

# **ANÁLISE COMPARATIVA DE SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO NAS MARGENS DO RIO TINTO (GONDOMAR)**

**JOANA SOFIA DA SILVA CORREIA**

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE – RAMO DE GESTÃO**

---

Orientador na FEUP: Professor Fernando Francisco Machado Veloso Gomes

Coorientador: Dr.<sup>a</sup> Iva Carla Vieira Rodrigues Ferreira

JULHO DE 2012

## MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2011/2012

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente-2011/2012 - Departamento de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

A meus pais e irmão

*Visão sem ação não alcança nada, ação sem visão é passar o tempo, visão com ação pode mudar o mundo.*

*Nelson Mandela*



## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, professor Veloso Gomes, uma palavra de penhorada gratidão, pela sua imensa disponibilidade e atitude compreensiva.

À Dr.<sup>a</sup> Iva Ferreira, minha orientadora na Câmara Municipal de Gondomar, competente e exigente, a quem agradeço as palavras amigas e os conhecimentos que me transmitiu.

Ao Sr.<sup>o</sup> Vereador Castro Neves, sempre simpático e solícito, que nunca deixou de dizer sim a cada pedido por mim formulado.

Às monitoras de educação ambiental, Lassaete Cristóvão e Ana Carvalho, pelo companheirismo e apoio que sempre manifestaram.

Ao professor Cheng Chia-Yau e à Ariana Pintor, um especial agradecimento pela responsabilidade e ajuda nas análises à qualidade da água.

Ao Dr.<sup>o</sup> Paulo Castro, desenhador na Câmara Municipal de Gondomar pela boa vontade e brevidade na partilha dos documentos solicitados.

À Dona Alice, que em tão pouco tempo me cativou pela sua alegria, simpatia e amizade.

À Diana Lopes, pelo tempo que perdeu para me ajudar e pelos tempos que passamos a nos divertirmos.

Aos meus amigos e amigas, que sendo companheiros desta caminhada também o são pela amizade recíproca que sempre demonstraram.

E por fim, como sempre e para sempre...

Aos meus pais, a quem tudo devo, inexcedíveis no amor e na compreensão nos momentos difíceis e a âncora que não me deixou perder o rumo.

Ao Tiago, que muito mais que um irmão meigo e doce, tem sido sempre o meu melhor amigo.

Ao Luís, pelo amor que me tem dado e pela cumplicidade a cada tempo, a cada momento e a cada instante.

E a todos aqueles que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui.



## RESUMO

Desde sempre assistimos ao crescimento de grandes cidades nas proximidades de grandes rios. Este constitui um mero exemplo da importância destes para o desenvolvimento das civilizações.

No entanto foi o facto de o rio ser olhado como uma fonte de rendimento para as populações que levou a que a sua exploração nem sempre teve em conta considerações ambientais, provocando por isso impactos negativos no sistema fluvial.

Sendo este um percurso insustentável e encontrando-se o país a atravessar um contexto de crise em que se torna imperativo fazer o mais possível com o menor custo associado, hoje em dia, já se reconhece a importância dos recursos hídricos e como tal a sua necessidade de os proteger, conservar e, nomeadamente reabilitar.

É neste âmbito que surgem os processos de reabilitação fluvial visando a obtenção de um bom estado da massa de água, cumprindo as regulamentações comunitárias da Diretiva Quadro de Água bem como o quadro legal nacional em vigor.

O rio Tinto, enquanto massa de água classificada como em mau estado no Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro, constituiu assim um exemplo de uma massa de água que necessita de ser intervencionada para melhorar o seu estado e restituir uma série de funções que outrora já apresentou.

Para isso, desenvolveu-se, no âmbito desta dissertação, um projeto de reabilitação do troço de rio Tinto referente ao concelho de Gondomar, elaborando para isso uma proposta de metodologia de reabilitação fluvial, para um horizonte de projeto de cerca de 20 anos.

No curto espaço de tempo de desenvolvimento desta dissertação, da aplicação das etapas possíveis salienta-se: a caracterização da qualidade da água que através da sua análise demonstrou uma evolução positiva; as soluções consideradas mais apropriadas face ao maior número de troços que podem atuar são os instrumentos de planeamento, educação ambiental, modelação de solos, restauração da sinuosidade e sementeira e hidrosementeira; e o envolvimento num mecanismo de participação pública – Projeto Rios – como sendo um meio de grande importância na promoção da valorização da importância do rio Tinto para as crianças e educadores presentes nas escolas deste município.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reabilitação, sistema fluvial, rio Tinto, metodologia de reabilitação, Diretiva Quadro da Água.



## **ABSTRACT**

Has always we watched the growth of major cities near large rivers. This is one simple example of the importance of these rivers to the development of civilizations.

However, it was the fact that the river is being looked as a source of income for the populations that led to its exploration not always entering into consideration with environmental concerns, therefore causing negative impacts in the fluvial system.

Being this an unsustainable path and being the country experiencing a crisis context in which it becomes imperative to do as much as possible with the lowest associated cost, nowadays, it has been recognized the importance of water resources and therefore its need to protect, preserve and particularly rehabilitate.

It is within this framework that arise the processes of river rehabilitation seeking to obtain a good condition of the water body, fulfilling the community regulations of the Water Framework as well as the national legal framework in effect.

The “Tinto” river, as a mass of water classified as in poor condition in the “Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro”, is an example of a mass of water that needs to be operated in order to improve its condition and restore a variety of functions that once already presented.

For that, it was developed, in the context of this dissertation, a rehabilitation project of a portion of the “Tinto” river referring to the county of Gondomar, preparing for it a proposal of methodology for river rehabilitation, for a horizon of project of about 20 years.

In the short time of development of this dissertation, of the application of the possible stages, it is noted: characterizing the quality of the water that, through the analysis of the water quality of the “Tinto” river has shown a positive evolution; the solutions considered most appropriate given the heightened number of sections that can act are the tools of planning, environmental education, modeling of soils, restoration of sinuosity and seeding and hydroseeding; and the involvement in a mechanism for public participation – Projeto Rios – as being a way of major importance in the promotion of the appreciation of the importance of the “Tinto” river for children and teachers of this municipal district.

**KEYWORDS:** Rehabilitation, river system, “Tinto” river, method of rehabilitation, Water Framework.



## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO.....	iii
ABSTRACT .....	v
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 ENQUADRAMENTO .....	4
1.2 OBJETIVOS DA TESE.....	6
1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	7
<b>2 REABILITAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS.....</b>	<b>9</b>
2.1 SISTEMA FLUVIAL.....	10
2.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES .....	15
2.3 POTENCIALIDADES DA REABILITAÇÃO.....	17
2.4 OBJETIVOS DA REABILITAÇÃO.....	17
2.5 PRINCÍPIOS DE REABILITAÇÃO.....	18
<b>3 METODOLOGIA PARA A REALIZAÇÃO DE UM PROJETO DE REABILITAÇÃO DE UM SISTEMA FLUVIAL .....</b>	<b>21</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL .....	25
3.2 LEVANTAMENTO DE ANTECEDENTES EM TERMOS DE INTERVENÇÃO .....	27
3.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS .....	27
3.4 ESTUDO DE SOLUÇÕES.....	28
3.5 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS E CENÁRIOS .....	30
3.5.1 CRITÉRIOS DE PRIORIDADE .....	31
3.5.2 CRITÉRIOS PARA PRIORIZAR INTERVENÇÕES .....	33
3.6 ELABORAÇÃO DO PROJETO .....	34
3.7 FINANCIAMENTO E INSTITUIÇÕES CHAVE.....	36
3.8 IMPLEMENTAÇÃO.....	38
3.9 MONITORIZAÇÃO E MANUTENÇÃO.....	39
3.10 PARTICIPAÇÃO PÚBLICA .....	41
3.11 CONSIDERAÇÕES.....	43
<b>4 IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA .....</b>	<b>45</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL .....	45

4.1.1 RECONHECIMENTO DA ÁREA EM ESTUDO .....	45
4.1.2 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E SOCIOECONÓMICO .....	48
4.1.3 INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL .....	51
4.1.4 HIDROLOGIA .....	52
4.1.5 PROCESSOS FLUVIAIS .....	53
4.1.6 QUALIDADE DA ÁGUA E DOS SEDIMENTOS .....	54
4.1.7 INTEGRIDADE ECOLÓGICA DO SISTEMA RIBEIRINHO .....	57
4.1.8 PATRIMÓNIO EDIFICADO E SOCIOCULTURAL .....	57
<b>4.2 LEVANTAMENTO DE ANTECEDENTES EM TERMOS DE INTERVENÇÕES .....</b>	<b>60</b>
<b>4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS .....</b>	<b>62</b>
<b>4.4 ESTUDO DE SOLUÇÕES .....</b>	<b>63</b>
<b>4.5 PARTICIPAÇÃO PÚBLICA .....</b>	<b>78</b>
<b>5 SÍNTESE, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....</b>	<b>83</b>
<b>HOJE EM DIA, EXISTE UMA CRESCENTE CONSCIENCIALIZAÇÃO DE QUE OS RIOS TÊM DE SER PROTEGIDOS, PRESERVADOS E “RACIONALIZADOS” PARA QUE TODOS, DE UMA FORMA SUSTENTADA, POSSAM TIRAR PARTIDO DO MESMO SEM COMPROMETER O SEU ESTADO E VISANDO SEMPRE MELHORAR O MESMO. ....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>I</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>II</b>
<b>ANEXO C .....</b>	<b>XV</b>
<b>ANEXO D .....</b>	<b>XXII</b>
<b>ANEXO E .....</b>	<b>XXIII</b>
<b>ANEXO F .....</b>	<b>XLVIII</b>
<b>ANEXO G .....</b>	<b>LII</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Utilizações possíveis e impactos ao longo de uma linha de água (Coelho 2009).	2
Figura 1.2 – Classificação das massas de água no PGRH (ARH Norte 2011).	4
Figura 1.3 – Estragos provocados pelas cheias de 2009 (Movimento em Defesa do Rio Tinto 2012).	5
Figura 1.4 – Notícia sobre a recuperação do rio Tinto (Porto24 2012).	6
Figura 1.5 – Caminhadas em defesa do rio Tinto organizados pelo grupo cívico Movimento em Defesa do Rio Tinto (Movimento em Defesa do Rio Tinto 2012).	6
Figura 2.1 – Bacia hidrográfica (Dutra 2007).	9
Figura 2.2 – Percurso do rio desde a cabeceira até à foz (Jesus 2010).	10
Figura 2.3 – Sistema quadrimensional dos cursos de água (FISRWG, 1998).	11
Figura 2.4 – Escala espacial de um sistema ribeirinho (Almeida <i>et al</i> 2009).	11
Figura 2.5 – Vista tridimensional de um ecossistema ripícola, incluindo elementos de paisagem superficiais e sub-superfícies (Almeida <i>et al</i> 2009).	13
Figura 2.6 – Três zonas típicas de vegetação ripícola (FISRWG 1998).	13
Figura 2.7 – Relação entre o percurso do curso de água e a sua estrutura e funcionalidade (FISRWG 1998).	14
Figura 2.8 – Esquema representativo da evolução de um sistema fluvial pristino para um sistema fluvial objetivo.	16
Figura 3.1 – Metodologia para a realização de um projeto de reabilitação de um sistema fluvial.	23
Figura 3.2 – Analogia feita a um processo de cura face a um projeto de reabilitação.	24
Figura 3.3 – Evolução real e ideal de um projeto de reabilitação.	25
Figura 3.4 – Caracterização de um sistema fluvial.	27
Figura 3.5 – Levantamento de antecedentes em termos de intervenção.	27
Figura 3.6 – Vetores da priorização de problemas.	28
Figura 3.7 – Identificação dos principais problemas.	28
Figura 3.8 – Estudo de soluções.	30
Figura 3.9 – Fatores cruciais para a capacidade de resiliência do ecossistema fluvial (Almeida <i>et al</i> 2009).	33
Figura 3.10 – Definição de objetivos e cenários.	34
Figura 3.11 – Elaboração do projeto.	36
Figura 3.12 – Financiamento e instituições chave.	38
Figura 3.13 – Implementação.	39
Figura 3.14 – Monitorização e manutenção.	41
Figura 3.15 – Participação pública.	43
Figura 4.1 – Troço em estudo do rio Tinto, pertencente ao concelho de Gondomar (Google Earth, 29/6/2011).	47
Figura 4.2 – Traçado do rio Tinto abrangendo os 4 municípios (Valongo, Maia, Gondomar e Porto) (AMP2010).	48
Figura 4.3 – Evolução das alterações do solo (Google Earth).	50
Figura 4.4 – Evolução das alterações do solo face à implementação do metro (Google Earth).	51
Figura 4.5 – Evolução das alterações do solo face à implementação do metro e outras dinâmicas de utilizações do solo (Google Earth).	51
Figura 4.6 – Problemas de assoreamento e erosão, datando-se de 13 de fevereiro de 2012.	54
Figura 4.7 – Pontos de Amostragem (Google Earth).	56
Figura 4.8 – Brasão da cidade de Rio Tinto (Wikipédia 2012).	58
Figura 4.9 – Moinho de água na Rua dos Moinhos.	58
Figura 4.10 – Moinho da Vitória.	59
Figura 4.11 – Moinhos da Levada.	59

Figura 4.12 – Agressões ambientais ao rio Tinto.....	62
Figura 4.13 – Problemas pontuais de erosão hídrica das margens.....	67
Figura 4.14 – Erosão do talude.....	69
Figura 4.15 – Zonas mais vulneráveis a cheias.....	69
Figura 4.16 – Troços com possíveis focos de poluição.....	71
Figura 4.17 – Troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço.....	72
Figura 4.18 – Troços com problemas de assoreamento.....	73
Figura 4.19 – Troços com património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, em risco de degradação ou destruição.....	74
Figura 4.20 – Troços que se encontram altamente modificados (na imagem da esquerda o rio é entubado e na imagem da direita o rio encontra-se canalizado).....	75
Figura 4.21 – Localização dos troços em estudo da escola básica de São Caetano 2 e escola básica da Boavista (Google Earth).....	79
Figura 4.22 – Imagens da saída de campo realizada na escola básica da Boavista.....	79
Figura 4.23 – Imagens da saída de campo realizada na escola básica de São Caetano 2.....	80
Figura 4.24 – Ficha do Projeto Rios para identificação da qualidade da água.....	80
Figura 4.25 – Festa de fim de ano letivo na escola básica de São Caetano 1.....	81
Figura B.1 – Hidrograma retratando a influência da urbanização (Pacheco 2008).....	v
Figura B.2 – Tamanho das partículas em função da velocidade (Neves 2004).....	vi
Figura B.3 – Visão longitudinal sobre um curso de água (Pacheco 2008).....	vii
Figura B.4 – Distribuição de velocidades num meandro (Pacheco 2008).....	viii
Figura B.5 – Os cinco grupos de fatores que influenciam a integridade ecológica (Ferreira 2001).....	xii
Figura C.1 – Pontos de amostragem.....	xv
Figura C.2 – Temperatura ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.....	xvi
Figura C.3 – pH ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.....	xvi
Figura C.4 – Condutividade ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.....	xvii
Figura C.5 – Oxigénio dissolvido ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005, 2010 e 2012.....	xviii
Figura C.6 – Sólidos suspensos totais dissolvido ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.....	xix
Figura C.7 – CQO ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2010 e 2012.....	xx
Figura C.8 – CBO <sub>5</sub> ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.....	xx
Figura C.9 – Sedimentos no ponto 1 (figura da esquerda).....	xxi
Figura C.10 – Sedimentos no ponto 2 (figura do meio).....	xxi
Figura C.11 – Sedimentos no ponto 3 (figura da direita).....	xxi
Figura C.12 – Sedimentos no ponto 4 (figura da esquerda).....	xxi
Figura C.13 – Sedimentos no ponto 5 (figura da direita).....	xxi
Figura E.1 – Verificação da estabilidade das margens (Cortes 2003).....	xxiv
Figura E.2 – Plano longitudinal e cortes transversais de canais de secção composta (Vieira 1998).....	xxv
Figura E.3 – Exemplos da colocação de defletores de asa: a) em séries opostas; b) individualmente; c) em séries alternadas (Cortes 2003).....	xxviii
Figura E.4 – Localização das possíveis bacias de retenção (imagem de cima zona industrial e imagem de baixo zona das perlinhas) (Google Earth).....	xxxii
Figura E.5 – Hidrograma de cheia.....	xxxii
Figura E.6 – Exemplo ilustrativo da secção transversal do quilómetro 7900 e respetivas áreas inundáveis atualmente disponíveis (a azul) e áreas de escavação (a vermelho), representadas com recurso ao software AutoCAD.....	xxxiii
Figura E.7 – Esquemática do cálculo do volume.....	xxxiii
Figura E.8 – Esquemática do hidrograma antes da bacia de retenção (esquerda) e com a bacia de retenção (direita).....	xxxiv

Figura E.9 – Esquema da localização da bacia de retenção e outros elementos relevantes.....	xxxiv
Figura E.10 – Esquema representativo dos gabiões caixa (M. Lemos 2008).....	xxxvi
Figura E.11 – Canal fluvial revestido com colchão reno (M. Lemos 2008).....	xxxvii
Figura E.12 – Imagem representativa de um gabião caixa vivo (Pacheco 2008). ....	xxxviii
Figura E.13 – Vista esquemática da aplicação de faxinas na base da margem junto à linha de água e corte longitudinal da aplicação da faxina na base da margem (M. Lemos 2008). ....	xxxviii
Figura E.14 – Desenho em que se ilustra um corte transversal e uma simples planta geral, do sistema de empacotamento (M. Lemos 2008). ....	xxxix
Figura E.15 – Vista lateral de um <i>cribwall</i> com vegetação (FISRWG 1998).....	xl



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Exemplo de funções de um sistema fluvial (Tovar 1997), (Patacho 2007) e (Teiga 2011). .....	12
Tabela 2.2 – Conceitos aplicados a diferentes intervenções no sistema fluvial. (Teiga 2011) e (Almeida <i>et al</i> 2009). .....	15
Tabela 3.1 – Hierarquia de intervenções. ....	32
Tabela 4.1 – Densidade populacional por local de residência, para o ano de 2010. ....	49
Tabela 4.2 – Evolução dos edifícios e alojamentos no concelho de Gondomar. ....	49
Tabela 4.3 – Beneficiários do rendimento social de inserção, da segurança social por 1000 habitantes em idade ativa, para o ano de 2010. ....	49
Tabela 4.4 – Caudais de ponta (em m <sup>3</sup> /s) para diferentes períodos de retorno (2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos) relativos aos diferentes trabalhos em estudo. ....	53
Tabela 4.5 – Medidas estruturais e estruturantes para o problema da erosão hídrica. ....	68
Tabela 4.6 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para o controlo de cheias. ....	70
Tabela 4.7 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para os troços com focos de poluição. ....	71
Tabela 4.8 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço. ....	73
Tabela 4.9 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços com problemas de assoreamento. ....	74
Tabela 4.10 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços com património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, em risco de degradação ou destruição. ....	75
Tabela 4.11 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços que se encontram altamente modificados. ....	76
Tabela 4.12 – Tabela resumo das soluções em função da tipologia de troços. ....	77
Tabela A.1 – Funções ecológicas dos corredores ecológicos (CHS 2008). ....	i
Tabela B.1 – Valores do coeficiente de rugosidade de Manning para diferentes tipos de leito (Tánago e Jalón 1998). ....	vii
Tabela B.2 – Graus de ajuste do rio e equações para sua previsão. Sendo U a velocidade média, d a profundidade média, S a inclinação do leito, W a profundidade, dm a profundidade máxima da água, l o comprimento de onda das formas do leito, A a amplitude das formas do leito, p a sinuosidade, z o comprimento do arco do meandro, Q o caudal, Q <sub>s</sub> o caudal sólido, D, D <sub>r</sub> e D <sub>l</sub> o diâmetro característico dos sedimentos do leito, margem direita e margem esquerda, respetivamente e, por fim, S <sub>v</sub> a inclinação do vale (Tánago e Jalón 1998). ....	ix
Tabela B.3 – Classificação proposta pelo INAG (SNIRH 2000). ....	xi
Tabela B.4 – Sumário de tipos de atividades humanas e os seus principais impactos sobre o corredor fluvial e o canal (Ferreira 2001). ....	xiii
Tabela D.1 – Vantagens e desvantagens de utilizar material vegetal ou material inerte (Sousa 2005). .....	xxii
Tabela F.1 – Custos aproximados das medidas estruturais. ....	xlviii
Tabela F.2 – Custos aproximados das medidas estruturantes. ....	li



## SIMBOLOGIA E NOTAÇÕES

‰ – Percentil

A – Amplitude das formas do leito

AIA – Avaliação de Impacte Ambiental

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ARH – Administração da Região Hidrográfica

BE – Macroinvertebrados e diatomácias bênticas

CBO<sub>5</sub> – Carência Bioquímica de Oxigénio a 5 dias

CCDR – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CCP – Código dos Contratos Públicos

CQO – Carência Química de Oxigénio

D – Diâmetro característico dos sedimentos do leito

d – Profundidade média

DI – Diâmetro característico dos sedimentos da margem esquerda

d<sub>m</sub> – Profundidade máxima da água

DPH – Domínio Público Hídrico

DQA – Diretiva Quadro da Água

D<sub>r</sub> – Diâmetro característico dos sedimentos da margem direita

ETAR – Estação de Tratamento de Água

GNR – Guarda Nacional Republicana

INAG – Instituto da Água

INE – Instituto Nacional de Estatística

l – Comprimento de onda das formas do leito

LIPOR – Serviço Inter municipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto

n – Coeficiente de rugosidade de Manning

N.º/km<sup>2</sup> - Número por quilómetro quadrado

NH<sub>4</sub> – Amónia

NO<sub>2</sub> – Nitrito

NO<sub>3</sub> – Nitrato

ONU – Organização das Nações Unidas

p – Sinuosidade

PDM – Plano Diretor Municipal

PEAASAR – Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Águas Residuais

PEGA – Planos Específicos de Gestão das Águas

PGRH – Plano de Gestão da Região Hidrográfica

PI – Peixes

PL – Plantas aquáticas e galeria ribeirinha

PMOT - Planos Municipais de Ordenamento do Território

PNA – Plano Nacional da Água

PO<sub>4</sub> – Fósforo

POAAP - Plano de Ordenamento de Albufeiras e Águas Públicas

POE - Plano de Ordenamento dos Estuários

POOC - Plano de Ordenamento Orla Costeira

PP – Plano de Pormenor

PU – Plano de Urbanização

Q – Caudal

Q<sub>s</sub> – Caudal sólido

RAN – Reserva Agrícola Nacional

REN – Reserva Ecológica Nacional

RH3 – Região Hidrográfica do Douro

S – Inclinação do leito

SEPNA – Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente

SIC – Sítio de Importância Comunitária

SST – Sólidos Suspensos Totais

S<sub>v</sub> – Inclinação do vale

T – Período de Retorno

U – Velocidade média

W – Profundidade

z – Comprimento do arco do meandro

ZPE – Zona de Proteção Especial

$\tau$  – Tensão de arraste





# 1 INTRODUÇÃO

Como diria Leonardo da Vinci, a água é um dom divino da Natureza e como tal é indispensável a todas as atividades humanas, sendo um instrumento de progresso, um fator de desenvolvimento e um agente modelador de civilizações e de culturas (INAG 2001).

