos.

Em relação aos **solos**, dominam, na área do projeto, os solos calcários, que têm reduzida capacidade produtiva e são suscetíveis à erosão. Estão ainda presentes, na área central e nascente da futura bacia de amortecimento, solos mediterrâneos de materiais calcários, que são solos com importante componente argilosa e também suscetíveis à erosão.

Relativamente aos **recursos hídricos**, o projeto traduz-se em intervenções na ribeira do Vale e nas ribeiras do Outeiro das Galegas e do Castelo, suas afluentes. A ribeira do Vale, por sua vez é afluente do rio Arunca, sendo este afluente do rio Mondego. O percurso final das três ribeiras encontra-se canalizado sob o centro urbano de Pombal, verificando-se que a dimensão das condutas atuais é insuficiente para a passagem de caudais de cheia, o que dá origem à ocorrência de inundações na baixa da cidade. O estado geral da qualidade da água da ribeira do Vale e do rio Arunca tem-se revelado insatisfatório, sendo afetado por atividades industriais, agrícolas e pecuárias, embora esteja a melhorar. Em relação às águas subterrâneas encontram-se na área do projeto, dois sistemas aquíferos distintos, que são explorados por alguns furos geralmente destinados a rega. De um modo geral as águas subterrâneas apresentam boa qualidade.

Em termos de **biodiversidade**, a área de estudo encontra-se no macrobioclima Mediterrânico, bioclima pluviestacional oceânico. É um território essencialmente calcícola com algumas bolsas de arenitos, encerrando cadeia de serras calcárias de baixa altitude que não ultrapassam os 670 m (Costa *et al.*, 1998), como por exemplo a Serra de Sicó, da qual o limite oeste projeto se encontra a 100 metros. No que respeita à orografia, a área de envolvimento imediata das ribeiras estudadas está a cotas baixas e em planície mas todas contactam, em maior ou menor porção, com acidentes orográficos (cotas elevadas que surgem de forma abrupta). Pelos resultados obtidos e pesquisa bibliográfica, a área de estudo terá presente, em cotas mais altas, associações da série de vegetação de carvalhais de carvalho-cerquinho de *Arisaro simorrhinum-Quercus broteroi Sismetum*, tais como: fragmentos do cercal de *Arisaro simorrhinum-Quercetum broteroi*; o medronhal de *Bupleuro fruticosae-Arbutetum unedonis*; fragmentos do loureiral de *Vincetoxicum diffinis-Lauretum nobilis* (endémico do Subsector Oeste-Estremoz); o carrascal de *Melico arrectae-Quercetum cocciferae*; fragmentos dos arrelvados vivazes de *Phlomis lychnitidis-Brachypodium phoenicoides*; fragmentos do urzal *Ulex europaeus-Ericetum scopariae*; e fragmentos da comunidade de *Vegetum rigidum-Asteriscetum aquaticum*.

Na vegetação rupícola calcícola foram encontrados poucos elementos. Estes pertencerão a *Asplenietalia petrarchae-Narciso calcicola*-*Asplenietum ruta-murariae* (esta associação possui um carácter algo distinto no contexto da Província) (Costa *et al.*, 1998).

Na linha de água, de vegetação ripícola estarão presentes fragmentos muito escassos da classe *Salicion salviifoliae* – dada para a Superprovinça Mediterrânica-Iberoatlântica (Costa *et al.*, 1998). Nenhuma outra comunidade edafo-higrófila natural está reconhecível (nas cotas mais baixas estas comunidades foram substituídas por pressão do Homem por arrelvados anuais subnitrofilos, por vezes sob cultivo de olival e pastoreio; por espaços ajardinados ou por áreas artificiais). No leito das ribeiras foram encontrados elementos de associações de vegetação anfíbia da *Phragmites-Magnocaricetea* (Rivas-Martínez *et al.*, 2001).

De espécies diferenciais do Subsector Oeste-Estremenho, segundo (Costa *et al.*, 1998), foi encontrado *Cistus albidus* e de espécies caracterizadoras do Superdistrito Estremenho foi encontrada *Cleonia lusitanica*.

A bacia de amortecimento idealizada no projeto está maioritariamente sobre “Arrelvados anuais subnitrófilos” e “Vegetação Ribeirinha” mas também sobre “Arrelvados vivazes”; “Prados rupícolas (habitat 6110*)” + “Arrelvados de *Brachypodium phoenicoides* (habitat 6210)” e “Matos Esclerófilos (habitat 5330pt5)” na sua área limítrofe a Sul.

A regularização do troço em estudo da Ribeira do Vale a realizar no projeto, na zona de Montante, está sobre “Arrelvados anuais subnitrófilos”; “Vegetação Ribeirinha” e “Prados rupícolas (habitat 6110*)” + Arrelvados de *Brachypodium phoenicoides* (habitat 6210”. Sob a regularização a decorrer nas zonas Intermédia e a Jusante encontram-se unidades de vegetação mais alteradas: “Espaço verde urbano” e “Espaço verde urbano + Vegetação Aquática” e “Área Artificializada”.