Assim, durante toda a história humana, sempre existiu uma ligação entre o rio e o homem, uma vez que este último sempre recorreu ao rio como uma fonte de recursos, na medida em que extraía água, aproveitava-se dos solos férteis e temperaturas mais amenas.

Ademais da importância para os seres humanos, a zona ribeirinha favorece também o estabelecimento de comunidades animais e comunidades vegetais, constituindo ecossistemas ricos derivados da sua diversidade biológica.

No entanto, com o desenvolvimento das primeiras indústrias e do comércio, os rios começaram a ser intensamente utilizados como meio de transporte, especialmente nos países mais desenvolvidos da Europa e Norte da América nos séculos de XVII e XIX (Tánago e Jalón 1998).

Já nesta época também se começaram a construir mecanismos de controlo do caudal para conseguir reduzir ao espaço ocupado pelo caudal fluvial deixando superfícies maiores de terra cultivável, como por exemplo as barragens. Desta forma, com o aumento e melhoria das vias de comunicação, o crescimento dos núcleos urbanos ou a criação de outras estruturas de proteção contra as cheias obrigaria ao desenho de novas canalizações, desvios do curso natural do rio, entre outros exemplos, demonstrando, assim, as grandes alterações que sofreram os rios à escala mundial (Tánago e Jalón 1998).

Começaram-se então a observar impactos nefastos nos sistemas fluviais, evidenciando assim a sua fragilidade face a contínuas agressões ao mesmo.

O resultado destas sucessivas intervenções humanas nos rios traduziu-se numa perda das funções e valores que oferecem estes sistemas fluviais, afetando negativamente o homem e a sua cultura dominante, à escala global (Tánago e Jalón 1998).

Hoje em dia, são muitas as atividades humanas que alteram as características dos sistemas fluviais, como, por exemplo, as ilustradas na Figura 1.1.

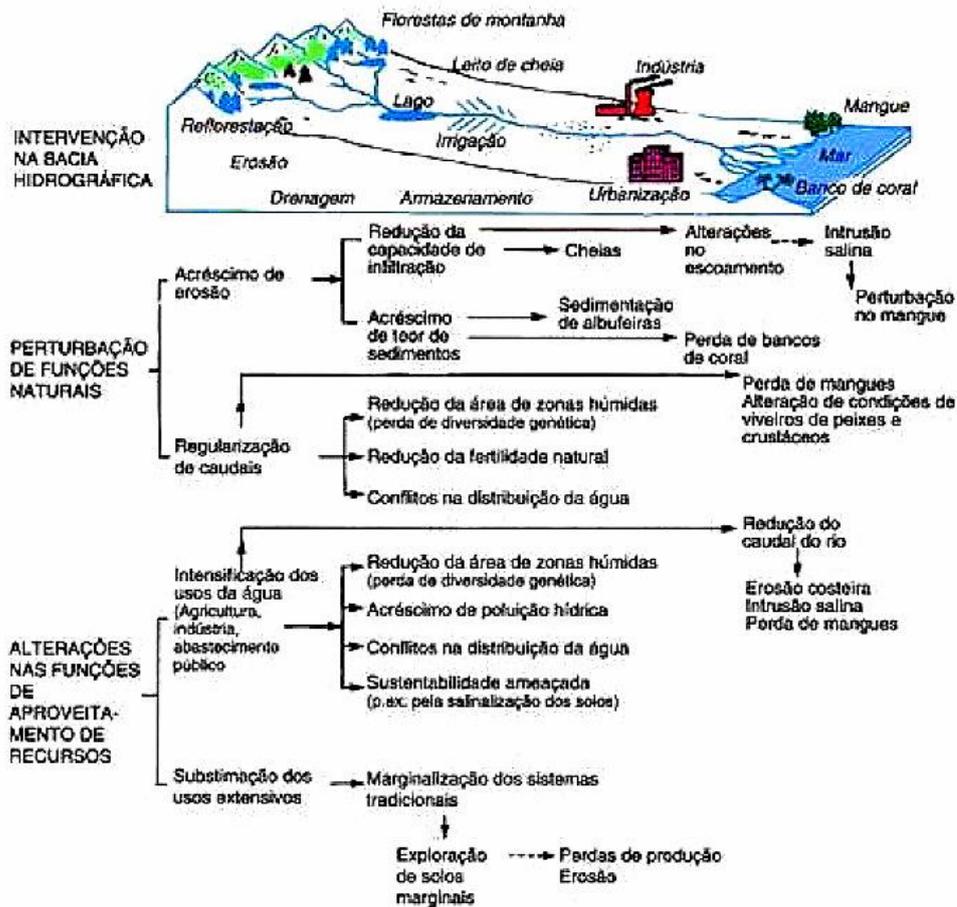


Figura 1.1 – Utilizações possíveis e impactos ao longo de uma linha de água (Coelho 2009).

Deste modo, a exploração do sistema ribeirinho deve ser adequada às potencialidades do mesmo já que uma exploração excessiva induz impactos negativos que podem ser irreversíveis. Algumas atividades humanas recorrentes, que pela sua severidade são muito suscetíveis de provocar impactos negativos e influenciar a saúde pública de forma direta ou indireta, requerem cuidados especiais na sua resolução ou minimização, por exemplo:

- Cortes desmedidos da galeria ripícola;
- Remoção e deposição de areias;
- Descargas de efluentes domésticos e industriais sem qualquer tratamento;
- Linearização e construções de edificações no leito e na margem;
- Deposição de entulhos nas margens.

No entanto, nas últimas décadas, surge a noção de que as técnicas de engenharia devem integrar aspetos ambientais uma vez que os cursos de água constituem sistemas dinâmicos e ecologicamente ricos (Vieira 1998).

De forma progressiva, as tecnologias focadas no desenvolvimento e exploração dos recursos naturais foram sendo substituídas por tecnologias mais respeitosas para com a natureza, surgindo mesmo nas últimas décadas tecnologias focadas especificamente na restauração, reabilitação, melhoria ou conservação dos recursos e espaços naturais (Tánago e Jalón 1998).

Ciente da importância da água, nas suas diversas valências, a Assembleia da Organização das Nações Unidas (ONU) proclamou o período 2005-2015 como Decénio Internacional para a ação “Água, fonte de vida”. Esta resolução estabelece como objetivo para o referido decénio o aprofundamento das questões relacionadas com a água e a execução de programas e projetos sobre a água, com o fim de ajudar a alcançar os objetivos relativos aos recursos hídricos acordados ao nível internacional e expressos na Agenda 21, Objetivos de Desenvolvimento da ONU para o Milénio e o Plano de Aplicação de Joanesburgo (Rodrigues 2009).

Ao nível Europeu, surgiu a Diretiva Quadro da Água (DQA) que traduz toda a importância de uma correta gestão dos recursos hídricos já que estabelece que até 2015 seja alcançado um bom estado das massas de água de superfície, traduzido na definição de medidas de conservação e reabilitação das redes hidrográficas e zonas ribeirinhas (Rodrigues 2009).

Assim, Portugal transpôs a DQA para a ordem jurídica nacional pela Lei nº 58/2005, de 29 de dezembro (Lei da Água) preconizando assim uma abordagem abrangente e integrada de proteção e gestão da água, tendo em vista alcançar o bom estado de todas as massas de água, nomeadamente rios e ribeiras (Coelho 2009).

Importa assim referir que o bom estado de todas as massas águas é atribuído com base no estado ecológico e no estado químico das mesmas.

O estado ecológico de uma massa de água de superfície de um dado tipo é dado principalmente pelo desvio entre as características das comunidades de organismos aquáticos (flora aquática, invertebrados bentónicos e peixes) que estão presentes em condições naturais (condições de referência) e as características dessas mesmas comunidades quando sujeitas a uma pressão (descarga de um efluente urbano, extração de areias, etc.). Para além disso, o estado ecológico é ainda caracterizado por parâmetros físico-químicos (temperatura, oxigénio dissolvido e nutrientes, entre outros), e por características hidromorfológicas (vegetação ribeirinha, caudal, profundidade do rio, etc.) (INAG 2006).

Já o estado químico depende da presença em quantidades significativas de substâncias denominadas substâncias prioritárias, tais como metais pesados, hidrocarbonetos persistentes e alguns pesticidas (INAG 2006).

Deste modo, a definição do estado de uma massa de água de superfície em função do estado ecológico passa a assumir que a água deixa de ser apenas um recurso passando a ser considerada como um elemento primordial para o suporte e funcionamento dos ecossistemas aquáticos (INAG 2006).

Para auxiliar a obtenção do bom estado de uma massa de água, o artigo 33º da Lei da Água define algumas medidas de conservação e reabilitação da rede hidrográfica e zonas ribeirinhas, encontrando-se consagrada a reabilitação de linhas de água degradadas e das zonas ribeirinhas (Rodrigues 2009).

Para além disso, a reabilitação de sistemas ribeirinhos deve ser integrada com outros instrumentos de planeamento da administração, de nível ambiental, territorial ou económico, uma vez que deve ser vista globalmente e não como intervenção isolada e pontual.

Assim, a Lei da Água prevê três instrumentos de planeamento com áreas de intervenção distintas, mas que se interligam: o Plano Nacional da Água (PNA), que abrange todo o território nacional; os Planos de Gestão da Região Hidrográfica (PGRH), que abrangem as bacias hidrográficas integradas numa região hidrográfica e incluem os respetivos programas de medidas; os Planos Específicos de Gestão de Água (PEGA), que são complementares dos PGRH's e que podem ser de âmbito territorial ou de âmbito sectorial ou até de um sector de atividade económica com interação significativa com as águas (Rodrigues 2009).

Um exemplo de um recurso hídrico enquadrado no PGRH como sendo um rio a carecer de reabilitação é o rio Tinto, uma vez que este é classificado no mesmo documento como sendo uma massa de água em mau estado, como se pode identificar através da Figura 1.2.

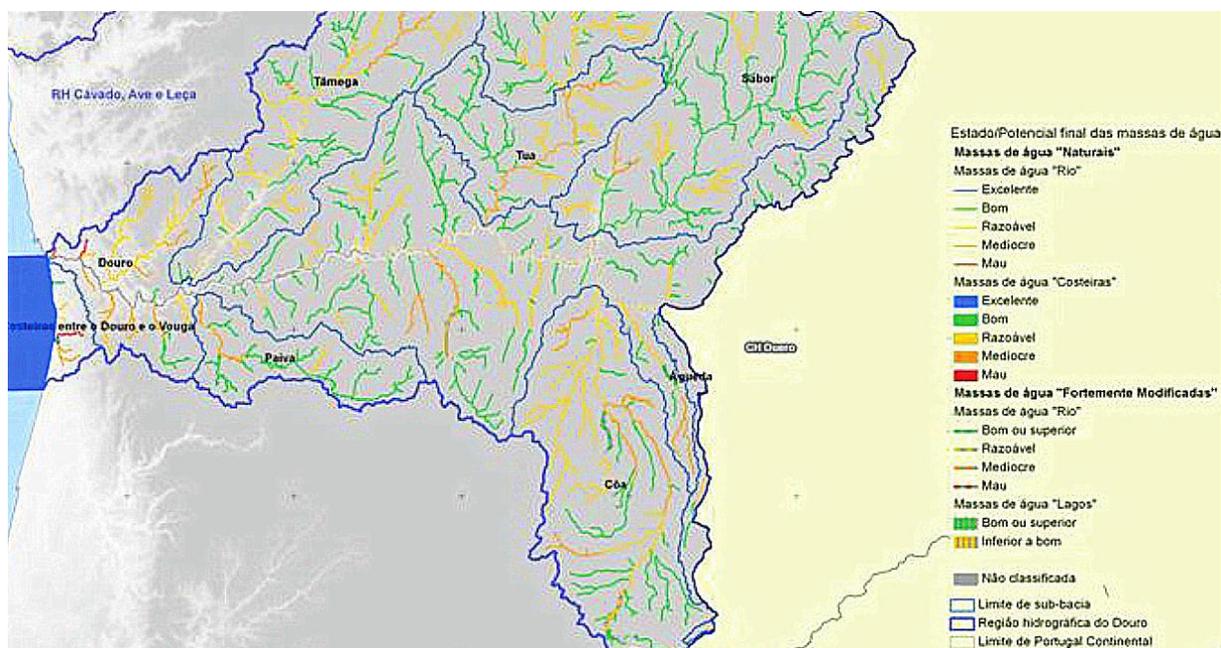


Figura 1.2 – Classificação das massas de água no PGRH (ARH Norte 2011).

É neste âmbito que surgem os processos de reabilitação fluvial visando a obtenção de um bom estado da massa de água, para cumprir as regulamentações comunitárias da Diretiva Quadro de Água bem como o cumprimento do quadro legal em vigor.

Assim, hoje em dia é cada vez mais frequente ouvir cientistas, gestores e políticos, a nível nacional e internacional, a promover um desenvolvimento sustentado, adequando o aproveitamento dos recursos naturais às suas leis específicas e não, apenas, em função de interesses económicos (Coelho 2009).

No entanto, num contexto de crise e de conseqüente contenção de custos, importa privilegiar a minimização do investimento face aos benefícios ambientais necessários.

Para além disso, dever-se-á ter em consideração o fenómeno das alterações climáticas no sentido em que este poderá vir a tornar situações extremas, como secas e cheias, em eventos mais comuns. Estes eventos para além de terem um impacto elevado no ambiente apresentam também impactos elevados na economia que importa por isso não descurar.

O desenvolvimento desta dissertação prende-se com a necessidade de tentar reabilitar um recurso hídrico - o rio Tinto - sujeito a diversas pressões, principalmente derivadas do meio urbano, em prol de uma recuperação das funções que este sistema fluvial outrora possibilitou.

## 1.1 ENQUADRAMENTO

A realização desta dissertação encontra-se enquadrada num contexto de crise e conseqüente necessidade de uma gestão mais eficiente dos recursos tanto humanos como financeiros. No entanto, paralelamente a este contexto de contenção, encontra-se uma crescente preocupação com a qualidade dos rios em que as gerações anteriores brincavam e que com o avançar do tempo foram sendo

degradados para um maior aproveitamento de tudo o que este possibilita sem pensar nas consequências nefastas que esta apropriação poderia ter.

Hoje em dia, existe uma maior consciencialização de que é preciso equilibrar as necessidades com aquilo que será a capacidade do rio resistir a determinados impactos.

Também as alterações climáticas contribuem para a urgência de atuar neste recurso já que as alterações nomeadamente nos valores da precipitação podem influenciar os níveis de caudais que por sua vez podem interferir na dinâmica do rio e por outro lado também podem influenciar as possíveis intervenções neste sistema ribeirinho. Para além disso, associado à problemática das alterações climáticas, normalmente associa-se uma maior probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como secas e cheias, que podem também contribuir para uma maior probabilidade de alterações nos níveis de caudais.

Pretende-se por isso atingir um equilíbrio muito baseado no conceito de desenvolvimento sustentável associado à harmonização da componente social, ambiental e económica tendo sempre em atenção que estas poderão sempre sofrer algum tipo de influência por parte da governança.

O rio Tinto, ao longo das duas últimas décadas apresenta-se como um sistema fluvial degradado devido a conflitos ambientais, derivados essencialmente da sua transformação física e artificialização. No entanto, surge por parte da governança a noção da urgência em atuar neste ecossistema para devolver à população, aos animais e plantas que dele dependem a capacidade de usufruir deste recurso e de toda a sua envolvente numa interação saudável entre todos os intervenientes.

É neste âmbito que se realiza a presente dissertação na Câmara Municipal de Gondomar revelando, por isso, o interesse da mesma em atuar nos problemas que este meio fluvial apresenta bem como assegurar o cumprimento do quadro legal existente. Também a ocorrência de eventos extremos como as cheias de 2009 que provocaram muitos danos, as recentes notícias sobre a requalificação do rio Tinto (medida enquadrada no Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro), bem como as recentes mobilizações por parte da sociedade civil a favor de uma atuação mais eficaz na resolução dos problemas do rio, despoletaram assim toda uma crescente noção da necessidade de atuação no sistema fluvial, como se ilustra na Figura 1.3, Figura 1.4 e Figura 1.5.



Figura 1.3 – Estragos provocados pelas cheias de 2009 (Movimento em Defesa do Rio Tinto 2012).

13:44 - 06.04.2012

## Verdes pedem esclarecimentos a Governo sobre recuperação do rio Tinto

Por **Redacção**, com *Lusa*

### Leça e Tinto são os piores

No final de Março, o coordenador do Plano de Gestão das Regiões Hidrográficas (PGRH) do Norte disse que os rios Leça e Tinto são os que apresentam pior estado no Norte de Portugal e estima-se que só em 2027 fiquem em "bom estado".

"O Leça e o rio Tinto estão em mau estado dada a pressão urbana e industrial à volta das massas de água, mas em 2021 podem já estar em estado razoável", afirmou António Jorge Monteiro, coordenador do PGRH do Norte e especialista em qualidade da água, considerando que em 2027 possam receber a classificação de "bom estado".

Figura 1.4 – Notícia sobre a recuperação do rio Tinto (Porto24 2012).



Figura 1.5 – Caminhadas em defesa do rio Tinto organizados pelo grupo cívico Movimento em Defesa do Rio Tinto (Movimento em Defesa do Rio Tinto 2012).

Surge, então, a necessidade de procurar soluções que visem equacionar e atenuar todos estes problemas e que objetivem um sistema fluvial salubre que toda a população possa usufruir.

## 1.2 OBJETIVOS DA TESE

A realização desta dissertação em ambiente empresarial prende-se com a crescente necessidade da reabilitação dos cursos de água que se encontram sujeitos a elevadas pressões e conseqüentes degradações dos sistemas fluviais, visando por isso a melhoria da qualidade de todo o sistema, de forma a poder restabelecer todas as funções que este possibilita.

Sendo assim, pretende-se com este trabalho os seguintes objetivos específicos:

- Propor uma metodologia de reabilitação;
- Caracterizar as margens do rio Tinto, particularmente na sua extensão no concelho de Gondomar;
- Selecionar e comparar soluções de reabilitação das margens, por tipologia, no sentido de apoiar o processo decisório.

### **1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE**

A presente dissertação encontra-se organizada segundo quatro principais vetores, que se encontram presentes nos próximos capítulos.

Assim, o primeiro capítulo – Reabilitação de rios e ribeiras – prende-se essencialmente com a caracterização do que se pressupõem ser um processo de reabilitação de um sistema fluvial, esclarecendo a definição de sistema fluvial e as suas interações, explicitando os conceitos e definições que se encontram comumente associadas a um projeto de reabilitação, quais as vantagens/potencialidades em efetuar a reabilitação, os seus objetivos e os princípios pelos quais se rege.

No que se refere à caracterização do sistema fluvial esta revela-se importante pois permite compreender melhor o objeto de estudo e, relativamente ao tópico referente aos conceitos e definições, prende-se essencialmente com a necessidade de esclarecer possíveis conflitos entre definições e com isso perceber claramente o que envolve e o que será realizado nesta dissertação – um projeto de reabilitação.

O segundo capítulo – Metodologia para a Realização de um Projeto de Reabilitação de um Sistema Fluvial – explicita a metodologia desenvolvida e proposta para este projeto, contendo a descrição de cada etapa para justificar a sua inclusão.

De seguida, na Implementação da Metodologia são apresentados todos os resultados obtidos para as etapas da metodologia que, no decorrer desta dissertação, foram alvo de discussão.

Por último, o quarto capítulo – Síntese, Conclusões e Desenvolvimentos Futuros – contém os principais resultados obtidos da implementação da metodologia, algumas considerações relevantes.



## 2

## REABILITAÇÃO DE RIOS E RIBEIRAS

A gestão e planeamento dos recursos hídricos deve ser orientada segundo a sua unidade primordial de planeamento, ou seja, a bacia hidrográfica, englobada numa gestão integrada da região hidrográfica.

Assim, importa definir que uma bacia hidrográfica é a área definida topograficamente, drenada por um curso de água, de tal forma que todo o caudal afluyente é descarregado através de uma única secção, como se pode ver pela Figura 2.1. Essa secção é normalmente referenciada pela foz do curso de água (FEUP 2007).

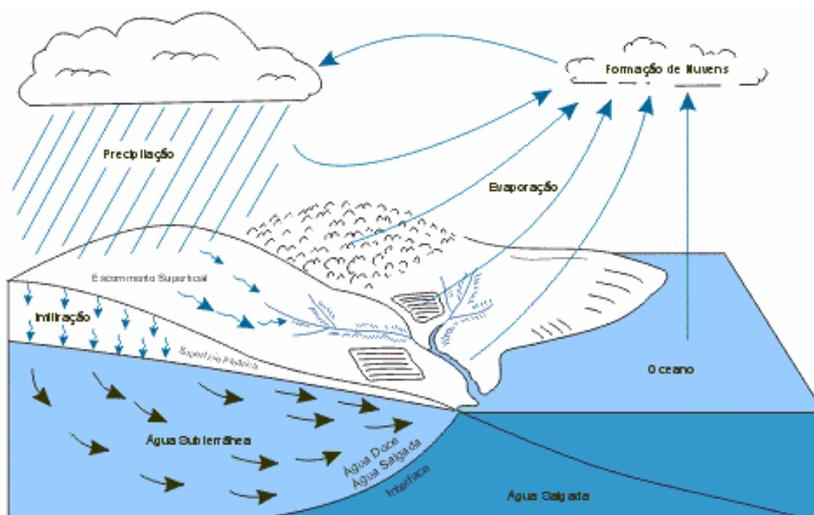


Figura 2.1 – Bacia hidrográfica (Dutra 2007).

Para além disso, dentro da bacia hidrográfica, englobada na região hidrográfica, importa orientar as ações de gestão dos recursos hídricos para os troços a necessitar de intervenção tendo em conta os principais problemas. Com a agravante da conjuntura de crise torna-se necessário priorizar os investimentos cronologicamente, já que na maior parte dos casos não há capital necessário para atuar em todos os problemas ao mesmo tempo.

Um dos principais problemas que se tem verificado a nível mundial prende-se com as crescentes pressões que deterioram o sistema fluvial e que, como tal, têm merecido destaque nas medidas de gestão e planeamento efetuadas nas últimas décadas.

Desta forma, importa definir primeiramente o que se entende por sistema fluvial de modo a perceber o seu valor, bem como as suas interações e atentar, deste modo, à necessidade de o proteger e, caso não esteja em boas condições, de o recuperar.

## 2.1 SISTEMA FLUVIAL

Na paisagem que caracteriza uma bacia hidrográfica, um dos elementos que mais se destaca são os cursos de água com as suas galerias de vegetação ripícola, o qual pode-se denominar sistema fluvial ou ribeirinho. Este sistema, associado aos cursos de água e suas interações ecológicas, pode ter várias formas consoante a sua dimensão e estrutura, normalmente numa ordem ascendente surgem os riachos, ribeiros e os rios que drenam as suas águas para jusante até alcançarem o mar, como se pode ver pela Figura 2.2 (Patacho 2007).

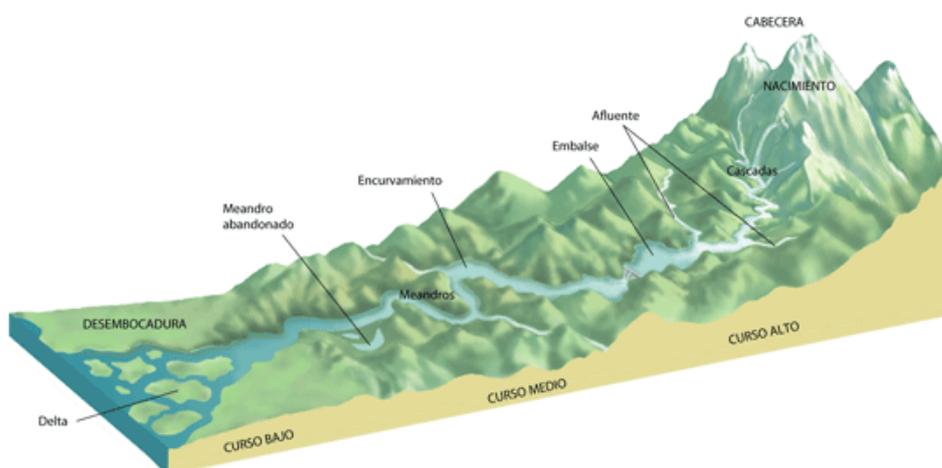


Figura 2.2 – Percurso do rio desde a cabeceira até à foz (Jesus 2010).

O sistema fluvial apresenta diferentes características desde a nascente até foz derivado, essencialmente, de gradientes hidrológicos, morfológicos, químicos e biológicos, apresentando, por isso, diferentes ecossistemas de elevada diversidade ao longo do seu percurso.

Importa, por isso, definir que um ecossistema consiste da biota (plantas, animais, microrganismos) que existe dentro de uma determinada área, do ambiente que a sustenta e das suas interações (SER 2004).

O ambiente físico ou abiótico sustenta a biota de um ecossistema, incluindo o solo ou substrato, o meio atmosférico, a hidrologia, o tempo meteorológico, o clima, o relevo, e os aspetos topográficos e os regimes de nutrientes e salinidade (SER 2004).

Deste modo, um sistema fluvial engloba o curso de água e todos os ecossistemas que dele dependem, localizados nos rios ou ribeiras e nas suas margens e cujos seres vivos dependem direta ou indiretamente da água existente, incluindo todos os cursos de água permanentes ou temporários e leitos de cheia não agricultados (Patacho 2007).

Os cursos de água são então sistemas quadrimensionais, como se pode ver pela Figura 2.3, no sentido em que apresentam uma dimensão longitudinal, que se prende com a forma como um rio ou ribeira flui desde a cabeceira para a foz, uma dimensão lateral, que relaciona as interações entre a zona ripária e o leito de cheia, uma vertical, relacionada com os aquíferos fluviais e outra temporal, associada à

escala temporal em que relaciona todas as possíveis alterações, que podem ocorrer tanto nas dimensões verticais, laterais e longitudinais, com o passar do tempo.

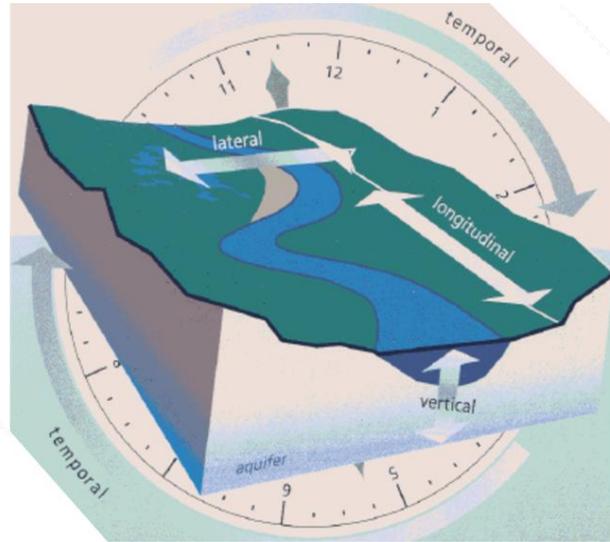


Figura 2.3 – Sistema quadridimensional dos cursos de água (FISRWG, 1998).

Os sistemas fluviais desenvolvem-se e funcionam em resposta a padrões e processos dinâmicos que ocorrem ao longo destas quatro dimensões. Para a compreensão dos sistemas fluviais e sua gestão e recuperação, é necessária esta aproximação holística da realidade ecológica espaço-temporal, considerando as perturbações alóctones como forças disruptivas destas quatro vias de interações (Ferreira 2001).

É então num curso natural de água e sedimentos que se observam as dinâmicas e interações entre os componentes bióticos e abióticos (aquáticos e terrestres) e os seus processos e funções, tendo sempre atenção ao contexto espacial e temporal em que se insere (Almeida *et al* 2009).

Essa multiplicidade de processos e funções ecológicas que ocorrem num sistema fluvial estão enquadrados numa hierarquia de escalas, ilustrada na Figura 2.4.

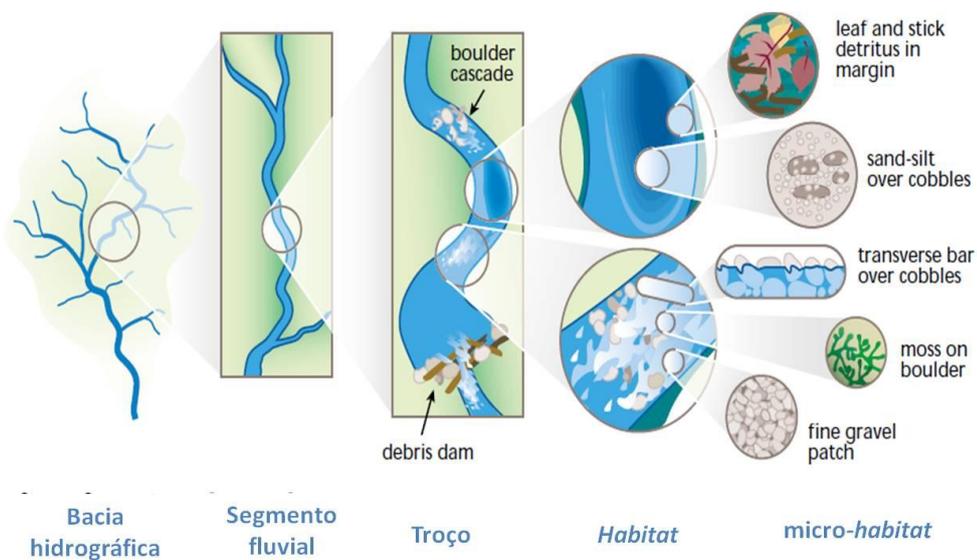


Figura 2.4 – Escala espacial de um sistema ribeirinho (Almeida *et al* 2009).

Numa escala territorial mais ampla, a bacia hidrográfica de um rio, que é muito mais do que uma mera estrutura linear na rede de drenagem, sustenta um complexo sistema de interações no espaço e no tempo. Estas interações, por sua vez, dão origem a um grande número de processos fortemente dinâmicos e interligados entre si (Almeida *et al* 2009).

Deste modo, um rio deve ser considerado um sistema no qual nem sempre é fácil separar as causas dos efeitos, e onde os componentes bióticos e abióticos interagem de forma contínua e dinâmica. Trata-se de um sistema definido numa vasta rede territorial, sendo necessário considerar todo o seu espaço e dinâmicas. Adicionalmente a estes aspetos, também se deve considerar o papel do rio como um elemento estruturador da paisagem e, conseqüentemente, um fator chave na composição, organização e estrutura de todo o território (Almeida *et al* 2009).

Assim, o papel do rio vai muito para além da mera composição, estrutura e funções do sistema fluvial, sendo o pilar que suporta e articula os ecossistemas circundantes (Almeida *et al* 2009).

Os sistemas fluviais são, por isso, valiosos do ponto de vista ecológico, físico e hidrológico, económico, paisagístico e sociocultural. Estes apresentam diversas funções como se pode ver pela Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Exemplo de funções de um sistema fluvial (Tovar 1997), (Patacho 2007) e (Teiga 2011).

<b>Funções</b>		
Abastecimento de água doméstico	Recolha e deposição de águas residuais domésticas	Agricultura industrial
Aquacultura	Produção elétrica: hidroelétrica e/ou termoelétrica	Indústria extrativa (especialmente extração de areias)
Pesca industrial, de semissubsistência, desportiva	Natação e usufruto de praias fluviais	Promove a troca de experiências e tradições (função educativa)
Enriquecimento estético da paisagem	Promove a circulação de pessoas	Reservatório de recursos
Promove a valorização do património e melhoria da qualidade de vida das pessoas	Constituem um sistema de corredores naturais complexos, que ocorrendo de forma contínua possibilitam uma série de funções, como filtro, barreira, entre outras descritas no Anexo 1	São zonas de drenagem natural e de recarga dos lençóis freáticos portanto reguladores de regimes hidrológicos
Indústria transformadora com utilização de água no processo	Moagem de cereais com azenha	Navegação: industrial, pequenas prestações de serviços e recreio, com ou sem motor
Pecuária Industrial	Agricultura e pecuária de semissubsistência	Empreendimentos de lazer com uso intensivo da água (campos de golfe, etc.)

Um dos atributos que se encontra associado a um sistema fluvial e que pressupõe um ganho significativo de valências ao nível das funções possibilitadas por este é também a existência de vegetação ripícola.

Assim, as zonas ripícolas, que englobam os *habitats* e respetivas comunidades das zonas marginais de rios e lagos, estendem-se desde a margem do meio aquático até à orla dos sistemas que já não são influenciados pelo curso de água, como se observa na Figura 2.5 (Almeida *et al* 2009) e (Leitão 2009)

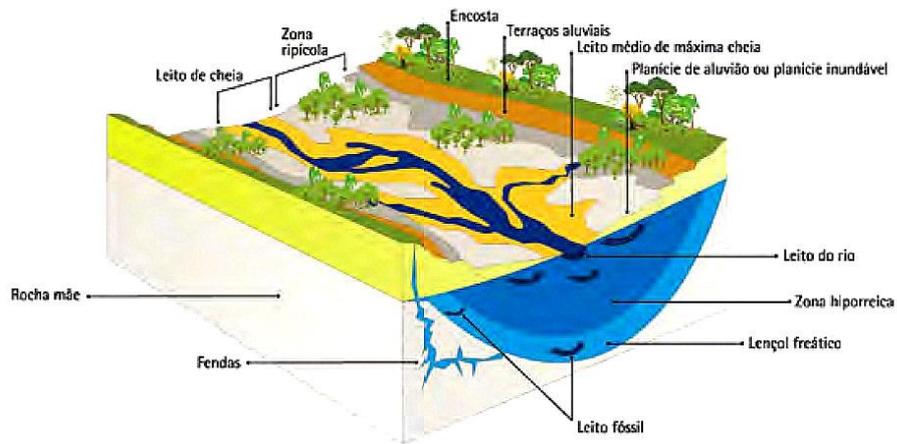


Figura 2.5 – Vista tridimensional de um ecossistema ripícola, incluindo elementos de paisagem superficiais e sub-superfícies (Almeida *et al* 2009).

A dimensão da zona ripícola varia desde faixas muito estreitas nas cabeceiras, onde as poucas características geomórficas que estão quase totalmente integradas na floresta ripícola, até sistemas complexos ao longo de rios de grande dimensão, caracterizados por planícies de aluvião fisicamente diversificadas (Almeida *et al* 2009).

Para além disso, a distribuição das espécies de vegetação ripícola ocorre também transversalmente desde a margem da linha de água, para o exterior da galeria, em função do gradiente de humidade do solo. Distinguem-se assim três zonas típicas de vegetação ripícola para uma bacia hidrográfica típica de zonas temperadas, isto é, o estrato arbóreo, estrato arbustivo e estrato herbáceo, como se pode ver pela Figura 2.6. (Patacho 2007).

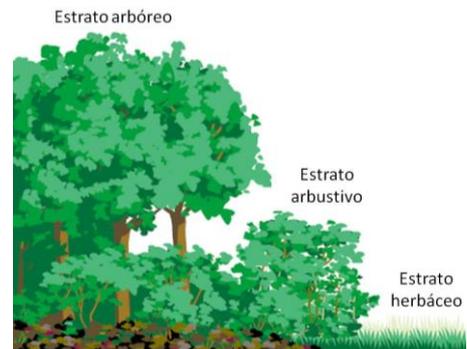


Figura 2.6 – Três zonas típicas de vegetação ripícola (FISRWG 1998).

Faz-se no entanto uma ressalva relativamente ao facto da galeria ripícola ser influenciada pelo clima e por isso ser diferente dependendo das condições climáticas a que determinada zona se encontra sujeita.

Assim, os rios são também um elemento fundamental na preservação da biodiversidade já que estes apresentam-se, teoricamente, como elementos integrantes de biodiversidade, tanto a nível da flora (vegetação ripícola) como da fauna.

Deste modo, nas formações vegetais das zonas ribeirinhas também se encontram várias comunidades de invertebrados e vertebrados que vivem ligados intimamente aos cursos de água, como peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (Teiga 2011).

Os peixes representam a cadeia trófica mais importante dos ecossistemas fluviais, já que exercem um grande controlo sobre as restantes comunidades aquáticas. As águas interiores apresentam uma elevada biodiversidade e são importantes a nível ecológico e como alimento proteico em várias regiões no mundo (trutas, salmões, barbos, bogas, escalos) (Teiga 2011).

Os anfíbios incluem algumas espécies de salamandras e tritões, rãs e sapos que se desenvolvem em rios, ribeiras e charcos localizados no leito de cheia. Apresentam hábitos carnívoros e alimentam-se de

invertebrados e insetos e constituem um alimento para espécies predadoras tanto aquáticas como terrestres (Teiga 2011).

Nas zonas ribeirinhas encontram-se também répteis, como cobras, lagarto de água, tartarugas e cágados, por ser o seu *habitat* e, em alguns casos, espaço de alimentação (Teiga 2011).

As aves aquáticas com hábitos e características fenotípicas bem distintas encontram-se normalmente próximas às zonas dos rios. Algumas aves vivem ocasionalmente nos rios, outras são sedentárias nas zonas ripárias, outras só permanecem em determinadas épocas e existem também grupos de aves cujo *habitat* se restringe exclusivamente às águas correntes (guarda-rios, melro d'água, rouxinol-bravo, garça real, corvo marinho) (Teiga 2011).

Já os mamíferos que se encontram ligados às águas correntes são a lontra, rato de água e toupeira de água, por exemplo. Os roedores são os mais comuns nas margens, que, nas proximidades urbanas aproveitam os desperdícios das atividades humanas. Também alguns morcegos vivem nas galerias ribeirinhas e alimentam-se essencialmente de insetos (Teiga 2011).

Além das espécies de fauna e flora presentes nas ribeiras, em qualquer rio ou riacho, pode-se encontrar comunidades biológicas (*fitoplâncton*, *perifiton*, *macroinvertebrados*) que vivem no meio aquático e que são de grande importância no ecossistema fluvial (Teiga 2011).

Assim, a biodiversidade dos cursos de água é o resultado de uma heterogeneidade de *habitats* e de grande conectividade funcional entre eles. Existe assim, ao longo de um curso de água (cabeceira, percurso intermédio e foz), diferentes *habitats* relacionado com as diferenças do próprio curso de água, como se ilustra na Figura 2.7 (Teiga 2011).

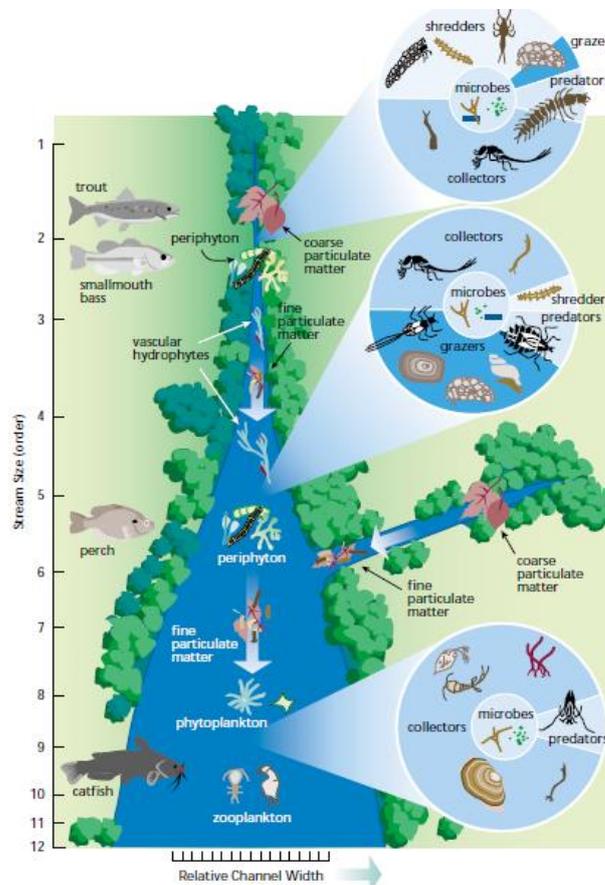


Figura 2.7 – Relação entre o percurso do curso de água e a sua estrutura e funcionalidade (FISRWG 1998).

Desta forma, dependendo da zona do curso de água em análise encontram-se diferentes tipos de animais terrestres e aquáticos, bem como já foi referido anteriormente, variações da vegetação ripícola.

Assim, a compreensão de um sistema fluvial no seu todo envolve a noção de que todas as funções que este possibilita são importantes e merecem por isso serem conservadas ou restituídas, através da perceção de todas as interações que este apresenta.

Um sistema fluvial deve, assim, valer por si mesmo, no sentido em que tudo aquilo que este possibilita deve servir de justificação para, caso este não esteja em bom estado, seja tomada uma decisão e consequente ação de melhoria.

## 2.2 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

A nível de atuações no sistema fluvial, muitos têm sido os conceitos aplicados associados a diferentes objetivos. Assim, importa esclarecê-los, definindo-os na Tabela 2.2:

Tabela 2.2 – Conceitos aplicados a diferentes intervenções no sistema fluvial. (Teiga 2011) e (Almeida *et al* 2009).

Conceito	Definição
<b>Reabilitação</b>	Processo que conduz à retoma dos ecossistemas no sentido de aproximação das condições precedentes da perturbação, recuperando assim a composição, estrutura, processos e funções, de modo que fiquem tão perto quanto possível das condições naturais do sistema fluvial. Apresenta também uma vertente cultural, no sentido em que reflete os valores sociais emergentes de uma civilização que pretende a retoma ao seu equilíbrio com a Natureza de onde teve origem. Reabilitação surge como necessidade de cumprir os requisitos da Diretiva Quadro da Água e da Diretiva de Avaliação e Gestão das Inundações.
<b>Restauração</b>	Termo usado vulgarmente em objetos e refere-se à tentativa de lhes retirar as características danificadas (geralmente por ação do tempo), tentando por isso recuperar a composição natural, a estrutura, os processos e as funções de um sistema fluvial, permitindo deste modo que este atinja novamente uma integridade total e preservando o seu balanço dinâmico autorregulado.
<b>Recuperação</b>	Série de atividades destinadas a alterar a capacidade biofísica de um ecossistema, tentando adquirir novamente determinado estado, promovendo assim a restauração. Pressupõe que exista uma degradação ou destruição.
<b>Requalificação</b>	Voltar a possibilitar a apreciação da qualidade ou matéria de alguma coisa. Muitas vezes só se consegue requalificar paisagens ou jardins “ecológicos”, com seleção sempre adequada de espécies.
<b>Regularização</b>	Ato ou efeito de regularizar que por sua vez significa colocar em ordem ou pôr direito determinada situação. Regularização fluvial é habitualmente utilizada quando resulta de ações de engenharia hidráulica através de estruturas.

O conceito a aplicar numa determinada intervenção depende do objetivo que se pretende atingir. No entanto, o objetivo deverá ser balizado pelas características limitativas de um determinado sistema

fluvial que impedem a obtenção de um sistema fluvial pristino devendo por isso ser adotada uma referência que tenha em vista um sistema fluvial objetivo.

Assim, quando é feita a referência a um sistema fluvial pristino refere-se a um sistema que não apresenta indicações da presença de atividades humanas. No entanto, nem sempre é fácil caracterizar um sistema fluvial pristino já que dependendo do impacto e da duração das atividades antropogénicas no meio pode até nem ser possível aceder a registos do mesmo, sendo por isso muitas vezes considerado um objetivo utópico.

Caso existam condições limitantes inevitáveis, tendo estas sido comprovadas de forma inequívoca e objetiva, já não existe qualquer possibilidade de restaurar o rio para a sua condição natural (Almeida *et al* 2009).

Já quando se refere um sistema fluvial objetivo pretende-se que se refira ao melhor sistema fluvial que se consiga atingir, tendo em conta todas as limitações existentes.

O objetivo deve, por isso, ser estabelecido fazendo uso da análise, da reflexão, da discussão e do rigor, bem como retirar o máximo de todas as oportunidades disponíveis, de modo a estabelecer prioridades e a tomar as decisões que permitirão recuperar os nossos rios (Almeida *et al* 2009).