A regularização do troço em estudo da Ribeira do Castelo está sobre “Vegetação Ribeirinha” e “Área Artificializada” e a regularização do troço em estudo do Outeiro das Galegas (ao centro no mapa) está sobre estas mesmas unidades de vegetação citadas e ainda sobre “Silvado ou Canavial de compensação edáfica” e “Arrelvados anuais subnitrófilos” – unidades sem grande valor do ponto de vista conservacionístico. De assinalar, no entanto, a sua grande proximidade com a unidade correspondente a habitat da diretiva “Pinhal com Medronhal (habitat 5330pt3)”, numa pequena parte do seu traçado (sensivelmente a meio).

No que respeita à fauna, através da compilação de levantamentos de campo e dados bibliográficos, considera-se possível a presença de 55 espécies de aves, 11 espécies de mamíferos (excluindo morcegos), 6 espécies de anfíbios, 9 espécies de répteis, 15 espécies de morcegos e 6 espécies de ictiofauna, sendo que algumas destas espécies apresentam elevado valor conservacionista.

Relativamente às aves, de acordo com os dados bibliográficos considera-se possível a presença de uma espécie classificada como Em Perigo, nomeadamente a garça-vermelha (*Ardea purpurea*). Esta espécie não foi confirmada no decorrer dos trabalhos de campo e não há habitat adequado à sua nidificação dentro da área do projeto. Assinala-se ainda a possível presença de 3 espécies classificadas com o estatuto Vulnerável, designadamente o noitibó-de-nuca-vermelha (*Caprimulgus ruficollis*), o garçote (*Ixobrychus minutus*) e o tartaranhão-ruivo-dos-paús. Nenhuma destas espécies foi observada no decorrer dos trabalhos de campo.

Nos quirópteros, destaca-se a potencial presença da espécie *Miniopterus schreibersii*, classificada como Vulnerável. Trata-se de uma espécie de hábitos exclusivamente cavernícolas. Também classificadas como Vulneráveis, encontram-se potencialmente na área de estudo as espécies *Rhinolophus ferrumequinum*, *Rhinolophus hipposideros*, *Myotis myotis* e *Myotis escaleraei*. De todas as espécies potencialmente presentes na área de estudo, é de realçar a espécie *Rhinolophus euryale*, que é classificada como Criticamente em Perigo. É uma espécie predominantemente cavernícola, que durante todo o ano usa maioritariamente cavidades naturais (grutas, algares) e cavidades artificiais (minas) como abrigo, podendo também surgir em edifícios.

Sobre os mamíferos, destaca-se uma espécie com estatuto de Quase Ameaçado (Cabral *et al.*, 2006), nomeadamente o coelho-bravo (*Oryctolagus cuniculus*). De mencionar também que fazem parte dos Anexos II, IV, V da Diretiva Habitats (Diretiva 92/43/CEE) as seguintes 2 espécies com presença potencial na área de estudo: lontra (*Lutra lutra*) (Anexos II e IV) e sacarrabos (*Herpestes ichneumon*) (Anexo V).

No que se refere ao **ambiente sonoro**, foram efetuadas medições junto dos recetores sensíveis localizados na área de potencial acústica do projeto, incluindo habitações, escolas e o hospital. De um modo geral, o ambiente varia entre o moderadamente e muito perturbado, sendo a principal fonte o ruído o tráfego local. Porém, os níveis avaliados podem-se considerar excessivos junto à avenida Heróis do Ultramar e na rua 1º de Maio, junto ao acesso ao hospital.

Quanto aos aspetos **socioeconómicos**, o projeto desenvolve-se no concelho e freguesia de Pombal, predominantemente em área urbana. A população do concelho encontra-se em ligeiro decréscimo, que a um crescimento natural negativo, a que se soma um saldo migratório também negativo. O envelhecimento da população tem vindo a acentuar-se, tendência que também se verifica a nível

regional e nacional. O emprego local, ao nível do concelho e da freguesia de Pombal é sobretudo na área do comércio e serviços (setor terciário), mas verifica-se, ao nível concelhio, uma importância do setor secundário (indústria) superior ao que sucede em média da região Centro e da sub-região Pinhal Litoral.

Em termos de **ordenamento do território**, não se verificam inconformidades do projeto com os instrumentos de gestão territorial em vigor para a área de estudo. Na respetiva análise de impactes identificou-se um impacte positivo, uma vez que as ações propostas vão de encontro às medidas de proteção cuja implementação poderá minimizar o efeito das inundações resultantes de caudais até aos períodos de retorno de 100 anos apresentadas no Plano de Gestão de Riscos de Inundações da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis.

Quanto ao **uso e ocupação do solo**, a maioria da área de estudo corresponde a territórios artificializados, na sua maioria tecido edificado predominantemente vertical, predominantemente horizontal ou descontínuo. Os troços das ribeiras que serão para intervir localizam-se, segundo a COS2018, em território artificializado. A área da bacia de escoamento é ocupada quase na totalidade por agricultura, especificamente por culturas temporárias e/ou pastagens melhoradas associadas a olival e culturas temporárias de sequeiro e regadio.

Em relação ao **património cultural**, na área do projeto e envolvente foram identificadas cerca de 30 ocorrências de interesse que incluem valores arqueológicos, arquitetónicos e etnográficos, com valor cultural baixo a médio, com a maior valoração atribuindo-se a alguns edifícios notáveis de Pombal e à Ponte da Pedrinha, oculta sob o pavimento do largo 25 de abril.