Deste modo, algures entre o rio “como ele deve ser”, isto é, o sistema fluvial pristino, e o “melhor rio possível”, isto é, o sistema fluvial objetivo, encontra-se o rio “como ele é”, como se consegue visualizar na Figura 2.8.

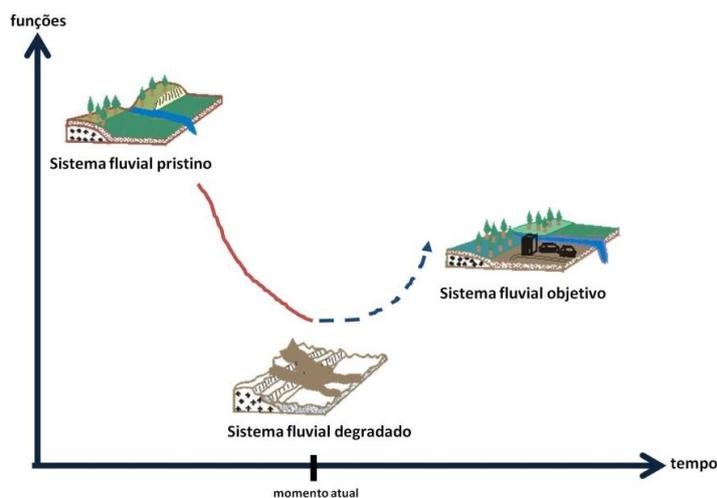


Figura 2.8 – Esquema representativo da evolução de um sistema fluvial pristino para um sistema fluvial objetivo.

Assim, os programas que visam a melhoria do sistema fluvial não podem ser vistos meramente como uma coleção de ações isoladas, devem ser o resultado dum processo profundamente refletido que considere o sistema fluvial como um todo, incluindo as suas condições atuais e potenciais, e o contexto social relevante no qual as atividades projetadas irão decorrer, tendo sempre em conta toda a sua evolução histórica (Almeida *et al* 2009).

Todo este processo deve proporcionar ao rio tudo o que ele necessita para ativar os seus próprios mecanismos de autorrecuperação (Almeida *et al* 2009).

Relativamente ao rio Tinto, por ser uma massa de água representada no PGRH como uma massa de água em mau estado necessita por isso de mediar os objetivos segundo uma vertente essencialmente de

minimização de riscos e equilíbrio do ecossistema, tentando solucionar os principais problemas, tendo presente a inserção desta problemática num contexto de contenção de custos.

Sendo assim, objetiva-se a reabilitação do rio Tinto, isto é, pretende-se retomar as possíveis condições do sistema fluvial objetivo, de uma forma sustentada, integrando valores culturais presentes, seguindo os princípios de reabilitação com recurso a medidas estruturantes e, apenas quando necessário, medidas estruturais, para cumprimento da DQA e da Lei da Água (Teiga 2011).

### **2.3 POTENCIALIDADES DA REABILITAÇÃO**

Um projeto de reabilitação só fará sentido caso existam vantagens para a sua execução. Essas vantagens são normalmente designadas de potencialidades, uma vez que ainda não foi implementado o projeto.

Assim, as potencialidades da reabilitação prendem-se essencialmente com a:

- Perceção do público do estado do rio e conseqüentemente da necessidade de impor limitações ao uso da água e do espaço circundante, para possibilitar posteriormente à cidade e à população novas oportunidades de satisfação (Almeida *et al* 2009);
- Estimulação de uma nova forma de olhar para o rio, criando uma nova cultura que irá tornar mais simples executar investimentos através da sensibilização das pessoas face à necessidade de respeitar os rios, em todos os seus diferentes aspetos (Almeida *et al* 2009);
- Possibilidade de obter oportunidades para iniciativas económicas como a valorização das zonas ribeirinhas, atividades recreativas e de lazer e a prevenção de cheias, entre outros (Rodrigues 2009).
- A expectativa de que os benefícios excedam os custos numa perspetiva de bem-estar económico. A principal questão que se coloca na avaliação é se o projeto contribui para o aumento do bem-estar social e da qualidade de vida (Rodrigues 2009).

Salienta-se que a reabilitação de troços fluviais urbanos deva ser abandonada ou apenas deva ser considerada caso seja possível obter um cenário adequado, onde o usufruto público possa ser controlado e restringido (Almeida *et al* 2009).

### **2.4 OBJETIVOS DA REABILITAÇÃO**

Os projetos de reabilitação devem obedecer aos objetivos estratégicos de atuação que são estabelecidos a nível europeu pela Diretiva Quadro da Água, a nível nacional pela Lei da Água e o Plano Nacional da Água e a nível de região hidrográfica pelos Planos de Gestão de Região Hidrográfica. Para além disso, também podem ser definidas estratégias de reabilitação fluvial a nível municipal e a nível de junta de freguesia no sentido de melhorar os espaços fluviais nestes territórios. Já as intervenções locais são definidas a partir de objetivos específicos e englobam um ou vários objetivos em simultâneo, podendo estes serem de âmbito regional, municipal ou local (Teiga 2011).

A elevada complexidade do sistema ribeirinho, a sua diversidade de utilizadores, as imposições legais e as condicionantes possibilitam um elevado número de objetivos e de opções específicas de intervenção em reabilitação fluvial (Teiga 2011).

Assim, os objetivos finais de um processo de reabilitação devem prezar três importantes diretrizes (Coelho 2009):

- Dar oportunidade ao rio para desenvolver a sua própria dinâmica e atentar aos processos de erosão e sedimentação variáveis com o tempo e com o regime de caudais;
- Criar uma morfologia estável com esses processos mas flexível dada a resposta incerta do sistema ribeirinho;
- Potenciar uma heterogeneidade de formas e condições hidráulicas para favorecer a diversidade de *habitats* e espécies.

## 2.5 PRINCÍPIOS DE REABILITAÇÃO

Atendendo a estas ideias, e com a perspectiva de as respeitar, estabelecem-se uma série de princípios básicos a ter em conta num projeto de reabilitação, que deve ser extensível a qualquer intervenção num sistema fluvial (Coelho 2009):

- Promover a integridade ecológica e a qualidade da água

A integridade ecológica é um conceito que se centra no sistema como um todo e na prevalência de todas as condições ambientais que suportam o ecossistema mas que se encontram também dependentes do estado de todas as suas componentes. Deve então ser garantida uma agressão mínima a todos os componentes que sustentem o ecossistema e o *habitat* característico do rio. Já a qualidade da água é um dos principais objetivos de reabilitação para permitir a recuperação e sustentação das espécies e aumentar a capacidade do uso humano da mesma (Coelho 2009) e (Teiga 2011).

- Aumentar o grau de liberdade do corredor fluvial

As ações a desenvolver no âmbito da reabilitação devem melhorar a conectividade à bacia hidrográfica (longitudinal), ao leito de cheia e margens (lateral) e aos aquíferos com leito permeável e natural (vertical). Para além disso importa garantir os caudais ecológicos, efetuar a manutenção da morfologia e do traçado mais próximo do natural, respeitando sempre as características individuais do troço. As mudanças ocorridas no sistema ribeirinho devem-se às escalas espaciais e temporais do mesmo, sendo que a escala espacial contempla a bacia hidrográfica, o segmento fluvial, o troço e o *habitat* e a escala temporal varia desde a milenar, centenária, anual, mensal, diária e horária. Estas escalas devem ser ajustadas aos objetivos e às funções pretendidas tanto no espaço como no tempo (Teiga 2011).

- Manutenção orientada

Um processo de reabilitação não termina após a conclusão da fase de implementação, devendo ser aplicado um plano de manutenção das medidas tomadas; deve-se delinear um plano de ação específico adequado às medidas implementadas e que contribuam para o seu desenvolvimento. As ações podem ser mínimas e deve-se ter em conta as potencialidades do meio-ambiente, a dinâmica e evolução dos processos naturais (Coelho 2009).

- Disponibilidade de espaço e tempo de acordo com o referencial

Deve-se respeitar o espaço do sistema fluvial, principalmente em meios edificados, onde por vezes o desrespeito da faixa ribeirinha e o confinamento do leito são os maiores problemas. O projeto deve adequar as medidas e planear os impactos que delas advirão em função do espaço disponível e do tempo necessário. Para avaliar a evolução de processos de reabilitação é fundamental a definição de locais que sejam um referencial de forma a permitir acompanhar as alterações que vão ocorrendo. Para além disso os ciclos de vida de algumas espécies e de atividades culturais só poderão ocorrer se contempladas em projeto e com um cronograma adequado que tenha em atenção a duração desses ciclos (Coelho 2009) e (Teiga 2011).

- Conhecer os problemas, prevenir a degradação, determinar o grau de vulnerabilidade e mitigar os impactos do processo de reabilitação

A fase de diagnóstico de problemas e valores ambientais é essencial para o conhecimento de cada troço e das suas singularidades. A reabilitação de um troço de rio é, em alguns casos, muito dispendiosa, pelo que, a prevenção é a solução mais vantajosa em termos globais. A partir do processo de diagnóstico é possível determinar o grau de vulnerabilidade do sistema ribeirinho para, posteriormente, ser possível definir as técnicas a aplicar e as medidas preventivas a tomar para se atingir o equilíbrio sustentado. Sempre que ocorre um projeto de intervenção em reabilitação fluvial podem ocorrer impactos negativos que devem ser mitigados e acompanhados para uma correta gestão e por técnicos especializados (Coelho 2009) e (Teiga 2011).

- Integração com os planos de ordenamento

A reabilitação deve ser assumida também no plano legislativo local (nomeadamente no Plano Diretor Municipal) e integrada nas diretrizes nacionais de regulação do meio hídrico, não devendo por isso, ser apenas considerada como uma intervenção isolada (Coelho 2009) e (Teiga 2011).

- Estudar e acompanhar as alternativas em projetos, com indicadores e com competências técnica multidisciplinar

A reabilitação de troços e rios deve ocorrer após a realização de estudos prévios de caracterização com a recolha de informação necessária.

Já a elaboração do projeto de reabilitação deverá estar a cargo de uma equipa multidisciplinar com especial enfoque para a seleção de profissionais especializados em recursos hídricos (Teiga 2011).

- Antecipar as mudanças futuras

Um aspeto relevante é a antecipação da mudança, sabendo de antemão que esta é certa mas imprevisível, no sentido de possibilitar uma adaptação mais eficaz através da contínua análise e revisão da gestão. Por outro lado, a consideração de diferentes opções para as gerações futuras, no processo de gestão, permite uma melhor adaptação ao próprio conceito de incerteza (Teiga 2011).

- Envolver os mediadores, decisores, parceiros, interventores e partes interessadas (*stakeholders*) com valores socialmente justos

Os processos de participação pública são importantes no sentido em que possibilitam, na maior parte das vezes, a deteção de disfunções e potencialidades no sistema ribeirinho que a sociedade civil quer ver solucionada. Para o projeto de reabilitação ser efetivamente sustentado tem obrigatoriamente que envolver de forma consciente a população e contemplar soluções que promovam o crescimento económico e a valorização ambiental (Teiga 2011).

- Desenvolver projetos com objetivos claros, atingíveis e mensuráveis e com um desenho sustentável

Alguns dos objetivos, que idealmente, poderiam ser realizados no plano de reabilitação, não são viáveis por causa do custo, ausência de espaço, autorizações, licenças, restrições legislativas ou administrativas, entre outros. Assim, importa realizar uma previsão das interações e consequências dos objetivos, quer individualmente, quer no seu conjunto. O padrão de comparação é importante e deve ser mensurável para acompanhar e verificar o sucesso dos objetivos. Os objetivos devem ter de forma clara o âmbito, serem exequíveis, realistas e mensuráveis e ainda devem ter previsto a sua manutenção após o fim do projeto. Ter a noção dos custos e recursos necessários assim como da capacidade de cumprir prazos previstos é importante. As opções de desenho do projeto devem ser sustentáveis ao

minimizar a necessidade de manutenção contínua do espaço. A autossustentabilidade deve favorecer a integridade ecológica, favorecendo a capacidade do sistema a adaptar-se às mudanças. Devem evitar-se soluções que pretendam alterações “radicais” que transformem irreversivelmente as características base de um determinado sistema ribeirinho inviabilizando intervenções futuras (Teiga 2011).

- Promover a função de corredor ecológico e a biodiversidade com espécies autóctones dos rios e ribeiras

As zonas ripárias são consideradas como um dos *habitats* biofísicos mais complexos do planeta pela sua biodiversidade, dinamismo e produtividade primária. A interligação do leito e das margens da ribeira com a vegetação ribeirinha exerce uma importante função de corredor ecológico. Assim, um dos desafios de projetos de reabilitação é o de criar espaços que contemplem o corredor ecológico com funções ativas, com heterogeneidade de *habitats* e com manutenção das cadeias tróficas. Os requisitos ecológicos das espécies autóctones devem ser contemplados de preferência com a utilização de material vegetal da região e mantendo a biodiversidade genética (Teiga 2011).

- Adaptação funcional

Adaptação funcional diversificando a intervenção em função de problemas, necessidades e interesses públicos específicos (ARH Norte 2011).

- Informação/Comunicação

A informação é um princípio necessário para se obter transparência acerca do projeto em implementação e influencia também o grau de envolvimento e percepção dos problemas de uma sociedade (ARH Norte 2011) e (Teiga 2011).

# 3

## **METODOLOGIA PARA A REALIZAÇÃO DE UM PROJETO DE REABILITAÇÃO DE UM SISTEMA FLUVIAL**

A realização de um projeto de reabilitação deve definir um conjunto de etapas que orientem todo o processo de forma a facilitar a organização e compreensão do mesmo.

Assim, a metodologia de reabilitação de um sistema fluvial proposta apresenta diversas etapas correspondendo a uma ordem lógica em que, primeiramente, importa caracterizar o sistema fluvial e rever os antecedentes de intervenções sendo que é através dessa caracterização e revisão que se possibilita a identificação dos principais problemas aos quais se deve posteriormente dar resposta, ou seja, apresentando soluções que devem interagir com a definição de cenários e objetivos e vice-versa.

Selecionadas as soluções e os cenários e objetivos a atingir deve-se proceder à elaboração do projeto de reabilitação nas suas diversas vertentes para que, posteriormente, tendo em conta também as questões relativas ao financiamento e instituições chave, seja possível implementar o que foi definido.

A etapa de implementação apresenta um carácter iterativo no sentido em que é possível que, devido a circunstâncias imprevisíveis, haja necessidade de procurar mais fundos através do financiamento, ou até que seja necessário reajustar o projeto devido à falta de fundos, por exemplo.

Para além disso, como em qualquer projeto, deve ser seguido atentamente no sentido de monitorizar todas as intervenções para verificar se estão conforme o planeado e atuar face a desvios ou a outras circunstâncias. É também através da monitorização da evolução da implementação do projeto que se pressupõe um ganho de conhecimento através da análise do que correu bem e do que correu mal, para que, aquando de uma nova iteração deste processo, se incorpore na elaboração do projeto o que se aprendeu.

Salienta-se que não é apenas necessário garantir a monitorização do que está a ser feito (monitorização do sistema), mas também a monitorização de quem o está a fazer (monitorização da intervenção e/ou monitorização administrativa), de modo a garantir o correto funcionamento de todas as vertentes do projeto de reabilitação.

Deste modo, a metodologia objetiva a melhoria contínua, no sentido em que permite reavaliar as diferentes fases, adequando as atividades ao contexto em que se insere.

Já a participação pública idealmente deverá ser requisitada em todas as etapas do projeto de reabilitação para enriquecer o trabalho realizado pela equipa que desenvolve o projeto, possibilitando assim a integração de propostas que tenham em consideração as opiniões do público e deste modo possibilitar uma maior aceitação por parte dos participantes de todo o projeto e da forma como este se desenvolve.

O envolvimento do público em todas as etapas do projeto pode ser um pouco controverso, no entanto, se tomadas todas as precauções para uma participação correta e enriquecedora, não se observa nenhuma objeção à sua inclusão.

Ressalva-se que a participação pública é mais importante do ponto de vista de quem participa quando lhe é dada a possibilidade de auxiliar a tomada de decisão, pelo que, por este motivo, as etapas de identificação dos principais problemas, estudo de soluções e elaboração do projeto, pelo envolvimento de juízos de valor, diagnóstico ou propostas, são consideradas as etapas com maior relevância para a opinião pública.

Por outro lado, também é importante que existam outras reuniões, essencialmente aquando das etapas de elaboração do projeto, implementação, monitorização e manutenção, para que os grupos de interesse possam auxiliar e até funcionar como próprios monitores do trabalho que está a ser desenvolvido nas etapas fundamentais do projeto.

A equipa que desenvolve o projeto de reabilitação deverá ser uma equipa multidisciplinar de forma a integrar os diferentes campos de conhecimento objetivando-se o enriquecimento do projeto e uma realização do mesmo de uma forma mais sustentada e equitativa.

Um aspeto relevante prende-se com o facto da metodologia proposta não contemplar questões transfronteiriças. Tal facto justifica-se pela dimensão geográfica em causa e pelo não envolvimento de questões internacionais, que são tratadas, nomeadamente, ao nível do Ministério dos Negócios Estrangeiros.

Por último, salienta-se a importância de rever o projeto quando ocorrem sinais de cessação dos problemas a solucionar, sendo que, deste modo, orienta-se todo o processo de reabilitação rumo a uma melhoria contínua de todo o sistema.

Deste modo, a metodologia em questão apresenta diversas etapas e considera a possibilidade de serem necessárias novas iterações, não sendo por isso um processo estanque já que deve ser adequado e adaptado a todas as novas realidades ou surgimento de novas questões relevantes para o projeto de reabilitação, como se pode ver pela Figura 3.1.

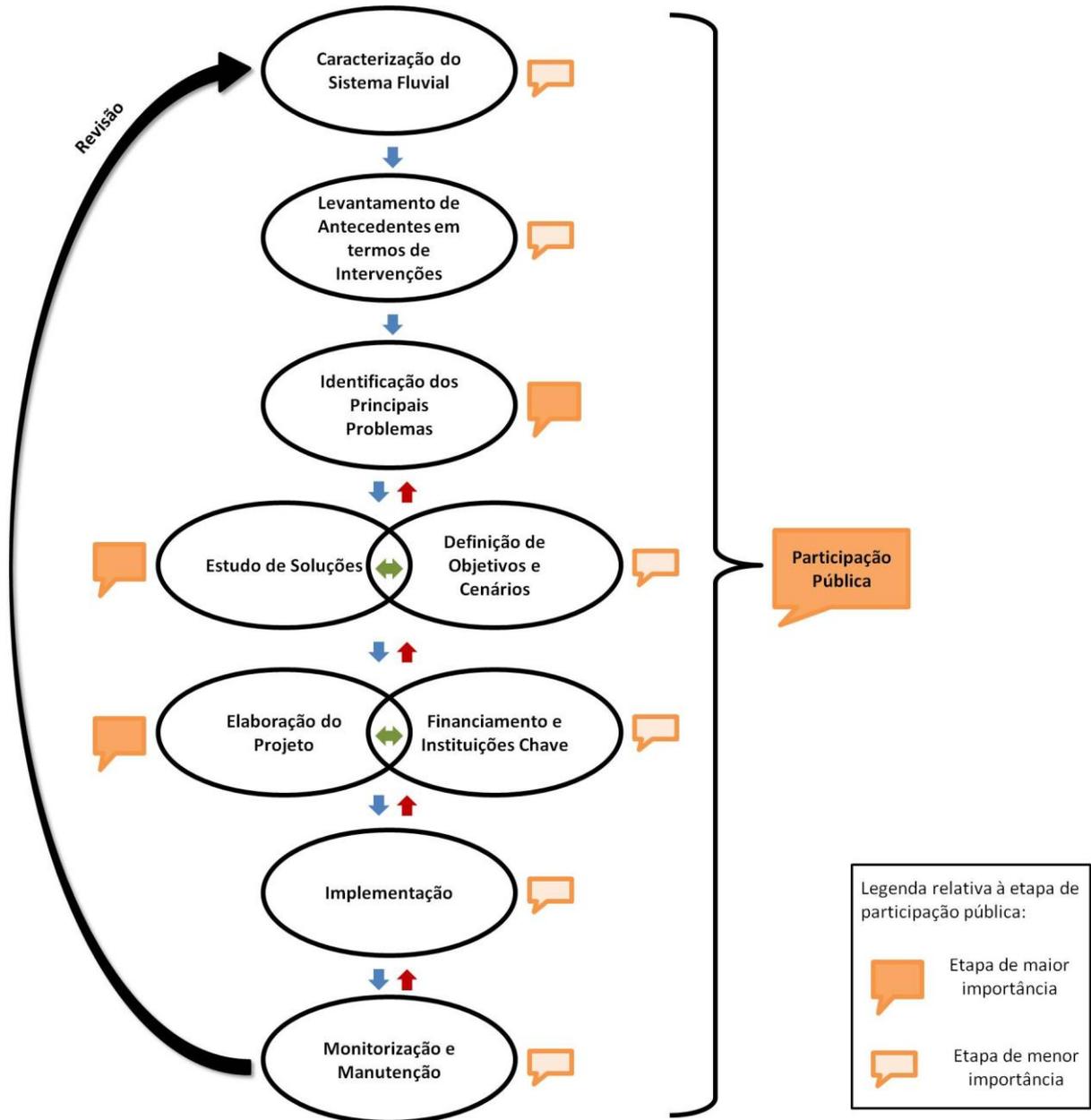


Figura 3.1 – Metodologia para a realização de um projeto de reabilitação de um sistema fluvial.

A reabilitação de cursos de água, embora deva ser o mais pontual possível, deve ter sempre por base a bacia hidrográfica, o que permite, a esta escala, perceber de um modo holístico as complexas intra e interdependências relacionadas com a hidrodinâmica fluvial e os seus reflexos no troço a reabilitar – “pensar globalmente, atuar localmente” (D. Oliveira 2006).

Idealmente prevê-se que o horizonte do projeto seja de cerca de 20 anos (2 anos até etapa de definição de objetivos e cenários, 3 anos até elaboração do projeto, 3 anos para financiamento, 5 anos para implementação e 7 anos para manutenção e monitorização).

No entanto, devido ao carácter imperativo de gestão integrada correspondente a qualquer projeto de reabilitação, todas as intervenções de reabilitação deverão, por isso, ser supervisionadas pelas

Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH) com a responsabilidade de todos os proprietários confinantes privados e públicos (Teiga 2011).

Uma última consideração prende-se com a execução da metodologia na realidade corrente, uma vez que, apesar da metodologia proposta ser uma metodologia dita “ideal”, na realidade nem sempre são efetuadas as etapas pela ordem proposta. Por esse facto, esta metodologia “ideal” prevê a possibilidade de se recuar a outras etapas derivado de determinadas circunstâncias mas, na realidade, podem até nem se efetivarem determinadas etapas.

Assim, analogamente a um processo de cura, o que normalmente é realizado é um diagnóstico que posteriormente leva à realização de um cura. Estas duas etapas são influenciadas por diversas informações e constituem, na prática corrente, a forma de atuação da maior parte das entidades, como se pode ver pela Figura 3.2.

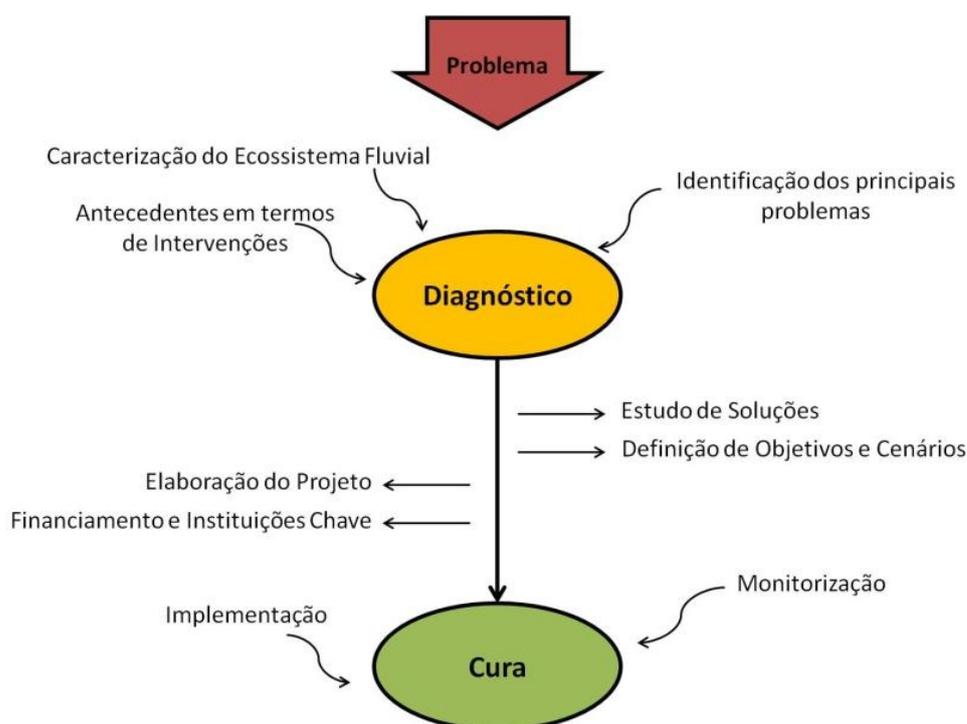


Figura 3.2 – Analogia feita a um processo de cura face a um projeto de reabilitação.

Para além de todo um processo de cura, retratado pela Figura 3.2, importa também contemplar ações preventivas de forma a gerir a “saúde” de todo o sistema.

O facto de comparar um projeto de reabilitação a um processo de cura justifica-se pela dificuldade em, na realidade, cumprir escrupulosamente todas as etapas da metodologia “ideal”, ainda para mais num contexto de crise em que o imperativo é fazer o estritamente necessário com o mínimo custo possível.

Sendo assim, um projeto de reabilitação não constitui, à partida, uma evolução constante no tempo já que o facto de ser um processo iterativo, em que muitas vezes são realizados pequenos passos ao longo do tempo, sendo que também pelo facto de estarmos a trabalhar com um sistema fluvial, que integra diferentes componentes bióticas, nunca será totalmente previsível a resposta do mesmo face a determinadas ações, incorre-se assim num processo evolutivo não linear, ilustrado na Figura 3.3.

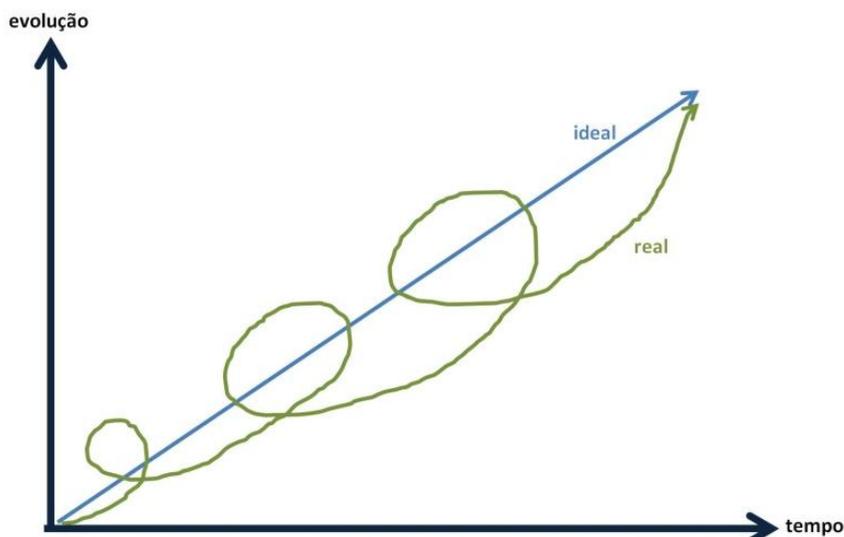


Figura 3.3 – Evolução real e ideal de um projeto de reabilitação.

No entanto, é sempre preciso apresentar uma metodologia “ideal” como forma de constituir uma orientação daquilo que são as interações necessárias à realização de um projeto de reabilitação o mais correto possível.

Para um melhor entendimento de todas as etapas da metodologia importa explicitar com maior detalhe cada uma das mesmas de forma a perceber o seu intuito.

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL

Um sistema fluvial apresenta inter-relações com diversas variáveis que por sua vez também se apresentam relacionadas com outros fatores. Assim sendo, existe uma complexidade de relações que importa definir e caracterizar de modo a perceber toda a dinâmica do sistema. Por sua vez, esta perceção permite adequar todas as ações a executar no sistema fluvial à possível resposta do mesmo, prevenindo e/ou tentando minimizar situações/respostas inesperadas.

Deste modo, a caracterização do curso de água deverá ser realizada segundo uma prévia definição dos conceitos relevantes para o funcionamento de todo o sistema bem como as suas inter-relações permitindo posteriormente orientar a procura das informações necessárias para facultar o preenchimento de lacunas face a esses conceitos.

A definição dos conceitos que intervêm no funcionamento do ecossistema fluvial é de extrema importância pois dela dependerá o sucesso da caracterização do mesmo que consequentemente afetará todo o processo de reabilitação. Caso a caracterização não corresponda fielmente às características do sistema fluvial também a identificação dos principais problemas do mesmo não corresponderá à realidade podendo assim realizar-se um projeto de reabilitação/restauração orientado para a resolução de problemas que podem até nem se verificarem, correspondendo a possíveis gastos de tempo e dinheiro que poderão até implicar alterações nocivas no curso de água.

Para definir os conceitos relevantes à caracterização é necessária uma compreensão do sistema fluvial, ou seja, é necessário identificar todas as suas relações e variáveis que intervêm e que apresentam um papel preponderante no seu funcionamento, isto é, aquelas que definem o seu comportamento e que estão mais vulneráveis a possíveis alterações.

A etapa de caracterização apresenta assim uma visão multidisciplinar pois abrange uma quantidade de tópicos transversais a muitas ciências.

Ademais, por considerar o sistema fluvial como um todo, abarca tanto aspetos ambientais, como socioculturais e económicos (Almeida *et al* 2009).

Assim, para qualquer intervenção num determinado sistema importa primeiramente fazer o reconhecimento do troço a intervir.

Num projeto de reabilitação de um sistema fluvial é importante caracterizar o troço segundo duas vertentes principais, uma relativa às características presentes da bacia hidrográfica onde o troço em análise se encontra e outra relativa à evolução do troço ao longo do tempo.

Relativamente ao enquadramento geográfico e socioeconómico este é importante no sentido em que permite contextualizar todo o troço em análise do ponto de vista geográfico, através da análise da distribuição espacial das interações entre a natureza e o homem, e do ponto de vista socioeconómico, através da análise dos elementos ou dos problemas sociais em relação aos problemas económicos.

Da análise de todos os planos pressupõem-se então a recolha de restrições, condicionantes ou diretrizes face ao ordenamento do território afeto a análise bem como a recolha de potenciais mecanismos de conservação de determinadas zonas.

A hidrologia é um campo de análise muito importante nos estudos fluviais na medida em que é a ciência que permite estudar as movimentações da água e suas interações com o ambiente. Estes estudos permitem um melhor planeamento de intervenções na medida em que possibilitam uma melhor previsão e acompanhamento de fenómenos hidrológicos.

Os processos fluviais são um importante tópico de caracterização pois permitem uma melhor compreensão de todas as interações e relações existentes no meio fluvial.

Um fator muito importante para as intervenções no sistema fluvial prende-se com a verificação da qualidade da água e dos sedimentos, visto que este condiciona as possíveis utilizações da água e até pode condicionar algumas intervenções ou mesmo arruinar algumas já implementadas.

Um projeto de reabilitação deverá possibilitar o restabelecimento da integridade ecológica do sistema ribeirinho. No entanto, a integridade ecológica prende-se com diversos fatores uma vez que é um conceito que se centra no sistema como um todo e na prevalência de todas as condições ambientais que suportam o sistema fluvial mas que depende do estado de todas as suas componentes (Teiga 2011).

Por último importa identificar todo o património edificado e sociocultural com ligação ao rio de forma a visar a sua salvaguarda e/ou recuperação, preservando assim a história e as raízes do rio e das suas populações.

Estes tópicos encontram-se descritos mais pormenorizadamente no Anexo 2.

Encontra-se na Figura 3.4 a esquematização dos tópicos de análise relevantes para a etapa de caracterização.

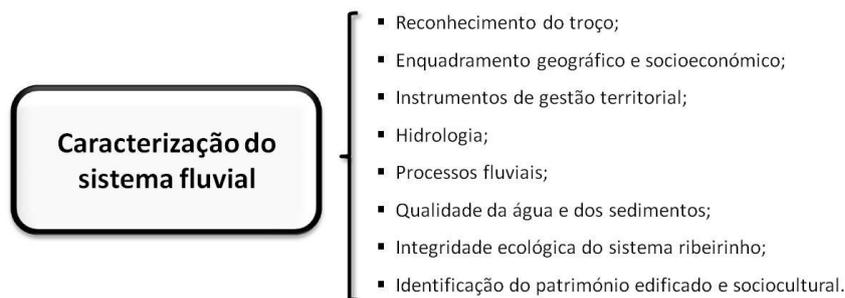


Figura 3.4 – Caracterização de um sistema fluvial.

### 3.2 LEVANTAMENTO DE ANTECEDENTES EM TERMOS DE INTERVENÇÃO

Após a caracterização do sistema fluvial é importante fazer uma revisão bibliográfica acerca de todas as intervenções neste realizadas, que apresentaram como objetivo alguma vertente de reabilitação, notificações ou autos relativos a algum incumprimento que interferisse no sistema fluvial bem como indemnizações, expropriações ou penalizações decorrentes do seu processo de gestão.

Esta recolha da informação relativa à evolução em termos de intervenções deverá permitir justificar o estado atual do sistema ribeirinho.

Realizada essa descrição, no sentido de perceber quem e como tem o poder de realizar algum tipo de intervenção no sistema ou de influenciar na gestão do mesmo, interessa identificar quais serão então as responsabilidades das entidades competentes na gestão do sistema fluvial, tais como, as Administrações das Regiões Hidrográficas (ARH's), a Agência Portuguesa do Ambiente (APA), , Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), Instituto da Água (INAG) autarquias locais, empresas, o Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA), entre outros.

Depois, deve identificar-se quais as atuações que tiveram sucesso e quais as que falharam para tentar aprender com as primeiras e não repetir as últimas. Importa também tentar identificar as causas para tal ter acontecido de modo a perceber se existe alguma particularidade/característica que importe ter em especial atenção.

Por tudo isso, para a descrição dos antecedentes em termos de intervenção são necessárias as seguintes etapas, descritas na Figura 3.5:

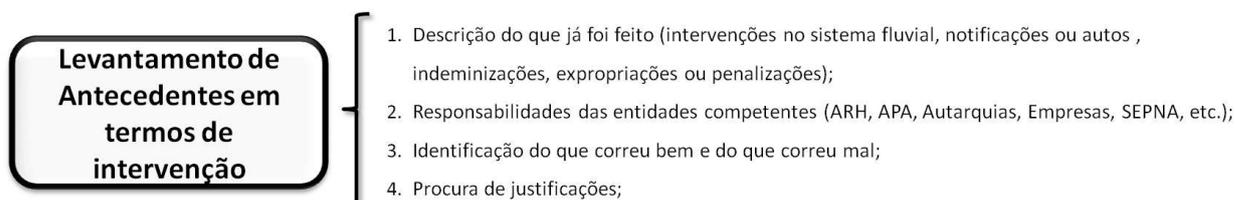


Figura 3.5 – Levantamento de antecedentes em termos de intervenção.

### 3.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS

Através das etapas anteriores deverá ser possível a identificação dos problemas a que o curso de água está sujeito. Esta etapa é crucial pois permite a identificação das principais pressões a que o sistema se encontra exposto.

Identificados todos os problemas a que o sistema fluvial se encontra exposto, para facilitar posteriormente a adequação das soluções aos problemas, torna-se relevante a tipificação destes últimos.

A tipificação de problemas deverá ser orientada segundo as características hidromorfológicas do sistema fluvial e/ou segundo as pressões a que o sistema fluvial se encontra exposto. Esta tipificação permite assim agrupar um conjunto de possíveis soluções adequadas a cada tipo de problema, e que, por sua vez, relacionam os diferentes tipos de problemas com determinados troços do sistema fluvial.

Importa também hierarquizar os problemas de modo a coordenar as intervenções no terreno por ordem cronológica e no espaço. Assim a priorização de problemas deve ser feita incorporando questões de segurança e saúde pública e proteção do ecossistema enquadrando-as com questões relativas à disponibilidade de recursos financeiros e humanos, vontade política, tecnologias disponíveis e sua eficácia, facilidade de implementação, benefícios e tempo necessário, como observa na Figura 3.6.

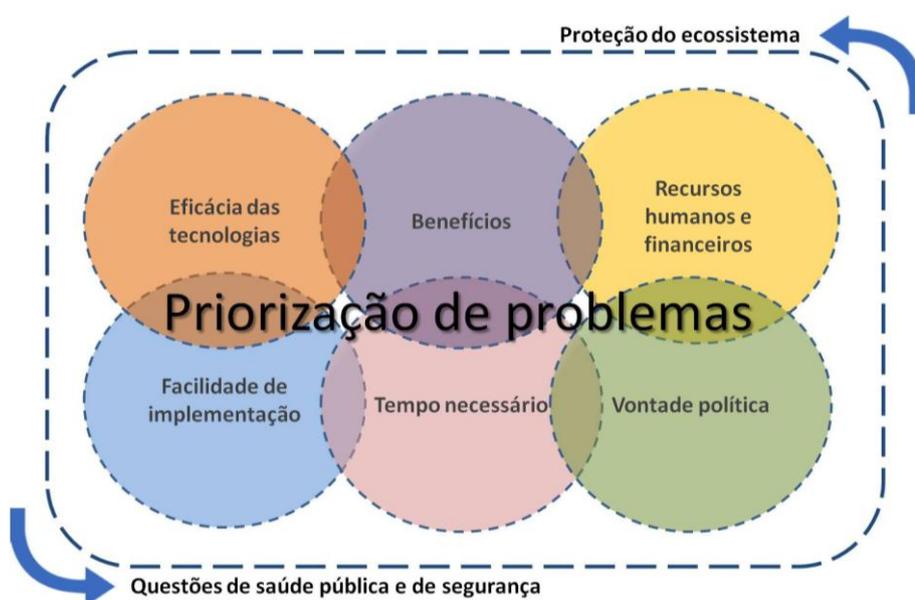


Figura 3.6 – Vetores da priorização de problemas.

Deste modo, pode-se aferir que a identificação dos principais problemas compreende as seguintes etapas descritas na Figura 3.7:

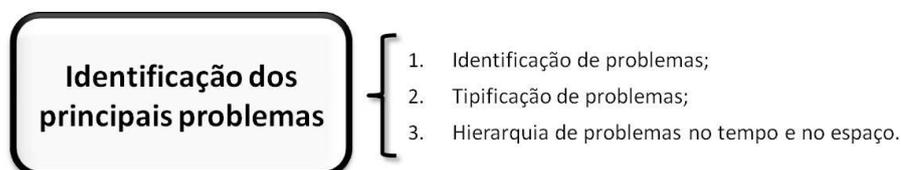


Figura 3.7 – Identificação dos principais problemas.

### 3.4 ESTUDO DE SOLUÇÕES

Para estudar as possíveis soluções importa ter em conta as leis existentes ou soluções administrativas uma vez que estas podem funcionar como ferramentas para coordenar ou agilizar ações ou mesmo corresponder a soluções para alguns dos problemas em questão.

Posteriormente interessa procurar em bibliografia soluções que visem a resolução dos problemas enquadrando as suas vantagens e desvantagens bem como analisando os custos inerentes da sua implementação. Assim, sempre que possível, dever-se-á optar por soluções que sejam o mais efetivas possível e que requerem um menor investimento monetário.

No entanto, caso as soluções desencadeiem ações, planos ou projetos não relacionados com a gestão de um sítio de importância comunitária (SIC) ou uma zona de proteção especial (ZPE) e suscetíveis de afetar essa zona de forma significativa (mesmo quando situados fora da Rede Natura 2000), devem ser objeto de avaliação de incidências ambientais no que se refere aos objetivos de conservação da referida zona. Esta avaliação poderá configurar o procedimento de uma avaliação de impactos ambientais, no âmbito da legislação específica em vigor (Decreto-lei n.º 69/2000, de 3 de maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-lei n.º 197/2005, de 8 de novembro) (ICNF 2012).

Quando essa análise apresenta conclusões negativas face aos objetivos de conservação da ZPE ou SIC, a realização da ação, plano ou projeto depende da demonstração da inexistência de alternativas para a sua localização e do reconhecimento de razões imperativas de interesse público por despacho ministerial (ICNF 2012).

Contudo, quando as conclusões negativas dizem respeito à afetação de um *habitat* natural ou de uma espécie classificados como prioritários, as razões de interesse público apenas podem ser evocadas por motivos associados à saúde e segurança públicas, consequências benéficas primordiais para o ambiente ou outras razões imperativas mas, neste caso, mediante parecer prévio da Comissão Europeia (ICNF 2012)

Em qualquer dos casos, deverão ser definidas e aprovadas medidas compensatórias dos impactos gerados, a cargo do promotor da ação, projeto ou programa (ICNF 2012).

Existem também projetos que podem requerer uma avaliação de impacto ambiental (AIA).

A avaliação de impacto ambiental é um instrumento fundamental de carácter preventivo da política de ambiente e do ordenamento do território, e como tal reconhecido pela Lei de Bases do Ambiente, Lei n.º 11/87, de 7 de abril, nos artigos. 30.º e 31.º (ARH Tejo 2012).

Deste modo, a AIA permite assegurar que as prováveis consequências sobre o ambiente de um determinado projeto sejam analisadas e tomadas em consideração no processo de decisão (ARH Tejo 2012).

O atual regime jurídico de AIA encontra-se instituído pelo Decreto-lei n.º 69/2000, de 3 de maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-lei n.º 197/2005, de 8 de novembro, que o republica, bem como pela Declaração de Retificação n.º 2/2006, de 6 de janeiro (ARH Tejo 2012).

O Decreto-lei n.º 69/2000 prevê, no entanto, a possibilidade de dispensa total ou parcial do procedimento de AIA, para qualquer projeto incluído nos Anexos I ou II, a título excepcional e devidamente fundamentado, a qual só poderá ser autorizada por despacho conjunto do Ministro do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional e do Ministro da tutela. Também está prevista a possibilidade de um projeto não incluído nos Anexos, mas que apresente características especiais, ser sujeito a processo de AIA (art. 1.º- art 3.º do Decreto-lei n.º 69/2000, de 3 de maio, na sua redação atual) (ARH Tejo 2012).

Assim, o estudo de soluções envolve as etapas anteriormente referidas e encontra-se esquematicamente representado na Figura 3.8.

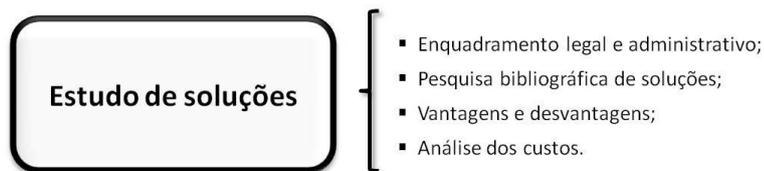


Figura 3.8 – Estudo de soluções.

### 3.5 DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS E CENÁRIOS

A etapa de definição de objetivos e cenários é crucial no sentido em que a definição de objetivos permite estabelecer metas que se pretendem atingir para ser possível uma mais correta definição de todas as subseqüentes ações e, por outro lado, a definição de cenários encontra-se interligada à previsão do que poderá acontecer de forma a adequar e enquadrar as ações que mais efetivas sejam num determinado cenário previsto.

Atualmente observa-se em diversas bibliografias diferentes formas de enquadrar os objetivos e cenários.

Assim, após consulta bibliográfica pode-se considerar como exemplos de objetivos tidos em conta em projetos de reabilitação os seguintes:

- Não fazer nada;
- Remoção de material depositado;
- Redução do risco de cheias;
- Aumentar a frequência de inundações para beneficiar algumas zonas;
- Possibilitar a passagem de peixes;
- Proteger a biodiversidade de algumas zonas adjudicando-as como áreas protegidas;
- Combinação de várias opções.

Tendo uma vasta gama de objetivos possíveis importa definir quais os que correspondam às necessidades efetivas do sistema tendo por base as alterações em causa bem como os princípios de reabilitação e de boas práticas de modo a permitir orientar a definição de objetivos de uma forma clara, atingível e mensurável.