Relativamente à **paisagem**, todo o projeto se desenvolve em área com moderada qualidade visual e sensibilidade baixa a moderada. Considera-se como elementos valorizadores da paisagem o castelo de Pombal, as áreas verdes urbanas, e áreas florestais e de matos. Em oposição as áreas industriais, pedreiras, espaços em construção e eucaliptais constituem os elementos que mais desvalorizam a paisagem.

Em termos de **saúde humana** importa destacar, no domínio da oferta de cuidados de saúde, a existência do hospital Distrital de Pombal. No quadro da região em que se insere, não se identificam fatores de risco particulares para a saúde humana na área em estudo.

O projeto está sujeito a alguns **riscos** ambientais, evidenciando-se o risco sísmico, que é médio-elevado e, sobretudo, os riscos de inundação, afetando o centro urbano de Pombal.

10/ AVALIAÇÃO DOS IMPACTES AMBIENTAIS DO PROJETO

10.1/ PRINCIPAIS IMPACTES NEGATIVOS

Os principais efeitos negativos identificados são criados na **fase de construção**, em resultado das intervenções de obra previstas, sendo alguns de natureza temporária, enquanto outros têm efeitos que permanecem na fase de exploração. No geral trata-se de impactes que podem ser minimizados pela adoção de medidas adequadas. Para a globalidade do projeto, salientam-se os seguintes impactes, restritos à fase de construção:

- Afetação temporária da qualidade do ar durante as obras, sobretudo devido à presença de poeiras na atmosfera;
- Acréscimo temporário dos níveis de ruído ambiente devido às atividades construtivas;
- Perturbações e restrições temporárias na circulação viária e pedonal;
- Perturbação temporária nas atividades comerciais, e vivência da população local e visitantes, sendo esta perturbação extensível à proximidade de equipamentos como escolas e o hospital;
- Desmonte e retirada da Ponte da Pedrinha;
- Afetação da paisagem, devido à alteração do terreno, introdução de elementos estranhos e desorganização espacial.

10.2/ PRINCIPAIS IMPACTES POSITIVOS

Na **fase de construção** ocorrem alguns efeitos positivos temporários relacionados com:

- Sustentação de emprego durante cerca de ano e meio para cerca de 35 trabalhadores das obras (10 para a empreitada da bacia de amortecimento, durante 9 meses e 25 trabalhadores para as regularizações nas ribeiras, durante 18 meses);
- Possível aumento de procura no comércio local, designadamente bens de consumo para alimentação dos trabalhadores e materiais de construção e um ligeiro acréscimo de procura no setor do alojamento e restauração em alguns estabelecimentos.

Na **fase de exploração** ocorrem efeitos positivos permanentes relacionados com:

- Efeito de proteção da área urbana de Pombal face a inundações destrutivas em consequência de situações hidrológicas extremas;
- Presença de um parque urbano na periferia da cidade, constituindo um local privilegiado para lazer e prática de atividades ao ar livre, com efeitos positivos em termos socioeconómicos e de saúde física e mental;
- Reposição da Ponte da Pedrinha junto do parque urbano, compensando o impacte inicial causado e dando a conhecer este elemento de interesse ao público;

10.3/ AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS IMPACTES CUMULATIVOS DO PROJETO

Identificam-se e avaliam-se, neste ponto, impactes resultantes da agregação de efeitos ambientais entre o projeto em apreço e outras atividades ou intervenções existentes ou previstas, que se apresentem mais relevantes do que quando considerados separadamente para cada atividade ou intervenção.

Considera-se, nesta perspetiva, uma inversão da visão habitual de identificação e avaliação de impactes, deixando estes de serem perspetivados na ótica dos fatores ambientais e passando a ser observados na ótica dos recursos ambientais do território.

No presente caso tem particular interesse considerar os efeitos conjugados com outros projetos, sendo de referir a regularização do rio Arunca. Nesse âmbito, refira-se que a APA tem a pretensão de iniciar e executar uma obra de regularização deste rio numa zona crítica do estuário do Mondego definida para a Região Hidrográfica RH 4 – Vouga, Mondego e Lis do Plano de Gestão dos Riscos de Inundações, situando-se nos concelhos de Montemor-o-Velho e Soure, com uma extensão de 7,94 Km, beneficiando diretamente uma população de cerca de 12 650 habitantes e uma área de cerca de 2.200 hectares.

Pretende-se o controlo e a minimização das cheias nas povoações e estradas próximas, bem como dos campos agrícolas do Vale do Arunca, afluente da margem esquerda do Mondego, gerada por caudais de cheia próprios e por propagação para montante do nível de água que ocorra no Leito Central do Mondego. Esta obra “visa, ainda, melhorar as condições hidráulicas, hidromorfológicas e ecológicas, a melhoria das condições de escoamento e da capacidade de encaixe de caudais de cheia, impedir danos resultantes do galgamento das margens e contrariar o crescimento de vegetação arbórea e arbustiva infestante, conferindo ao rio Arunca e indiretamente ao Leito Central do rio Mondego maior resiliência e segurança perante a ocorrência de cheias de intensidade muito elevada, que com maior frequência tendem a ocorrer.