No que respeita a espaços urbanos, existem objetivos específicos relacionados com a necessidade de reabilitação, como por exemplo (Teiga 2011):

- Recuperar parte dos processos naturais dos rios;
- Controlo de descargas, efluentes e melhoria da qualidade e quantidade da água;
- Melhoria da continuidade fluvial;
- Estabilização das margens fluviais;
- Melhorar a estética e usufruto do rio com adequação recreativa;
- Reabilitar troços de rios urbanos devido ao seu valor socioeconómico;
- Melhoria da saúde e qualidade de vida das populações;
- Valorizar o património.

Relativamente a cenários frequentes podem ser referidos os seguintes:

- Não atuar;
- Escassez de capital para investimento;
- Obtenção do bom estado ecológico;
- Obtenção do bom potencial ecológico;
- Maximizar a produção agrícola;
- Aumentar a biodiversidade;
- Maximizar o armazenamento de nutrientes provenientes de inundações.

A definição de cenários deve ser realizada de acordo com os objetivos previstos e deve integrar diferentes visões, como por exemplo uma visão mais pró-ativa, uma mais reativa e uma passiva. No entanto, a definição de cenários deve ser sempre balizada pelo âmbito onde o projeto de reabilitação se desenrola tendo em conta todas as pressões e possíveis evoluções de cenários ao longo do tempo de realização do projeto.

Assim, devido a todas as circunstâncias que podem alterar os objetivos e cenários elaborados aquando do projeto de reabilitação importa estabelecer uma ordem prioritária de objetivos que se prende com a urgência em intervir na resolução de algumas situações.

### 3.5.1 CRITÉRIOS DE PRIORIDADE

Primeiramente importa intervir em todas as situações que possam colocar em perigo a saúde pública, como situações de infestação por ratos, mosquitos, etc., situações de possível contaminação de águas, rega de leguminosas com água contaminada que pode provocar acumulação de substâncias prejudiciais à saúde nesses vegetais, captação e conseqüente consumo de água imprópria ou até mesmo pela utilização do sistema fluvial em termos balneares podendo provocar problemas de pele ou problemas de saúde relativos à possível ingestão de água contaminada.

Paralelamente a questões de saúde pública importa priorizar também as questões de segurança das populações, uma vez que, por exemplo, situações de cheias podem provocar, para além de danos materiais, mortes.

O caso específico das cheias é um exemplo que pode englobar tanto questões de saúde pública, como de segurança, já que em rios e ribeiras, especialmente de países em vias de desenvolvimento, por falta de segurança, face a grandes cheias estas resultam, frequentemente, em epidemias de cólera e outras doenças, em resultado de águas de captação que ficam inquinadas e de más condições de salubridade associadas à humidade, lamas, detritos ou esgotos.

Deve também ser considerado prioritário a intervenção no rio, ou troço de rio, que, através do menor dispêndio (económico, social e ambiental), mais se aproxime da situação que queremos alcançar (sistema fluvial objetivo) (Almeida *et al* 2009) e (CHS 2008).

Um meio eficaz de tornar estas áreas prioritárias é, por exemplo, tentar adjudicá-las a áreas protegidas, gerindo estas áreas através de meios legais ou outros igualmente eficientes, tendo em vista a sua proteção ambiental.

De seguida devem-se abordar possíveis troços a reabilitar. Estes troços compreendem leitos com um significativo grau de alteração e que por isso só se poderá realizar atividades de reabilitação devido à dificuldade em eliminar ou controlar as causas que originaram a perturbação no sistema (CHS 2008).

Uma das medidas de gestão para melhorar estes troços é a revegetação das margens com espécies autóctones. No entanto, antes da realização da revegetação, são ações prioritárias para adaptação ou remodelação das margens do leito àquelas que aumentam a secção transversal do rio para deixar um espaço onde estas espécies vegetativas se possam desenvolver (CHS 2008).

Por último, em troços altamente modificados, mas que apresentam alto valor cultural ou social, como troços urbanos canalizados, são prioritárias ações de melhoria que resultem numa maior utilização e usufruto do rio e ribeiras por parte da população. Assim, nestes troços, a estratégia mais fácil é a criação de espaços de lazer que fomentem o uso público. No desenho destes parques deve-se ter em atenção as seguintes medidas:

- Criação de diversos *habitats* aquáticos e ripários;
- Revegetação das margens com espécies autóctones;
- Desenho com acondicionamento de percursos naturais e ciclovias;
- Integração de elementos etnológicos (CHS 2008).

É importante salientar que a criação de parques de lazer para usufruto da população só faz sentido caso o curso de água apresente condições de qualidade que possibilitem o contacto com a água sem que haja riscos para a saúde pública e sem que por outros fatores como o cheiro não interfiram no bem-estar de quem visita o local.

Então, resumidamente, a hierarquia de intervenções deverá seguir a seguinte ordem representada na Tabela 3.1:

Tabela 3.1 – Hierarquia de intervenções.

Priorização de intervenções	Tipo de Intervenções
1º	Resolução de existentes ou potenciais problemas de saúde pública e/ou de segurança
2º	Proteção de troços do rio mais próximos do sistema fluvial objetivo
3º	Reabilitar troços com um grau significativo de alteração
4º	Melhorar troços altamente modificados com alto valor cultural ou social

É, no entanto, importante ressaltar que pode haver necessidade de reformular estas prioridades em função de determinados objetivos ou de restrições de diversa índole.

Para além disso, dentro das prioridades definidas podem decorrer diferentes ações que visem essa priorização sendo que também essas podem sofrer hierarquização.

Por último, importa referir que todas as intervenções deverão privilegiar a utilização de técnicas que minimizem o impacto nefasto no ecossistema ribeirinho.

As técnicas de bioengenharia diferenciam-se das técnicas de engenharia fluvial convencional por serem uma constante recusa de soluções lineares, sendo antes um permanente balancear dos inúmeros processos construtivos e das soluções técnicas existentes com as condições locais do meio e os diversos problemas e riscos decorrentes das intervenções. Deste modo, a vantagem desta utilização em

linhas de água reveste-se de particular importância dada a sua riqueza ecológica e paisagística, impossível de manter utilizando-se exclusivamente técnicas lineares de engenharia civil, com materiais rígidos estranhos ao meio em que são inseridos (D. Oliveira 2006).

Caso não seja possível utilizar-se na totalidade estas técnicas deverá ser equacionada a utilização de técnicas que incorporem tanto componentes de bioengenharia como técnicas de engenharia fluvial convencional e, em último caso, utilizar-se apenas estas últimas.

### 3.5.2 CRITÉRIOS PARA PRIORIZAR INTERVENÇÕES

Depois de identificados os troços pelos quais se deveria atuar primeiramente importa definir qual a ordem mais apropriada de intervenções para permitir acelerar o processo de reabilitação.

Assim, deve-se ter em conta a capacidade que o ecossistema fluvial tem de resistir e recuperar de uma situação extrema. Esta capacidade resiliente condiciona a priorização de intervenções no sentido em que, garantindo alguns fatores cruciais, o próprio rio terá capacidade de se ir adaptando e renovando, poupando assim dinheiro e meios em intervenções desnecessárias.

Assim, os fatores cruciais que, em maior ou menor grau, determinam a capacidade de recuperação por si de um rio são a água, que deve apresentar-se com qualidade e com um regime adequado, espaço e tempo, como se pode ver pela Figura 3.9 (Almeida *et al* 2009).



Figura 3.9 – Fatores cruciais para a capacidade de resiliência do ecossistema fluvial (Almeida *et al* 2009).

A partir destas três condições, o próprio rio pode despoletar os processos que lhe permitirão atingir o seu estado de sistema em flutuação permanente, mais ou menos intensa, num processo de equilíbrio dinâmico (Almeida *et al* 2009)..

Assim que o rio dispõe de qualidade tanto da água como dos sedimentos bem como um regime adequado e espaço, devemos examinar as possibilidades de acelerar o processo de recuperação, através da:

- 1) Remoção dos elementos artificiais que possam estar a restringir o canal (exceto quando existam riscos potenciais envolvidos que desaconselhem uma tal ação);
- 2) Recuperação da qualidade da água e do regime hidrológico;
- 3) Reestruturação dos padrões básicos da antiga morfologia fluvial e do leito e cheia;
- 4) Recuperação da vegetação ripícola, de modo a desenvolver um biótopo que integre a fauna e cumpra as suas funções;
- 5) Recuperação do *habitat* aquático (Almeida *et al* 2009)..

Assim, as etapas necessárias para a definição de objetivos e cenários encontram-se ilustradas na Figura 3.10.

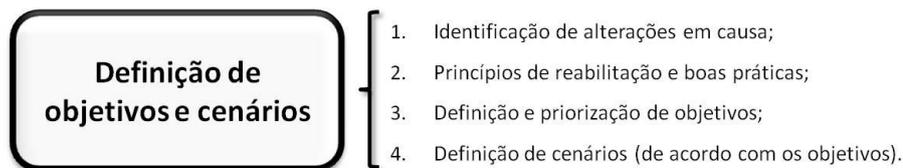


Figura 3.10 – Definição de objetivos e cenários.

### 3.6 ELABORAÇÃO DO PROJETO

A elaboração do projeto é deveras importante pois caso não seja bem planeada constitui um desperdício de tempo e de recursos comprometendo toda a evolução do projeto de reabilitação.

A etapa de elaboração do projeto pressupõe a seleção do cenário e objetivos e conseqüentemente das soluções a implementar e em que troços. Esta seleção deve ir de encontro às principais áreas de intervenção que, por sua vez, devem estar interligadas aos principais problemas.

Para além disso, a seleção de troços a intervencionar prende-se também com a hierarquização dos objetivos que se propõem atingir.

Um importante fator prende-se com a necessidade de incorporar na elaboração do projeto a necessidade de prever medidas mitigadoras que visem corrigir ou minimizar os possíveis impactos de determinadas soluções propostas. Devem também ser previstas medidas mitigadoras que visem atenuar os efeitos da implementação das soluções propostas ou melhorias do projeto.

As medidas de mitigação envolvem, segundo (EA 2010) , por exemplo:

- Boas práticas de gestão da vegetação ripícola;
- Boas práticas de gestão da vegetação no curso de água;
- Possível remoção de possíveis obstruções no canal;
- Passagens para peixes em sistemas fluviais;
- Canais de by-pass;
- Modificação estrutural de pontões;
- Aumentar o valor ecológico de estruturas no sistema fluvial;
- Boas práticas agrícolas.

Depois de seleccionadas as soluções a implementar importa calendariza-las dada a sensibilidade de algumas medidas face às épocas do ano.

É também nesta etapa que se devem prever os indicadores que servirão posteriormente na etapa de monitorização para a avaliação do decorrer do projeto. Como se trata de um projeto de reabilitação, os indicadores devem incidir de acordo com fatores económicos, socioculturais e ambientais e devem ser sensíveis às possíveis variações do sistema fluvial integrando também questões relacionadas com a envolvente (natureza, homem).

Deverá ser programado um projeto de execução que requer a especificação de atribuições, responsabilidades, direitos e obrigações de todas as partes interessadas bem como os processos e meios disponíveis para a gestão de todo o projeto.

É importante mencionar a Portaria n.º 701-H/2008 de 29 de julho uma vez que esta aprova, ao abrigo do n.º 7 do artigo 43.º do Código dos Contratos Públicos (CCP), o conteúdo obrigatório do programa e do projeto de execução, a que se referem os n.ºs 1 e 3 do artigo 43.º do CCP, bem como os procedimentos e normas a adotar na elaboração e faseamento de projetos de obras públicas, designados como instruções para a elaboração de projetos de obras, constantes do anexo I à presente portaria, da qual faz parte integrante e, aprova ainda a classificação de obras por categorias, a qual consta do anexo II à presente portaria, da qual faz parte integrante.

Relativamente à orçamentação de toda a intervenção no curso fluvial deve ser a mais detalhada possível e, de um modo geral, devem ser considerados os seguintes custos:

- Para cada fase: contratação de equipas técnicas especializadas, aluguer ou compra de equipamento, despesas de deslocação, alojamento e alimentação.
- Para a caracterização: subcontratação de equipas técnicas especializadas para a execução de tarefas específicas (amostragem de peixes, censos de aves, análises estatísticas).
- Para a elaboração e implementação de um plano de participação pública: constituição de equipa de participação pública, custos de aluguer de salas, anúncios, contratação de dirigente da equipa de participação pública, custos de design e edição de folhetos e página internet, custos de manutenção, custos de preparação e organização de seminários.
- Para a definição de objetivos e de cenários: custos de reuniões de equipas técnicas e equipas de participação pública, subcontratação de sociólogo, incentivos à participação em reuniões.
- Para o estudo de soluções: subcontratação de advogado para análise de processos administrativos a desencadear (licenças), bem como para o estabelecimento de contactos com proprietários de terrenos com vista à implementação das ações planeadas, custo de aluguer de salas para reuniões, estudos de impacto ambiental.
- Para a implementação: contratação de gestor de projeto e fiscal de obra, trabalhos de instalação e construção, limpeza final do local, trabalhos de plantação e rega, compra ou propagação de plantas.
- Para a monitorização: custos de amostragens de campo, construção de base de dados, tratamento e gestão de dados, elaboração de relatórios (Almeida *et al* 2009)..

A contratação de empresas para execução de tarefas específicas dos projetos é essencial, uma vez que a maioria das entidades que pretendem implementar este tipo de ações não possuem maquinaria pesada nem pessoal especializado para as intervenções em causa. Apenas algumas empresas se especializam neste tipo de trabalho, pelo que se recomenda um grande nível de detalhe nas especificações técnicas dos trabalhos a desenvolver. As contratações exigem uma constante supervisão de modo a assegurar que o trabalho é concluído de acordo com o especificado (Almeida *et al* 2009).

O gestor do projeto deve realizar reuniões de campo prévias, para garantir o cumprimento das especificações do projeto, bem como para minimizar os riscos de uma execução incorreta por parte da empresa contratada. Estas reuniões são necessárias para uma compreensão abrangente dos objetivos (Almeida *et al* 2009).

Assim, esquematicamente a elaboração do projeto é constituída por seis etapas principais, como se pode ver pela Figura 3.11.

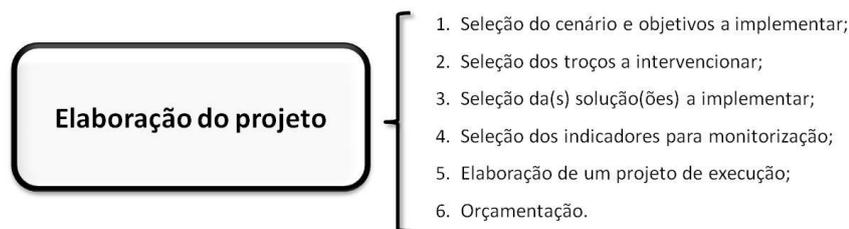


Figura 3.11 – Elaboração do projeto.

### 3.7 FINANCIAMENTO E INSTITUIÇÕES CHAVE

Num projeto de reabilitação fluvial o financiamento é muito importante pois pode condicionar o projeto ou até mesmo impossibilitar a sua execução.

O financiamento permite angariar capital no sentido de financiar o projeto, isto é, auxiliar monetariamente a execução de determinadas obras.

Assim, importa conhecer quais as fontes de financiamento que poderão ser fontes internas, através de capitais próprios, ou através de financiamento externo.

O Decreto-lei n.º 97/2008 de 11 de junho prevê como instrumentos económicos e financeiros a taxa de recursos hídricos, as tarifas dos serviços públicos de águas e os contratos-programa relativos a atividades de gestão dos recursos hídricos.

A taxa de recursos hídricos visa compensar o benefício que resulta da utilização privativa do domínio público hídrico, o custo ambiental inerente às atividades suscetíveis de causar um impacto significativo nos recursos hídricos, bem como os custos administrativos inerentes ao planeamento, gestão, fiscalização e garantia da quantidade e qualidade das águas (INAG 2012).

As receitas resultantes da cobrança da taxa de recursos hídricos são afetadas do seguinte modo, segundo o Decreto-Lei n.º 97/2008:

- 50% para o fundo de proteção dos recursos hídricos;
- 40% para a ARH a quem compita a respetiva liquidação;
- 10% para o INAG.

As receitas resultantes da cobrança da taxa de recursos hídricos são aplicadas do seguinte modo, segundo o Decreto-Lei n.º 97/2008:

- No financiamento das atividades que tenham por objetivo melhorar a eficiência do uso da água e a qualidade dos recursos hídricos;
- No financiamento das ações de melhoria do estado das águas e dos ecossistemas associados;
- Na cobertura dos demais custos incorridos na gestão dos recursos hídricos, objeto de utilização e proteção.

O fundo de proteção dos recursos hídricos, segundo o Decreto-Lei n.º 97/2008, terá como objetivo prioritário promover a utilização racional e a proteção dos recursos hídricos através da afetação de recursos a projetos e investimentos necessários ao seu melhor uso, nomeadamente a projetos de grande envergadura e repartir-se-á pelo INAG e pelas ARH a parcela da receita da taxa dos recursos hídricos que lhe está afeta.

Também as tarifas dos serviços públicos de águas visam garantir a recuperação, em prazo razoável, dos investimentos feitos na instalação, expansão, modernização e substituição das infra-estruturas e equipamentos necessários à prestação dos serviços de águas, promover a eficiência dos mesmos na gestão dos recursos hídricos e assegurar o equilíbrio económico e financeiro das entidades que os levam a cabo em proveito da comunidade.

As ajudas financeiras, sejam elas subvenções diretas, empréstimos com juros bonificados ou outros instrumentos de política económica, a sua importância advém da associação dos proveitos financeiros daí decorrentes com a previsão de realização de maior número de contratos-programa, forma privilegiada de se constituir em instrumento de proteção ambiental e simultaneamente não colocar em risco os princípios da livre concorrência (ARH Norte 2011).

Assim, os contratos-programa relativos a atividades de gestão dos recursos hídricos visam fomentar a cooperação de entidades públicas de diferentes níveis territoriais da administração, bem como de entidades privadas e cooperativas, na gestão sustentável dos recursos hídricos, estimulando os investimentos que para ela concorram e contribuindo para a interiorização dos benefícios ambientais que resultem para a comunidade de projetos e ações a levar a cabo neste domínio.

Segundo o Decreto-Lei n.º 97/2008, os contratos-programa relativos a atividades de gestão de recursos hídricos têm por objeto o apoio técnico ou financeiro à realização de investimentos nas seguintes áreas:

- Introdução de novas tecnologias visando a maximização da eficiência na utilização da água e a diminuição do potencial contaminante de emissões poluentes;
- Instalação de tecnologias de informação, de comunicação e de gestão automática de sistemas de gestão de recursos hídricos;
- Introdução de técnicas de autocontrolo e monitorização na utilização de água e na emissão de poluição sobre os recursos hídricos;
- Construção de infraestruturas hidráulicas;
- Construção de sistemas de abastecimento de água, de drenagem e tratamento de águas residuais e suas componentes;
- Trabalhos de manutenção e recuperação das margens dos cursos de água e das galerias ripícolas.

Encontra-se também previsto modalidades de prestação de apoio, tanto apoio financeiro como técnico.

O apoio financeiro a prestar pela administração central no âmbito dos contratos-programa relativos a atividades de gestão de recursos hídricos traduz-se na participação nos respetivos custos de investimento, podendo ser concedido através da prestação de subsídios, concessão de crédito ou bonificação de juros.

O apoio técnico a prestar pela administração central no âmbito dos contratos-programa relativos à gestão de recursos hídricos pode traduzir-se em atividades de formação técnica e profissional, na elaboração de estudos e pareceres ou no acompanhamento e fiscalização de projetos, entre outras ações

Existe também a possibilidade de aplicar os princípios do utilizador-pagador e do poluidor-pagador como meio de proteção ambiental, visando introduzir mecanismos de correção de eventuais faltas de equidade ao mesmo tempo que apoiam o combate a favor da diluição de assimetrias regionais (ARH Norte 2011).

Deste modo, na etapa de financiamento e instituições chave dever-se-á proceder à identificação das instituições chave e perceber se há condições de estas financiarem o projeto ou então procurar outros meios de financiamento, como se esquematiza na Figura 3.12.

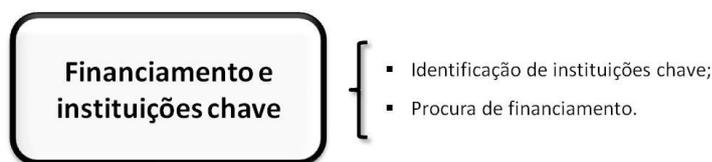


Figura 3.12 – Financiamento e instituições chave.

### 3.8 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação de um projeto de reabilitação fluvial é a etapa crucial de todo o processo, uma vez que é nesta que se põe em prática todo o que foi definido anteriormente, permitindo o alcance dos objetivos propostos para a reabilitação fluvial em curso.

No entanto, antes da concretização das intervenções previstas é relevante que as funções, responsabilidades e autoridades de decisão sejam bem definidas, para facilitar a gestão e cumprimento de critérios operacionais nos procedimentos (Coelho 2009).

Importa salientar que, frequentemente, a intervenção em ambientes urbanos oferece oportunidades excecionais:

- a) Permite que o público se aperceba do estado do rio, e da necessidade de impor limitações ao uso da sua água e espaço circundante. Isto significa fazer sacrifícios que irão beneficiar o rio restaurado, que por sua vez irá oferecer à cidade e à sua população novas oportunidades de satisfação.
- b) Encoraja uma nova forma de olhar para o rio; uma nova cultura que irá tornar mais simples executar investimentos e fazer sacrifícios noutros rios, mais afastados da população. Por outras palavras, mesmo quando o investimento nos troços fluviais urbanos não é ambientalmente eficiente, pode ser ainda assim rentável, no sentido da alteração das atitudes das pessoas em relação aos espaços fluviais. Este benefício intangível é essencial para aumentar a sensibilidade para a necessidade de recuperar e respeitar os rios, em todos os seus diferentes aspetos (Almeida *et al* 2009)..

Na fase de implementação é também importante prever medidas de mitigação dos possíveis impactos. Assim, diversos autores definem um conjunto de recomendações de modo a minimizar os impactos dos trabalhos, entre as quais destaca-se a necessidade de:

- Atuar em extensões limitadas em função dos objetivos a atingir e do plano global de intervenção;
- Escolher a realização dos trabalhos fora da época de reprodução das espécies piscícolas e dos meses de maior precipitação, devendo na generalidade, ser efetuados entre os meses de agosto e outubro;
- Limitar os trabalhos e as intervenções sobre o leito para manter a máxima diversidade de *habitats*;
- Utilizar material adequado que deve circular fora do leito;
- Trabalhar alternadamente entre uma margem e outra;

- Preservar a integração paisagística do curso de água;
- Ter em conta as consequências dos trabalhos, especialmente a jusante;
- Escolher as técnicas mais adequadas e as menos danosas para o ambiente;
- Evitar, na medida do possível, retirar a vegetação autóctone que reveste as margens – a preservação da vegetação faz manter o input de matéria orgânica e evita a excessiva temperatura e crescimento da vegetação aquática;
- Minimizar a remoção de árvores para o acesso das máquinas, a qual deverá ser criteriosa e incidir caso necessário nas espécies exóticas (por exemplo, acácias). O operador de máquinas deverá receber instruções claras relativamente à conservação e valorização da vegetação;
- Não utilizar qualquer produto químico para a desmatação, mesmo que sistémico;
- Conduzir os trabalhos de jusante para montante e no acesso à circulação de máquinas deve haver o cuidado de precaver os interesses dos proprietários confinantes;
- Acumular os lixos e resíduos em locais a definir e, posteriormente, eliminados ou transportados para local apropriado e definitivo (D. Oliveira 2006).

Para se verificarem as oportunidades referidas anteriormente espera-se que a etapa de implementação seja realizada com o máximo rigor no sentido de evitar desvios do que foi anteriormente planeado.

Assim, encontra-se representada esquematicamente esta etapa na Figura 3.13:

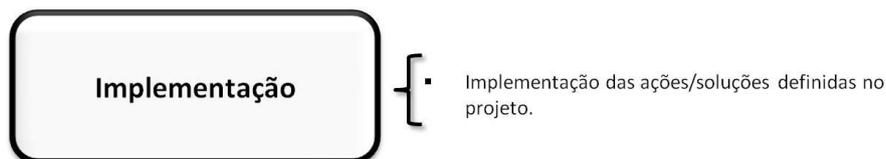


Figura 3.13 – Implementação.

### 3.9 MONITORIZAÇÃO E MANUTENÇÃO

A monitorização constitui uma etapa muito relevante no sentido de perceber qual a resposta do ecossistema às ações implementadas.

Devido ao facto de fornecer informação oportuna e adequada, a monitorização deve ser uma componente importante de gestão (Almeida *et al* 2009)..

O sucesso dum esforço de monitorização depende de um entendimento claro dos seus objetivos gerais e específicos, do planeamento estratégico e de um design apropriado (Almeida *et al* 2009)..

Algumas das razões para executar monitorizações são:

- Avaliação da eficácia de políticas ou de legislação (por exemplo, valor de restauro).
- Avaliação da performance, funcionamento ou condição (por exemplo condição dum *habitat*).
- Detecção de alterações; monitorização de sinais precoces de aviso (por exemplo degradação ecológica).
- Compreensão ecológica de longo prazo (por exemplo alterações dos agrupamentos de espécies, variabilidade natural).

Estas quatro razões não se excluem mutuamente. Através do estabelecimento de objetivos claros, algumas tarefas irão ter maior importância que outras, mesmo que existam diferenças de opinião entre cientistas e intervenientes (Almeida *et al* 2009)..

Os objetivos e estratégias de monitorização devem ser desenvolvidos através do envolvimento participativo de todos os intervenientes e devem ter uma significância de curto e longo prazo (Almeida *et al* 2009).

Assim, e apesar de terem sido estipuladas condições para uma boa realização dos trabalhos, o Plano de Monitorização constituiu um dos pontos obrigatórios de um projeto de reabilitação, de modo a balizar o grau de incerteza associado a um projeto desta natureza (D. Oliveira 2006).

Para além da monitorização das estruturas de reabilitação implementadas, requer-se uma visão e um conhecimento global dos parâmetros funcionais e estruturais de que depende o bom funcionamento do corredor fluvial. Por isso, para além da monitorização do meio físico é fundamental incluir a monitorização da componente biológica, de forma a quantificar o efeito da reabilitação na composição e estrutura das comunidades aquáticas.

Nos dois a três primeiros anos após a implementação das medidas de reabilitação, a monitorização da macrofauna bentónica deve ser realizada duas vezes por ano, uma logo depois da estação das chuvas e a segunda no fim da época estival. Deste modo, a mostragem feita nos pontos reabilitados permite avaliar quer a evolução do sistema fluvial, com base na relação biota/*habitat*, quer a forma como o comportamento da estrutura do canal se reflete nestas comunidades, especialmente após o período das cheias.

Por sua vez, a monitorização anual da ictiofauna permite avaliar a composição e a estrutura das comunidades, as quais são fortemente determinadas pelos *habitats* fluviais e pela vegetação ribeirinha (D. Oliveira 2006).

De forma complementar, a monitorização da qualidade da água permitirá aferir se as medidas permitiram a diminuição da entrada de nutrientes no meio aquático (D. Oliveira 2006).

A obtenção deste tipo de informação poderá ser usada para aperfeiçoar o desempenho desta e de outras ações de reabilitação de corredores fluviais (D. Oliveira 2006).

A monitorização implica por isso uma recolha de informação exaustiva e conseqüente tratamento dos dados, no sentido de ir controlando os resultados de toda a evolução espacial e temporal do estado de implementação das ações anteriormente definidas. Esta recolha de informação deve ser orientada para obter os dados necessários para os indicadores anteriormente definidos na etapa de elaboração do projeto.

Salienta-se ainda que, numa intervenção fluvial a entidade gestora dos recursos hídricos tem também a responsabilidade de garantir que os procedimentos estão a ser executados conforme o projetado e cumprem especificamente os parâmetros ambientais definidos. Por outro lado, o dono de obra pode também formar uma equipa de fiscalização que deverá acompanhar os procedimentos de forma a garantir o cumprimento dos seus interesses e colaborar com a entidade licenciadora (Coelho 2009).

A manutenção apresenta-se como um vetor muito importante na gestão de toda a implementação, uma vez que torna efetiva toda a intervenção. Sem manutenção a intervenção adquiriria um carácter pontual e, devido aos diferentes ciclos intervenientes (hidrológicos, vegetativos, entre outros), um projeto de reabilitação fluvial para ser efetivo requer cuidados e trabalhos ao longo do tempo.

Assim, a manutenção compreende trabalhos de conservação (nomeadamente da vegetação ou de estruturas implementadas), prevenção de possíveis danos causados pela fauna selvagem e pelos

utilizadores, ceifa e transporte do material cortado, rega, retanchar e manutenção após eventos de cheias (Teiga 2011).

É importante referir que estima-se que a duração da manutenção deve decorrer até à estabilização dos resultados (Teiga 2011).

Devido a toda a variedade de trabalhos e tipologias de intervenção torna-se também relevante a realização de um plano de manutenção de forma a organizar e calendarizar todas as tarefas de manutenção, sendo que, deverão, por isso, implementar-se todas as ações definidas no plano.

A Figura 3.14 representa as principais orientações numa etapa de monitorização e manutenção.

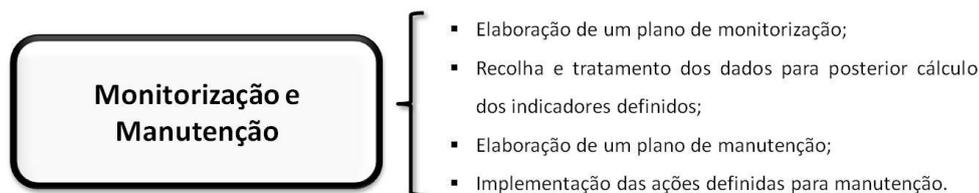


Figura 3.14 – Monitorização e manutenção.

### 3.10 PARTICIPAÇÃO PÚBLICA

A participação pública pode ser definida como o envolvimento de indivíduos e grupos que são positiva ou negativamente afetados por uma intervenção proposta sujeita a um processo de decisão ou que estão interessados na mesma (Pierre 2006).

A recente importância dada à participação pública encontra-se retratada no artigo 14º da DQA que preconiza a participação ativa de todas as partes interessadas no desenvolvimento dos PGRH e exige que os Estados-Membros promovam a informação e consulta pública (Rodrigues 2009).

Assim, a participação pública é de extrema importância na divulgação e partilha de conhecimentos entre as partes interessadas e deve possibilitar uma comunicação clara, concisa e inequívoca.

Os objetivos da participação pública são, segundo (Pierre 2006):

- Convidar o público afetado e interessado para o processo de decisão para promover a justiça, a equidade e a colaboração;
- Informar e educar as partes interessadas acerca da intervenção planeada e das suas consequências;
- Reunir informação junto do público sobre o seu ambiente humano (incluindo as dimensões cultural, social, económica e política) e o seu ambiente biofísico, bem como sobre as relações que têm com o seu ambiente (incluindo as relacionadas com os conhecimentos tradicionais e locais);
- Obter reações do público sobre a intervenção planeada, incluindo a sua escala, calendarização e formas de reduzir os seus impactos negativos ou aumentar os seus resultados positivos ou compensar impactos que não possam ser mitigados;
- Contribuir para melhorar a análise de propostas, levando a um desenvolvimento mais criativo, intervenções mais sustentáveis e, consequentemente, maior aceitação e apoio do público, comparativamente ao que sucederia noutras circunstâncias;

- Contribuir para a aprendizagem mútua entre as partes interessadas e para a melhoria da prática de participação pública.

O planeamento participativo, inevitavelmente, envolve a gestão de conflitos, uma vez que, cada participante ou grupo de interesse tem os seus objetivos, interesses e agendas. Assim, a participação pública é uma negociação e simultaneamente um compromisso que requer tempo (Loucks *et al* 2005).

No entanto, esta partilha de conhecimentos promove tomadas de decisão mais sustentadas, maior entendimento dos problemas ambientais e das contribuições dos vários setores para atingir os objetivos ambientais, possibilitando uma diminuição de eventuais conflitos por desconhecimento ou falta de informação e aumenta a probabilidade de sucesso de toda a implementação (INAG 2012).

O sucesso dos planos de participação pública depende da integração efetiva entre os conhecimentos científicos, a educação e as tomadas de decisão, que por sua vez dependem de uma comunicação deliberada, transparente e organizada entre os decisores, investigadores, gestores e outros intervenientes (Almeida *et al* 2009).

Dessa integração podem-se obter benefícios, já que se dá maior importância ao dinheiro e existe uma maior probabilidade de sucesso da aplicação do plano de participação pública a longo prazo envolvendo-se uma vasta gama de cidadãos devido também aos diversos interesses dos diferentes grupos de participantes.

Em última análise, o sucesso depende muito da comunidade local pois é esta que efetivamente utiliza o sistema fluvial sendo por isso necessário, por parte de quem pretende educar e sensibilizar a população para uma causa, apresentar uma abordagem proactiva na sua comunicação e disponibilização de conhecimento e informações úteis (Almeida *et al* 2009).

Importa não esquecer que os projetos de reabilitação fluvial geralmente decorrem durante um intervalo temporal alargado, e que os seus resultados finais só são completa e totalmente visíveis bastante tempo depois do trabalho estar finalizado. Para estes projetos serem bem sucedidos é frequente a sociedade ter de abdicar do usufruto de espaços e atividades, para benefício da integridade do sistema fluvial. Deste modo, é crucial possuir o apoio da sociedade para se conseguirem atingir os resultados desejados (Almeida *et al* 2009).

A definição das partes interessadas é também um elemento chave a ter em conta visto que é através de uma rica partilha de conhecimentos entre estas, que se enriquece todo o projeto de reabilitação podendo influenciar a gestão de todo o projeto.

Pretende-se assim que o grupo de participação pública seja diversificado contendo os utilizadores do local onde se pretende efetuar o projeto de reabilitação bem como as partes interessadas no mesmo, como o promotor do estudo, Câmaras Municipais, Administrações dos Recursos Hídricos (ARH), Agência Portuguesa do Ambiente (APA), Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente (SEPNA) da Guarda Nacional Republicana (GNR), técnicos, movimentos cívicos, cidadãos individuais com interesses no projeto, entre outros. Devem também ser feitas sessões de esclarecimento para o público em geral.

Posteriormente deve ser definida uma calendarização de todas as reuniões visto que destas podem surgir alterações na definição de objetivos, soluções e até mesmo implicar a necessidade de uma nova caracterização do sistema fluvial ou pode apenas ser necessário o acompanhamento, pelo grupo de participação pública, da elaboração e implementação do projeto.

Para além da calendarização importa também definir os meios de participação das populações e as formas de comunicação e sensibilização da população.

Representa-se assim na Figura 3.15, o esquema relativo à elaboração, implementação de um plano de participação pública:



Figura 3.15 – Participação pública.

### 3.11 CONSIDERAÇÕES

É importante referir que após a realização de todas as etapas, o projeto de reabilitação não fica terminado no sentido em que, após a cessação dos problemas para os quais foi elaborado deve ser revisto todo o projeto para identificar outros problemas aos quais se deve prosseguir com soluções no sentido de ir melhorando sempre todo o sistema ribeirinho, ou seja, visando a melhoria contínua.

Para além disso, num projeto de reabilitação enriqueceria o trabalho se fosse realizada uma orçamentação de todas as etapas da metodologia, tendo em conta os recursos humanos bem como os restantes recursos necessários à realização de todos os pressupostos inerentes à realização de cada etapa. Dever-se-ia também ter em conta os possíveis meios de financiamento do projeto para ter uma ideia do que efetivamente seria necessário investir.

Como qualquer outro projeto este deveria ser gerido e planeado com o máximo rigor e como tal poderia ser utilizada a ferramenta MS Project © que auxilia na gestão de projetos, nas suas diversas vertentes. Assim, esta ferramenta permite estipular atividades bem como as suas durações, estruturá-las por fases, facilitar a organização de equipas e o modo como estas comunicam, estruturar planos de reuniões e pontos de controlo onde se devem explicitar os indicadores utilizados e, por fim, pode-se estimar o orçamento deste projeto considerando toda a duração do projeto.

Por fim, é importante referir que a aplicação desta metodologia por si só não garante o sucesso do projeto de reabilitação pelo que qualquer processo de mudança deverá ter apoio político, liderança, fundos monetários, baseado em conhecimento técnico e científico, e gerido com tempo bem como adequado ao contexto em que se insere.



# 4

## IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA

Devido ao curto espaço de tempo de realização deste trabalho face ao tempo necessário para executar todo o processo de reabilitação fluvial, foi apenas possível implementar a metodologia até à etapa de Estudo das Soluções, integrando também a Participação Pública. As etapas subsequentes deverão, posteriormente, serem efetuadas no âmbito do município caso se pretenda efetuar uma efetiva reabilitação do rio Tinto.

É importante referir que para implementar a metodologia corretamente, nomeadamente no que respeita à etapa de caracterização do sistema fluvial, teria sido muito relevante a obtenção de cartas topográficas da área em estudo, no entanto, apesar do contacto com o Departamento de Planeamento da Câmara Municipal de Gondomar, não foi possível obter dados topográficos em formato digital ou numa escala considerável de forma a ser utilizado na caracterização que de seguida se apresenta.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA FLUVIAL

O foco de estudo desta dissertação é o rio Tinto e, como tal, interessa primeiramente caracteriza-lo com o intuito de compreendendo as suas interações para ser possível posteriormente atuar em conformidade no sentido de o reabilitar.

#### 4.1.1 RECONHECIMENTO DA ÁREA EM ESTUDO

O reconhecimento da área em estudo foi baseado em dois estudos técnicos: Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003) e Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007).

Assim, a bacia do rio Tinto é fundamentalmente dominada por rochas graníticas que ocupam grande parte da zona central e ocidental da bacia.

Refletem-se no decorrer do troço do rio Tinto alternâncias bruscas do carácter mais rochoso de certas zonas do subsolo, como maciços graníticos e xistentos muito alterados a decompostos e de preenchimentos aluvionares, com relevos brandos ou mesmo aplanados.

A rede hidrográfica é densa (particularmente na zona xistenta) e a presença de água é uma constante, pelo que o nível freático se encontra, em geral, a pouca profundidade.

Trata-se de uma bacia ligeiramente alongada em que a altura média da bacia é de 102,3 m.

Em termos altimétricos, o rio Tinto apresenta 3 zonas distintas:

- No troço de montante, desde a nascente até à proximidade do km 8,6, o declive longitudinal do curso de água é acentuado, com valores médios de cerca de 5%;
- Segue-se um segundo troço (entre o km 8,6 e o km 5,2), em que se verifica um decréscimo da pendente da linha de água com valores médio de 1%;
- Finalmente, no troço terminal do rio Tinto, o declive longitudinal decresce para valores médios de 0,2%.

Nas zonas de relevo aplanado, onde se faz sentir alguma dificuldade no escoamento subsuperficial, os aquíferos importantes estão associados aos aluviões das principais linhas de água e a algumas zonas de solos residuais permeáveis, podendo os níveis freáticos encontrar-se perto da superfície, como por exemplo nas zonas entre a Carvalha e a Venda Nova e a Carreira e a zona do Parque Nascente.

No que respeita às águas subterrâneas, a área em estudo é marcada pela ocorrência de formações onde a circulação da água tem lugar predominantemente através de fraturas, ou seja, onde predomina permeabilidade por fissuração, com ocorrência em casos pontuais de permeabilidade por porosidade.

A permeabilidade por fissuração ocorre em formações rochosas de natureza metassedimentar e intrusiva, enquanto a permeabilidade por porosidade está relacionada com depósitos aluvionares, colúvio-aluvionares e solos residuais resultantes da alteração dos maciços rochosos.

O clima na área em estudo é temperado, mas com nítida influência atlântica, na medida em que as amplitudes da variação anual da temperatura média do ar (cerca de 10°C) são bastante pequenas, assim como a amplitude extrema das temperaturas.

Na bacia em estudo, pertencente à faixa litoral do Douro, a precipitação média anual é próxima de 1500 mm, distribuída, de modo geral, por 110 a 130 dias com chuva, sendo que os meses com maior e menor precipitação são, respetivamente, janeiro e julho.

A velocidade média anual do vento é moderada a fraca (entre os 18 e 13 km/h). Os ventos sopram com maior velocidade no Inverno, atingindo um máximo em janeiro (20,4 km/h). Os ventos de sudoeste, sul e sudeste e são relativamente pouco frequentes os de norte e nordeste.

As temperaturas médias anuais são moderadas entre os 14 e 14,5°C, verificando-se na faixa litoral as menores amplitudes térmicas de toda a bacia do Douro, ou seja, os máximos médios anuais não ultrapassam os 19°C e os mínimos médios situam-se acima de 9°C. Também no que respeita à distribuição ao longo do ano, com uma diferença entre o mês mais frio (janeiro) e o mês mais quente (julho) inferior a 10,5°C, verifica-se a maior atenuação de valores extremos registados na bacia.

Os valores médios da evapotranspiração potencial situam-se próximos dos 720 mm.

Assim, conhecendo a bacia hidrográfica do rio Tinto importa salientar que o troço em estudo nesta dissertação que diz respeito ao curso do rio Tinto, especificamente o concelho de Gondomar, representado na Figura 4.1.

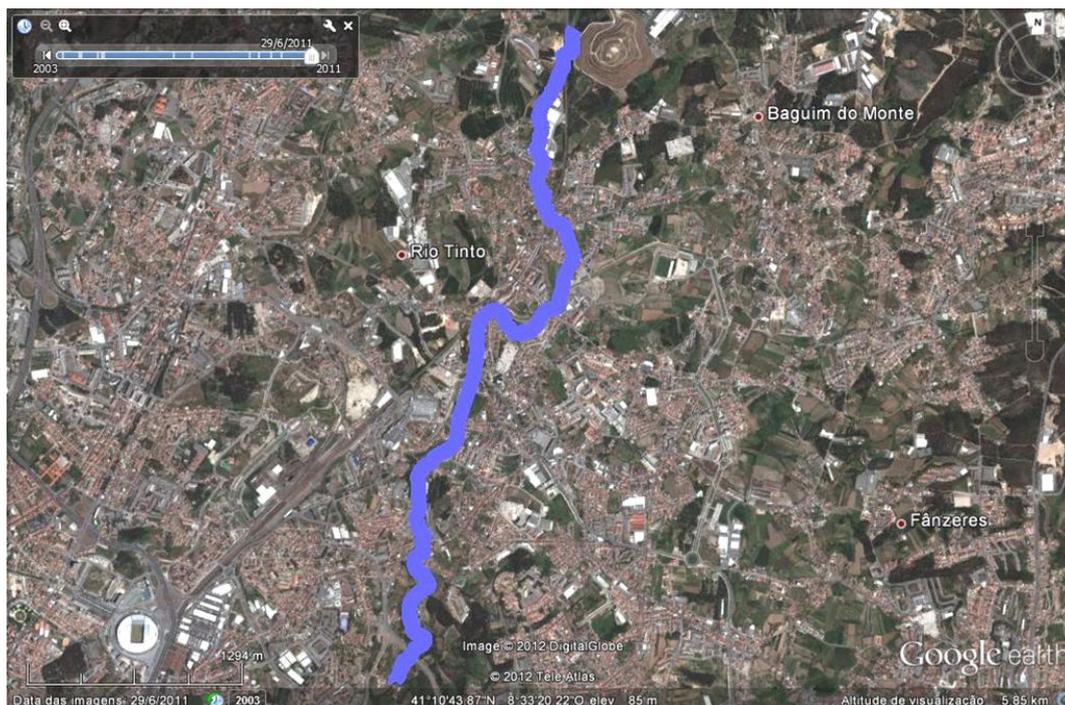


Figura 4.1 – Troço em estudo do rio Tinto, pertencente ao concelho de Gondomar (Google Earth, 29/6/2011).

Assim, o rio Tinto, no município de Gondomar, apresenta uma extensão de cerca de 5823 metros.

De um modo geral, e em particular a sul, a bacia hidrográfica do rio Tinto atravessa zonas densamente povoadas e industrializadas onde surgem aglomerados urbanos com elevadas densidades populacionais. Excetua-se apenas uma faixa intermédia de cabeceira com menor densidade habitacional.

Ao longo do curso de água, observam-se então 3 situações tipo:

- Passagem por locais fortemente urbanizados, fábricas, grandes aterros ou junto a atravessamentos principais, caracterizando-se geralmente por alteração de ambas as margens naturais e ausência ou perturbação da vegetação; casos de canalização/entubamento do rio; sinais de poluição muito evidentes (água, lixo, etc.);
- Passagem por locais com habitações particulares dispersas, rodeadas por campos agrícolas, geralmente margens em muro de pedra seca, galeria ripícola variável (ao nível da continuidade, composição e porte); uso da água do rio na atividade agrícola (existência de bombas para retirar água, etc.); sinais de poluição evidentes;
- Passagem por locais “naturalizados”, sem alteração evidente das margens, com galeria ripícola presente e vegetação no seu estado “natural”, tornando muito difícil o acesso às margens.