Trata-se de uma intervenção de carácter estrutural e estruturante, que permitirá aumentar a segurança do Aproveitamento, em situação de cheias de elevada magnitude.” APA. Esta é uma medida que se encontra enquadrada no PGRI (Plano de Gestão dos Riscos de Inundações) como medida a implementar com o código: PTMDCoimbra-Est_PROT34_RH4. O troço a beneficiar e que tem uma extensão de 7,94 Km é limitado, a montante, pela ponte do caminho-de-ferro da CP de Mocate do ramal de Alfarelos e, a jusante, pela ponte da EN-341 que liga Alfarelos a Verride, abrangendo os concelhos de Soure e Montemor-o-Velho.

Esta reabilitação e requalificação a par com o projeto em análise vêm promover o bom estado e potencial das massas de água nestas bacias e promovem uma gestão eficaz e eficiente dos riscos associados à água dando assim plena resposta às medidas propostas no PGBH-RH4 especificamente para o rio Arunca e baixa de Pombal.

Para Pombal a concretização dos dois projetos é particularmente relevante porque só assim a cidade, no seu conjunto, ficará plenamente protegida de inundações.

11/ COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DO PROJETO

Aquando da realização do Estudo de Incidências Ambientais previamente mencionado, durante a fase de Estudo prévio, foram consideradas, como referido anteriormente, 4 soluções distintas para a realização deste projeto, tendo-se optado pela solução 1.

Verificou-se que para a solução 1 e 2 foi identificado um impacto de média significância, que não se encontra na solução 3 e 4, justamente na inserção de mais um ponto de descarga no rio Arunca. Embora este seja temporário é mais um ponto de origem de poluição. Para além disso, o novo troço proposto, para as soluções 1 e 2, é mais extenso, provocando um maior volume de resíduos a emitir para as águas.

Para a solução 3 e 4 foi possível identificar menos efeitos negativos e para a solução 4 encontram-se menos pontos propícios a gerar impactos negativos. Para além disso, identifica-se para a solução 3 uma maior afetação ao nível dos recursos hídricos subterrâneos que a solução 4.

12/ MEDIDAS DE MITIGAÇÃO, COMPENSAÇÃO E POTENCIAÇÃO

Para a minimização dos efeitos negativos resultantes da construção e exploração do projeto no ambiente é necessário um acompanhamento ambiental rigoroso especialmente durante a fase de construção, mas também para a fase de exploração, de forma a assegurar a adequada implementação das medidas de minimização propostas no EIA.

Para avaliar se as medidas de minimização da fase de construção são adequadamente cumpridas, foi prevista a implementação de um Plano Geral de Gestão Ambiental, que inclui o Plano de Acompanhamento Ambiental da Obra. Estes documentos constitui uma ferramenta para aplicação de boas práticas ambientais e para o controlo dessas mesmas boas práticas.

Como **medida compensatória**, deverá também ser considerada a elaboração de monografia sobre a relação entre o Homem e a Natureza na zona das linhas de água abrangidas pelo Projeto, ou seja, sobre o ambiente, sobre a vivência Humana nas áreas influenciadas por estas, sobre a geologia local e análise geográfica.

Para além das medidas de carácter geral, são de destacar as seguintes medidas incluídas no EIA:

12.1/ FASE DE CONSTRUÇÃO

- As obras a realizar nos vários troços fluviais e na área da bacia de amortecimento deverão coincidir com o período de menor caudal das mesmas. Como os períodos de menor caudal são coincidentes com os períodos mais secos todas as grandes movimentações de terras desta obra deverão ser feitas no final da primavera e no verão. Dado facto de se fazer a obra inteiramente sobre as linhas de água é premente assegurar que o caudal destas seja diminuto de modo a viabilizar uma obra rápida e eficiente;

- Em todas as intervenções, independentemente da sua duração, natureza e época de ano em que são realizadas, terá de ser previsto percursos provisórios para os caudais afluentes máximos expectáveis para um período de retorno de 2 anos. Esta medida é de fácil adoção nos casos em que a obra consiste na criação de troços novos em localização diferente (mantendo-se os troços atuais com a função de desvio da zona de obra) e nas intervenções a céu aberto, mas tem igualmente de ser garantida nos casos de reconstrução de condutas enterradas *in situ* (caso dos Troços 7, 9, 11 e 14);
- Na área da bacia de Amortecimento deve assegurar-se que o escoamento continue a efetuar-se pelo leito atual da ribeira do Vale enquanto se procede à modelação do novo leito. Após a conclusão do novo leito proceder-se à então ao encaminhamento do escoamento para o mesmo e, só depois, podem iniciar-se as intervenções na área do leito atual;
- Proceder à limpeza e desobstrução das linhas de água de forma a facilitar o escoamento das mesmas e evitando obstrução, assoreamento e deterioração da qualidade da água. Este processo deverá acontecer de montante para jusante, após a finalização das obras em cada local e antes da abertura dos novos troços, sendo conveniente ser realizado fora da época das chuvas;
- O dono de obra deverá realizar a monitorização da qualidade da água a montante e a jusante dos locais de intervenção antes e depois das obras, de modo a avaliar-se o efeito das ações previstas sobre a qualidade das águas superficiais durante a obra. Entre os aspetos a monitorizar terá de constar os SST, Turvação, cor, pH, CQO e CBO5.
- Assegurar que a calendarização da execução das obras atenda à redução dos níveis de perturbação das espécies de fauna na área de influência dos locais dos trabalhos, nos períodos mais críticos, designadamente a época de reprodução, que decorre genericamente entre o início de abril e o fim de junho.
- A escolha das espécies a colocar nas zonas verdes do projeto nas regularizações das ribeiras, deverá, ao máximo, serem as mesmas que as autóctones ripícolas encontradas na área de estudo, nomeadamente, *Populus nigra*; *Prunus spinosa*; *Rosa sempervirens*; e *Salix cf. salviifolia subsp. salviifolia* e no que respeita à zona verde não ripícola da bacia de amortecimento, deverão ser colocadas autóctones climatófilas também encontradas na área de estudo, nomeadamente: *Arbutus unedo*; *Pistacia lentiscus*; *Quercus faginea*; *Quercus coccifera*; e *Brachypodium phoenicoides*. Outras espécies a serem equacionadas para introdução, deverão fundamentar-se em estudos que deem essas espécies como naturalmente potenciais para a área de estudo/ecologia em causa.
- Garantir que as operações mais ruidosas que se efetuem na proximidade de habitações se restringem ao período diurno e nos dias úteis, de acordo com a legislação em vigor;
- Acompanhamento integral e contínuo da obra, por arqueólogo, com efeito preventivo em relação à afetação de vestígios arqueológicos incógnitos. Este acompanhamento consiste na observação, por arqueólogo, das operações de remoção e revolvimento de solo (desmatação e decapagens superficiais em ações de preparação ou regularização do terreno) e de escavação no solo e subsolo. Os achados móveis colhidos no decurso da obra deverão ser colocados em depósito credenciado pelo organismo de tutela do património cultural.

12.2/ FASE DE EXPLORAÇÃO

- Garantir a conservação, limpeza e desobstrução de todo o percurso a céu aberto e enterrado de cada uma das três ribeiras nos troços alvo de intervenção, de modo a assegurar a plena funcionalidade em situação de cheia, procedendo, para o efeito, a vistorias periódicas e limpeza subsequente pelo menos uma vez em cada dois anos, antes do início da estação húmida (setembro);
- Todos os anos, antes do final do mês de setembro deve ser efetuada uma limpeza do solo na área da bacia de amortecimento (detritos de diversa natureza), repetindo-se o procedimento sempre que ocorram alagamentos nesta área.
- Deverá haver um controlo de expansão das exóticas invasoras para toda a área de projeto e sua envolvente.

13/ MONITORIZAÇÃO

Entende-se que carecem de **plano de monitorização** as situações cujos efeitos sejam negativos e potencialmente significativos para o meio ambiente, que necessitem de verificação posterior da sua magnitude, em função da qual se possam vir a adotar medidas de mitigação ajustadas.

No presente caso, em função da avaliação realizada nos diversos descritores ambientais, propõe-se plano de monitorização do **ambiente sonoro**.

14/ CONCLUSÕES

O projeto alvo de avaliação no presente EIA, reveste-se de uma importância vital para o concelho de Pombal, já que torna-se urgente tomar medidas de forma a minimizar os efeitos das cheias nas mesmas, já que o frequente galgamento das margens e a entrada em pressão dos troços cobertos tem feito com que as cheias, consequência da ocorrência de precipitações mais significativas, atinjam não só os principais acessos de Pombal como, também, inuntem inúmeras habitações e estabelecimentos comerciais.

Do conjunto de intervenções preconizadas para minimizar o risco de cheias, salienta-se a criação da de uma bacia de amortecimento de caudais na ribeira do Vale, a montante da zona urbana.

A construção dessa bacia de amortecimento permitiria reduzir as dimensões das secções a implementar nos troços a jusante que atravessam a cidade e que serão igualmente alvo de regularizações.

Do ponto de vista da geomorfologia salientam-se alguns impactes negativos e significativos óbvios, decorrentes da alteração da topografia para a criação da bacia de amortecimento. Contudo, a jusante, a regularização de margens de ribeira do Outeiro das Galegas e criação de mota na proteção da margem esquerda da ribeira do Vale, irão traduzir-se em impactes positivos significativos para este descritor.

Ao nível dos recursos hídricos, a fase de construção acarretará um conjunto de impactes negativos inerentes às obras especialmente dos troços cobertos. As melhorias no controlo de cheias e inundações na área urbana de Pombal serão obviamente os principais efeitos positivos e muito significativos decorrentes da implementação do projeto.

Da análise efetuada no presente EIA conclui-se que o projeto de Defesa Contra Cheias em Pombal suscita alguns cuidados ao nível da fauna e habitats. Na fase de construção a desmatação do coberto vegetal implicará a afetação de alguns habitats naturais, mas de forma marginal, associando impactes de reduzida magnitude e significado, e em particular à flora, não se prevê afetação significativa de espécies com elevado valor conservacionista.

Em relação à fauna, poderá ocorrer mortalidade de animais de alguns grupos, particularmente vertebrados terrestres com mobilidade mais reduzida, como anfíbios e répteis. Para a ictiofauna, após os naturais impactes negativos sem grande significância durante a fase de construção, haverá uma melhoria das condições das linhas de água que traduzirão em impactes positivos e significativos neste grupo faunístico. Importa salientar que o projeto poderá ter impactes positivos para a fauna terrestre devido às previstas ações de revestimento herbáceo e arbustivo, bem como a plantação de árvores com recurso à engenharia natural.