Devido a todas as pressões que o rio Tinto se encontrava sujeito foi considerada como uma solução o entubamento do rio Tinto na zona das piscinas de Rio Tinto.

Depois, voltou-se a entubar mais 2 troços, na zona da Boavista e na zona do Centro de Saúde.

#### 4.1.2 ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO E SOCIOECONÓMICO

O enquadramento geográfico e socioeconómico foi baseado na Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003), no Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007 e, por fim, em dados do Instituto Nacional de Estatística.

##### ➤ Enquadramento Geográfico

O rio Tinto é um afluente da margem direita do rio Douro já no seu trecho terminal, com a confluência localizada na zona oriental da cidade do Porto, como se pode observar pela Figura 4.2.

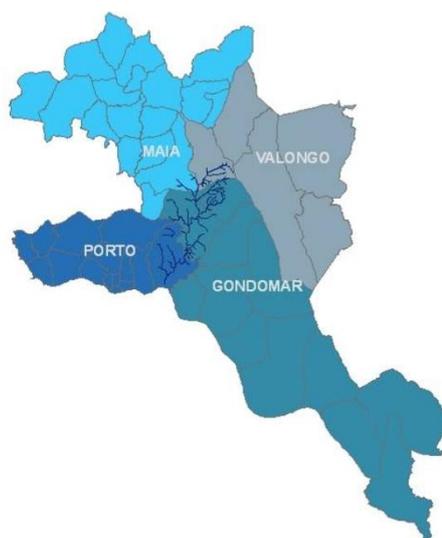


Figura 4.2 – Traçado do rio Tinto abrangendo os 4 municípios (Valongo, Maia, Gondomar e Porto) (AMP2010).

Assim, este curso de água nasce em Ermesinde, nas proximidades da povoação de Formiga, no concelho de Valongo, a cerca de 200 m de altitude indo desaguar no rio Douro, no Freixo. Domina uma bacia hidrográfica com uma área total de, aproximadamente, 23,4 km<sup>2</sup>. Apresenta um comprimento de cerca de 11,4 km, atravessando os concelhos de Valongo, Maia, Gondomar e Porto.

##### ➤ Enquadramento Socioeconómico

Até à década de 80 os concelhos do Porto e Gondomar cresciam em função, essencialmente, da afluência de população das áreas mais interiores do país. A partir da década de 80 ocorreu uma alteração dos processos demográficos no concelho do Porto, que passou a perder população, que se redistribuiu para concelhos em redor do mesmo, em função dos sucessivos ganhos de acessibilidade.

Assim, pode-se afirmar que o crescimento do concelho de Gondomar, a partir da década de 80, se deve principalmente, à realocação da população, outrora residente na cidade do Porto, no interior da área metropolitana do Porto.

Gondomar é, hoje em dia, um dos concelhos com maior densidade populacional por km<sup>2</sup>, encontrando-se muito acima da média para Portugal e mesmo para a zona Norte, como se pode ver pela Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Densidade populacional por local de residência, para o ano de 2010.

Local de residência	Densidade populacional por local de residência para o ano de 2010
	N.º/ km <sup>2</sup>
Portugal	115,4
Continente	113,9
Norte	175,8
Grande Porto	1578,6
Gondomar	1331,9

Assim, a pressão urbanística que atualmente se faz sentir sobre a maior parte do território em causa decorre da proximidade da cidade do Porto, que induz formas crescentes de expansão urbana, de carácter frequentemente desordenado, nas áreas limítrofes, com a progressiva tendência de impermeabilização do solo e, conseqüente redução da atividade agrícola.

Especificamente a cidade de Rio Tinto, enquadrada no concelho de Gondomar, apresenta uma área de 9,5 km<sup>2</sup> e apresentava no ano de 2011 cerca de 50 713 habitantes.

Esta cidade desde muito cedo assistiu a um aumento do número de edifícios/alojamentos, sendo a cidade que registou maior aumento do concelho de Gondomar, como se pode ver pela Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Evolução dos edifícios e alojamentos no concelho de Gondomar.

Unidades Administrativas	Edifícios / Alojamentos			
	1981	1991	2001	
Gondomar	Todo o concelho	25 153 / 35 762	29 979 / 46 475	35 165 / 65 333
	Valbom	2 135 / 3 234	2 495 / 3 881	3 262 / 5 207
	Rio Tinto	9 615 / 13 789	8 624 / 11 909	9 632 / 14 700

Para além disso, outra característica importante prende-se com o facto da população no concelho de Gondomar apresentar-se também acima da média quando ao percentil de beneficiários do rendimento social de inserção, como se pode ver pela Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Beneficiários do rendimento social de inserção, da segurança social por 1000 habitantes em idade ativa, para o ano de 2010.

Local de residência	Beneficiários do rendimento social de inserção, da segurança social por 1000 habitantes em idade ativa por local de residência para o ano de 2010
	‰
Portugal	58,41
Continente	56,70
Norte	72,91
Grande Porto	109,45
Gondomar	108,32

Esta análise pode ser importante pois normalmente a população que apresenta níveis baixos de rendimentos ou níveis baixos de escolaridade apresentam normalmente menos preocupações ambientais. Pode também ser considerado um fator relevante nomeadamente no que se refere à utilização dos solos, pois pode fazer com que a população, por ser mais desfavorecida, procure na agricultura um meio de subsistência.

Assim, o rio Tinto atravessa áreas urbanas e outras áreas urbanas ainda não consolidadas bem como espaços remanescentes da atividade agrícola que predominava antes dos processos de suburbanização promovidas pela dinâmica da cidade do Porto.

Assim, verificam-se distintas dinâmicas urbanas, podendo-se identificar duas situações:

- na parte ocidental do traçado, no lugar de Rio Tinto, processos de ocupação industrial e de grandes infraestruturas que datam do início do século XX, a par de processos da pressão urbana em contextos pouco favoráveis, determinam estruturas complexas de ocupação do solo e dinâmicas degradadas;
- na parte oriental assiste-se a processos de crescimento maioritariamente de génese urbano-residencial, em espaço planeado, organizado em estrutura quadriculada de vias e quarteirões, edifícios de aproximadamente 8 a 10 pisos; esta área evidencia ainda numerosos espaços agrícolas ou expectantes que, contudo, tendem a ser progressivamente ocupados à medida que vai evoluindo a construção nos espaços em causa.

Em relação à economia, a sub-região do Grande Porto concentra a maioria da população residente ativa no sector terciário (serviços), que constitui o sector de maior dinâmica da sub-região, tendo vindo a crescer de importância.

O setor primário apresenta, nos concelhos em estudo, uma importância bastante reduzida, facto que está relacionado com o carácter eminentemente urbano dos concelhos do Porto e Gondomar (especialmente na área norte deste concelho).

O setor secundário é ainda importante no concelho de Gondomar, particularmente associado aos sectores da ourivesaria, mobiliário e têxtil. O concelho constitui a capital da ourivesaria de filigrana.

Um pouco por toda a sua extensão encontram-se unidades industriais de dimensão e natureza diferenciada e unidades desportivas e de lazer de apoio à crescente dinâmica.

É também importante salientar a evolução da envolvente ao rio Tinto no município de Gondomar, nomeadamente com o recurso a imagens obtidas através do software Google Earth, para locais que refletem algumas alterações no uso do solo, nomeadamente face à implementação do metro de superfície, como se pode ver pela Figura 4.3 e Figura 4.4.



Figura 4.3 – Evolução das alterações do solo (Google Earth).



Figura 4.4 – Evolução das alterações do solo face à implementação do metro (Google Earth).

Assim, o metro de superfície trouxe também outra dinâmica à cidade, pelo que também a construção de edifícios habitacionais aumentou na sua envolvente, como se pode ver pela Figura 4.5.



Figura 4.5 – Evolução das alterações do solo face à implementação do metro e outras dinâmicas de utilizações do solo (Google Earth).

#### 4.1.3 INSTRUMENTOS DE GESTÃO TERRITORIAL

Os dados obtidos para caracterização dos instrumentos de gestão territorial foram baseados no Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007).

O Plano Diretor Municipal (PDM) do concelho de Gondomar foi ratificado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 48/95 de 18 de maio, encontrando-se legalmente em vigor.

A planta de ordenamento do concelho de Gondomar contempla espaços-canal especificamente destinados à implantação de infraestruturas lineares a desenvolver em zonas urbanas (residenciais e áreas de equipamentos coletivos) e zonas industriais.

Refere-se ainda que, no concelho de Gondomar, o respetivo PDM se encontra atualmente em fase de revisão.

As áreas de Reserva Agrícola Nacional (RAN) do concelho de Gondomar foram definidas e aprovadas pela Portaria n.º 435-N/91 de 27 de maio. No concelho do Porto não se identificam as classificadas ao abrigo deste regime. Na área em estudo constata-se que as áreas integradas em RAN estão predominantemente associadas a áreas de baixas e vales, maioritariamente na zona de Paço/Carreira a norte.

O regime da Reserva Ecológica Nacional (REN) legalmente aprovado foi instituído pelo Decreto-lei n.º 93/90 de 19 de março, posteriormente alterado pelos Decretos-lei n.º 316/90 de 19 de outubro, n.º 213/92 de 12 de outubro, n.º 79/95 de 20 abril, n.º 203/2002 de 1 de outubro, pelo Despacho

Normativo n.º 1/2004 de 5 de janeiro e, mais recentemente, pelo Decreto-lei n.º 180/2006 de 6 de setembro, alterado pela Declaração de Retificação n.º 76/2006 de 6 de novembro, e que dá nova redação ao Decreto-lei n.º 93/90.

Integram a REN espaços de diversa natureza, como sejam cabeceiras das linhas de água, áreas de máxima infiltração, zonas ameaçadas pelas cheias, áreas com risco de erosão, entre outras.

A delimitação da REN no concelho de Gondomar é definida pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/2003, de 29 de agosto.

Na área em estudo predomina o ecossistema “Áreas de Máxima Infiltração” associada ao vale do rio Tinto.

De acordo com a legislação em vigor, nas áreas classificadas ao abrigo do regime da REN estão proibidas operações de loteamento, obras de urbanização, construção de edifícios, obras hidráulicas, vias de comunicação, aterros, escavações e destruição do coberto vegetal, excetuando a realização de ações que, pela sua natureza e dimensão, sejam insuscetíveis de prejudicar o equilíbrio ecológico daquelas áreas.

O diploma da REN prevê igualmente a realização de ações de reconhecido interesse público, desde que seja demonstrado não haver alternativa económica aceitável para a sua realização, mediante a obtenção de parecer prévio favorável da entidade que superintende a gestão da Reserva Ecológica Nacional.

Outro documento legislativo importante diz respeito ao Domínio Público Hídrico (DPH). O DPH encontra-se legalmente definido pelo Decreto-lei n.º 468/71 de 5 de novembro, o qual foi alterado, no que concerne a aspetos específicos, pelos seguintes diplomas: Decreto-lei n.º 53/74 de 15 de fevereiro, Decreto-lei n.º 89/87 de 26 de fevereiro, Lei n.º 62/93 de 20 de agosto, Lei n.º 54/2005 de 15 de novembro e Lei n.º 58/2005 de 29 de dezembro.

Com esta legislação pretende-se definir o regime de bens do DPH, bem como as faixas de interferência e a necessidade de sujeitar a parecer, pela entidade que superintende a gestão do DPH, qualquer intervenção nesses espaços.

#### 4.1.4 HIDROLOGIA

Os dados relativos à hidrologia foram obtidos com base no Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto (realizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para a Câmara Municipal do Porto em março de 2007), na Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003) e no Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007).

A impermeabilização da bacia hidrográfica do rio Tinto, conjugada com o seu estrangulamento nos troços com ocupação urbana, pela sua contenção entre muros de suporte, e pela proximidade das construções, muitas delas localizadas em leito de cheia, são fatores que têm contribuído, em condições extremas, para o agravamento das condições de escoamento, fazendo afluir, em intervalos de tempo relativamente menores, importantes caudais a pontos determinados da rede hidrográfica.

Assim, justifica-se a necessidade de avaliar os caudais de ponta de cheia para determinados tempos de retorno.

No entanto, neste trabalho, devido à falta de tempo para conclusão de estudos hidráulicos mais elaborados, optou-se por comparar os três trabalhos realizados neste âmbito e adotar o valor mais aproximado para os caudais de ponta necessários para análise, como se pode ver pela Tabela 4.4.

Salienta-se que se considerou no Estudo de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto os dados dos caudais de ponta relativos à secção analisada mais a montante do concelho do Porto (fronteira com o concelho de Gondomar) e já os dados dos caudais de ponta para a Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo considerou-se os dados relativos a duas diferentes sub-bacias, sendo a sub-bacia T1 a montante da zona da Lourinha e a sub-bacia T2 a jusante do trecho que se desenvolve em canalização enterrada sob a povoação de Rio Tinto.

Tabela 4.4 – Caudais de ponta (em m<sup>3</sup>/s) para diferentes períodos de retorno (2, 5, 10, 20, 50 e 100 anos) relativos aos diferentes trabalhos em estudo.

Período de Retorno (T)	Caudais de ponta em m <sup>3</sup> /s		
	Estudo de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto (março 2007)	Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (sub-bacia T1/ sub-bacia T2) (junho 2003)	Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (dezembro 2007)
<b>T = 2 anos</b>	-	5,8 / 9,0	-
<b>T = 5 anos</b>	67	24,3 / 37,3	-
<b>T = 10 anos</b>	80	38,8 / 59,8	-
<b>T = 20 anos</b>	-	52,6 / 81,3	81
<b>T = 50 anos</b>	108	71,1 / 110,2	110
<b>T = 100 anos</b>	121	85,2 / 132,2	132

Dos dados apresentados verifica-se uma certa discrepância entre os dados obtidos para um tempo de retorno de 5 anos para o Estudo de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto comparativamente ao trabalho referente à Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo. Tal facto poderá ser explicado pelos caudais correspondentes a diferentes secções e utilização de diferentes metodologias.

#### 4.1.5 PROCESSOS FLUVIAIS

Os processos fluviais que regem o rio Tinto estão maioritariamente ligados a ligeiras curvas pontuais ao longo do seu percurso, não constituindo grandes problemas de erosão e de sedimentação.

No entanto, devido às cheias de 2009, pelo facto destas terem destruído alguns dos muros de gabiões implementados nas margens do rio, os seus destroços foram-se acumulando em algumas zonas constituindo hoje em dia problemas de assoreamento que ainda não foram devidamente solucionados, como se pode ver pela Figura 4.6.



Figura 4.6 – Problemas de assoreamento e erosão, datando-se de 13 de fevereiro de 2012.

Por último, verifica-se que a nível de graus de liberdade, normalmente situa-se entre 1 e 2 graus de liberdade, aumentando para 3 a 5 graus quando se trata de situações de cheia.

#### 4.1.6 QUALIDADE DA ÁGUA E DOS SEDIMENTOS

##### ➤ Qualidade da Água

Os dados da qualidade da água foram baseado no Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007 e no Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto (realizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para a Câmara Municipal do Porto em março de 2007).

Quanto à qualidade da água na zona em estudo, e de acordo com os dados disponíveis é possível verificar que, na generalidade, e de acordo com o Anexo I (Qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano) do Decreto-lei n.º 236/98 de 1 de agosto, a água não apresenta condições para uso humano, salvaguardando o prévio tratamento adequado.

Igualmente no que respeita a rega, de acordo com o Anexo XVI, se evidenciam restrições de uso.

Já no que respeita aos objetivos ambientais de qualidade mínima para as águas superficiais (Anexo XXI), esta água cumpre os valores de qualidade mínima para todos os parâmetros, nos anos de 1999, 2000 e 2001.

No que respeita à qualidade das águas subterrâneas identifica-se algum desconhecimento quanto a dados objetivos de qualidade a nível local, admitindo-se, de acordo com o uso do solo e a rede hidrográfica a nível local, que os mesmos poderão apresentar níveis de degradação.

Os principais fatores que potencialmente colocam em risco a qualidade da água subterrânea na região em estudo prendem-se com a atividade industrial (alimentar, química, metalúrgica, têxtil e de papel), agrícola e agropecuária da região, deposição de resíduos sólidos (pequenas lixeiras não controladas), e infiltração de efluentes residuais resultantes de fossas sépticas rotas (dos pequenos aglomerados), bem como as várias vias rodoviárias existentes na zona envolvente.

Contudo, de acordo com a Notícia Explicativa da Qualidade Química das Águas Subterrâneas, as águas são pouco mineralizadas, mas de boa qualidade, podendo destinar-se a consumo humano, não invalidando a necessidade de correção antes de distribuída na rede de abastecimento público.

As fontes poluidoras com maior relevo na área em estudo são: as águas residuais domésticas provenientes dos vários aglomerados populacionais existentes; a poluição difusa provocada pela utilização de fertilizantes e pesticidas associados à atividade agrícola, bem como uma série de indústrias que descarregam os seus efluentes sem tratamento ou com tratamento insuficiente para as linhas de água.

A poluição agrícola resulta essencialmente da infiltração de águas de regadio e de águas da chuva que arrastam para os aquíferos, fertilizantes, herbicidas e pesticidas, constituindo focos de poluição difusa.

Em relação à atividade industrial, o concelho de Gondomar destacam-se as de indústria de móveis, a indústria dos têxteis e de Ourivesaria.

Para além disso, o rio Tinto encontra-se relacionado com alguns aglomerados urbanos de dimensão razoável, caso da cidade de rio Tinto que se encontra em muitos locais localizada no leito de cheia e no domínio público hídrico.

Muitos dos efluentes provêm também dos afluentes do rio Tinto, que podem ser de natureza sazonal, estando alguns deles canalizados, anulando assim o seu carácter natural e contribuindo para a degradação da água em condições anaeróbias.

Assim, sabendo-se que atualmente ainda existem situações de carência de infraestruturas de tratamento dos efluentes industriais, ainda que globalmente se possa evidenciar um quadro de melhoria generalizada, onde as indústrias antiquadas e obsoletas têm dado origem a processos de requalificação urbanística, com conseqüente controlo/supressão das descargas de efluentes domésticos e industriais diretamente nos recursos hídricos superficiais.

Hoje em dia, as fossas sépticas domésticas têm vindo a diminuir o seu impacto no ecossistema fluvial visto que a rede de saneamento já proliferou, estando agora a taxa de cobertura do saneamento na freguesia de Rio Tinto fixada acima de 95%, estando por isso acima da taxa de cobertura fixada para o país no âmbito do Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (PEAASAR II) que se localiza nos 90% para 2007-2013, de acordo com informação oficial da empresa Águas de Gondomar, SA, disponibilizada em fevereiro de 2012.

Essa mesma informação revela que também a rede de drenagem apresenta um valor elevado cobrindo atualmente 95% da bacia.

Também segundo informação da empresa Águas de Gondomar, SA, no ano de 2009, os clientes de abastecimento de água eram predominantemente domésticos, cerca de 90%, e correspondendo à atividade de comércio e indústrias apenas eram cerca de 7%, evidenciando assim o carácter predominantemente habitacional da zona em estudo.

Outro aspeto relevante a ter em conta é a Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de rio Tinto, que embora devidamente licenciada pela ARH, por se suspeitar de não estar a tratar devidamente os efluentes que recebe, está a sofrer atualmente obras de melhoramento.

Assim, achou-se revelante para a avaliação da qualidade da água realizar análises em determinados pontos, demarcados na Figura 4.7.

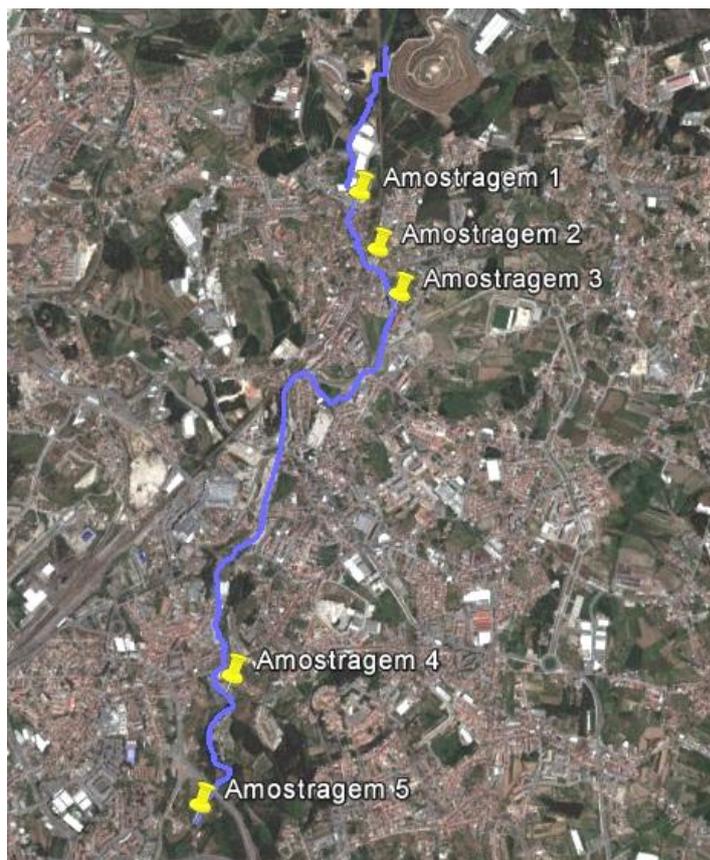


Figura 4.7 – Pontos de Amostragem (Google Earth).

Os pontos selecionados são aqueles que através da análise de outras publicações demonstraram ser passíveis de comparação.

As publicações referenciadas são então o Estudos de Intervenção para Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto e o Plano de Intervenção – Rio Tinto.

Objetiva-se assim a análise da água nos pontos determinados para observar a evolução da água desde 2005 até à data de realização desta dissertação.

Os parâmetros analisados foram a condutividade, o pH, a temperatura, a condutividade, os sólidos suspensos totais (SST), o oxigénio dissolvido ( $O_2$ ) a Carência Bioquímica em Oxigénio a 5 dias ( $CBO_5$ ), a Carência Química de Oxigénio (CQO) e a Amónia ( $NH_4$ ).

#### ➤ Qualidade dos Sedimentos

Já a qualidade dos sedimentos, por impossibilidade de analisar os sedimentos com recurso a análises laboratoriais mais elaboradas, realizou-se essa análise com recurso à inspeção visual.

Assim, verificou-se da sua análise que estes não apresentavam evidências nítidas de matéria orgânica aquando da avaliação qualitativa (visual) para detetar lamas orgânicas frescas ou inertizadas.

Salienta-se que a avaliação visual dos sedimentos