Relativamente ao impacto no ambiente sonoro na fase de construção, apesar da ausência de limite de exposição legal enquanto atividade ruidosa temporária, prospetava-se a ultrapassagem do limite de referência não vinculativo de $L_d \leq 65$ dB(A), contudo os eventos mais ruidosos serão concentrados no espaço e tempo.

Ao nível da Socioeconomia salienta-se um conjunto de impactes negativos durante a fase de construção, já que os desvios de trânsito, a diminuição de lugares de estacionamento, a afetação de habitantes, comércio, escolas e área hospitalar, irão provocar incómodos significativos, que contudo poderão ser minimizáveis. As populações, após o término das intervenções, irão poder usufruir de uma nova área de lazer (Parque urbano) e irão naturalmente beneficiar com o decréscimo dos condicionalismos a que estavam sujeitos devido às recorrentes inundações. Estes impactes positivos interligam-se com o bem-estar das populações e refletem-se ao nível da saúde humana.

De referir, em relação a aspetos de ordenamento do território, não foram identificadas quaisquer inconformidades com os instrumentos de gestão territorial analisados. Salienta-se o impacto positivo da intervenção no âmbito do Plano de Gestão de Riscos de Inundações da Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4).

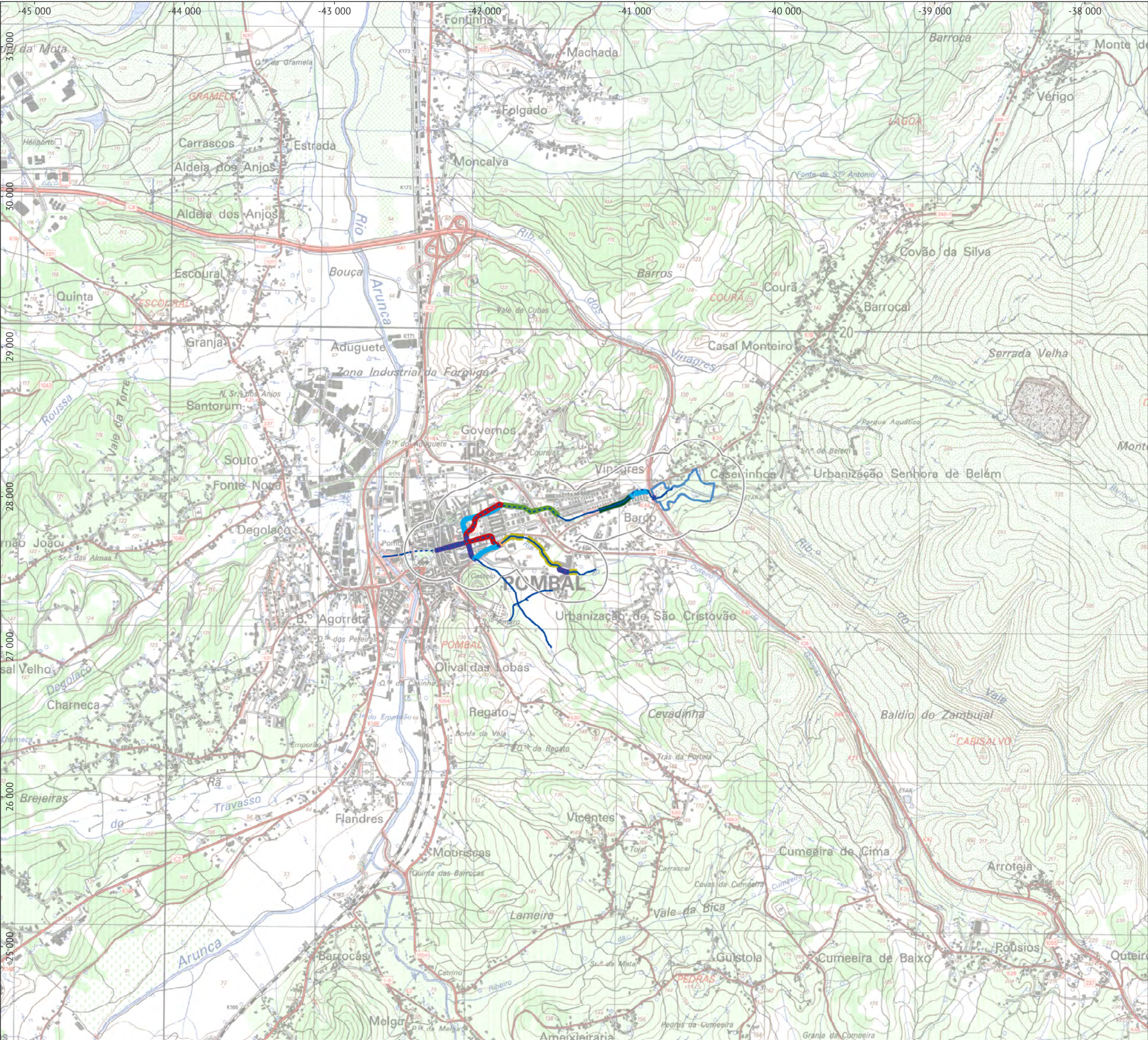
No que concerne ao património cultural salienta-se a necessidade de desmonte e retirada do local original da ponte da Pedrinha, que implicará um impacto negativo muito significativo na fase de construção, contudo a sua reposição irá permitir a sua restituição ao público, retirando-a da atual situação de ocultamento sob nível de pavimento no interior da cidade.

Do ponto de vista paisagístico a presença do novo parque urbano valorizará a área que atualmente se encontra com baixo valor visual. A defesa da área urbana de Pombal e seus acessos, face a inundações traduz-se no principal impacto positivo associado a este descritor.

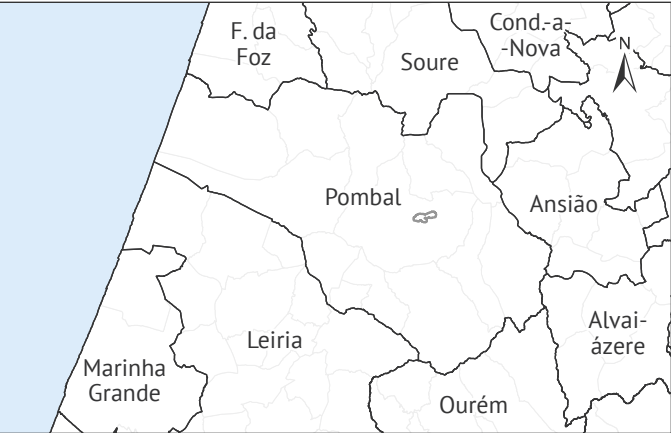
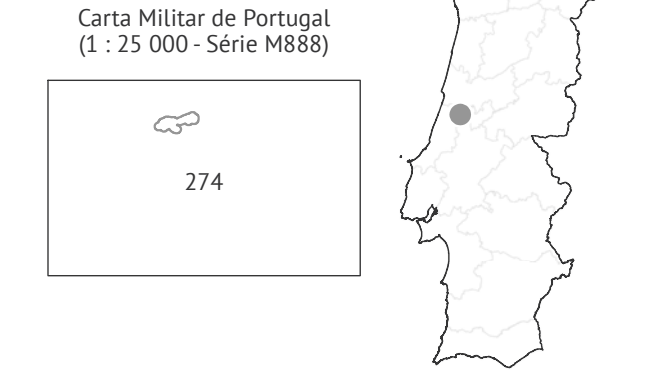
Complementando e reforçando as disposições previstas pelo projeto, o EIA propõe um vasto conjunto de medidas de mitigação para além das anteriormente referidas, desde a fase que antecede a obra até à fase de exploração, que permitem evitar ou minimizar impactes negativos.

ANEXO 1

Enquadramento geral



Enquadramento geográfico



Legenda

Área de estudo (buffer de 200 m da bacia e intervenções)

Bacia de amortecimento

Ribeiras:

troços a céu aberto

troços cobertos

Intervenções nas ribeiras:

mota de protecção na margem esquerda

troço coberto existente com reabilitação de superfícies

troço a céu aberto com regularização de margens

criação de uma nova travessia

troço coberto a desactivar com tamponamento

troço coberto novo em substituição de existente

troço coberto novo

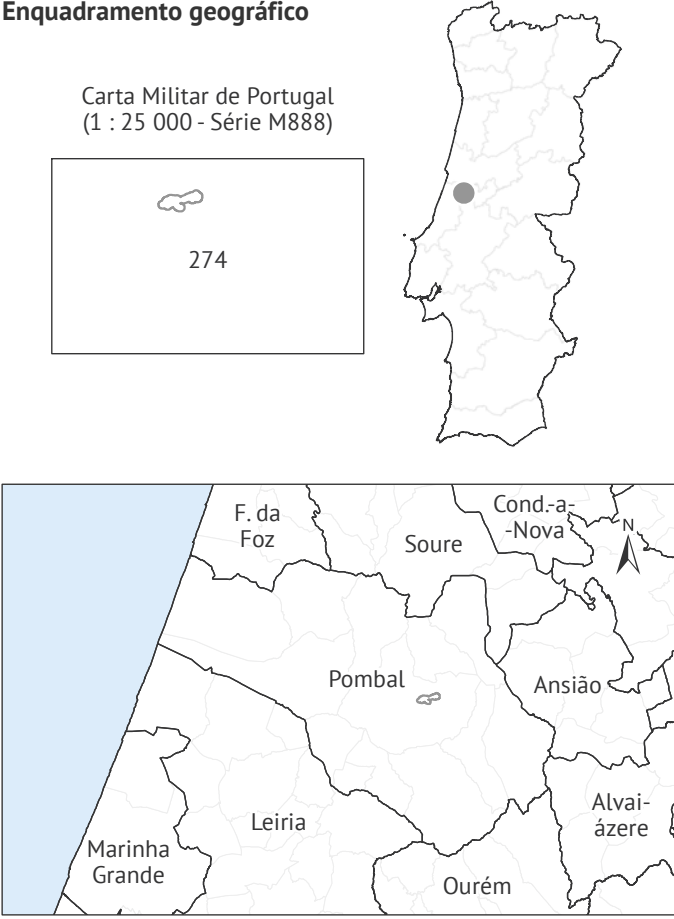
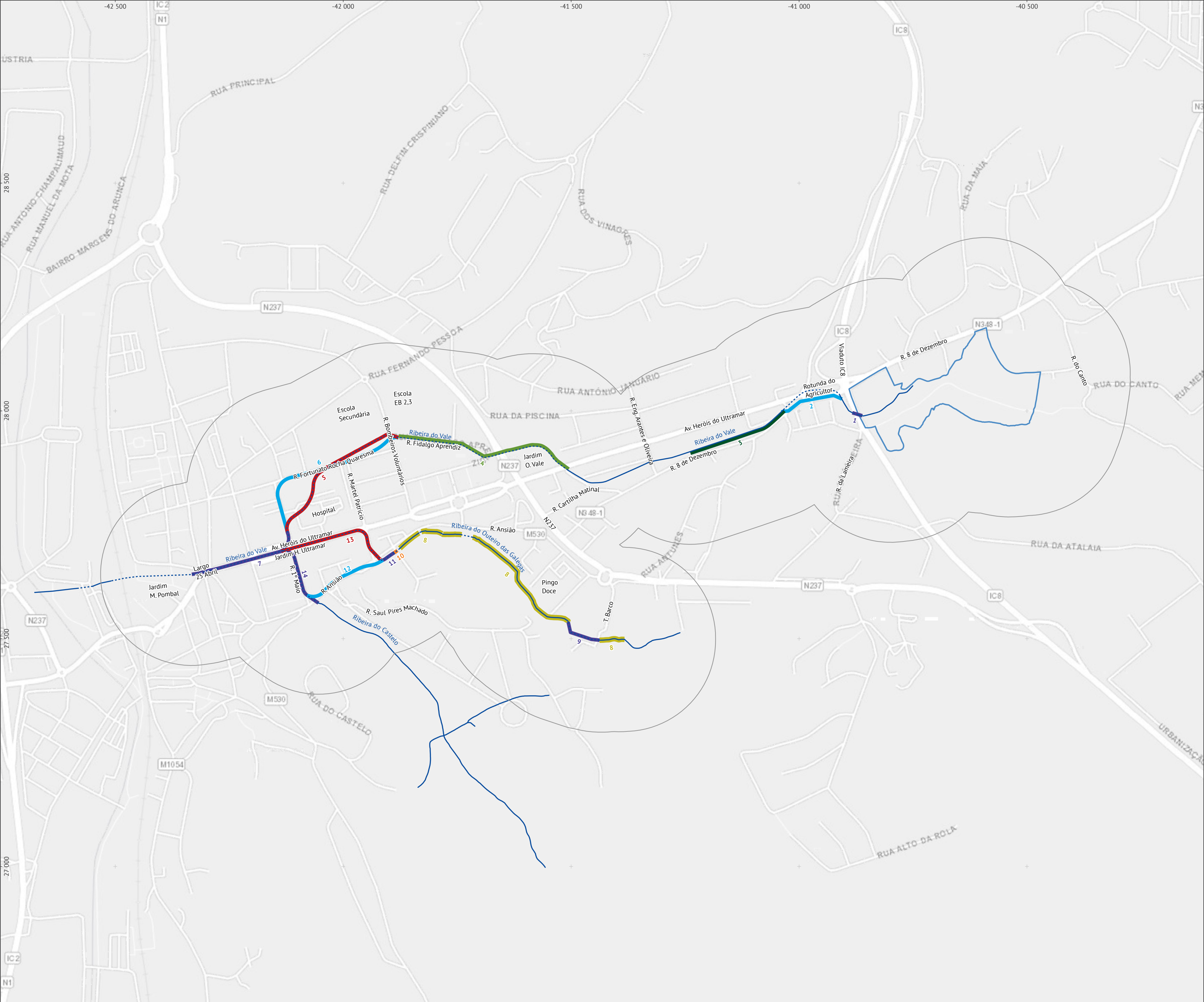
Base: extrato da Carta Militar de Portugal 1 : 25 000. Continente, série M888. Folhas 566, 567, 574, 575, 2ª edição. Instituto Geográfico do Exército.

Ficha técnica

ADITAMENTO AO ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DEFESA CONTRA CHEIAS EM POMBAL		
Referência: Desenho 1.2 - Localização do projeto		
Data: Jul. 2023	Sistema de referência: ETRS89 PT-TM06	Escala: 1 : 25 000

Elaborado por: Promotor:





- Legenda**
- Área de estudo (*buffer* de 200 m da bacia e intervenções)
 - Bacia de amortecimento
 - Ribeiras:
 - trços a céu aberto
 - trços cobertos
 - Intervenções nas ribeiras:
 - mota de protecção na margem esquerda
 - trço coberto existente com reabilitação de superfícies
 - trço a céu aberto com regularização de margens
 - criação de uma nova travessia
 - trço coberto a desactivar com tamponamento
 - trço coberto novo em substituição de existente
 - trço coberto novo
- Service Layer Credits: Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

Ficha técnica

ADITAMENTO AO ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DEFESA CONTRA CHEIAS EM POMBAL		
Referência: Desenho 2.2.1 - Enquadramento geral		
Data: Jul. 2023	Sistema de referência: ETRS89 PT-TM06	Escala: 1 : 5 500

Elaborado por: Promotor: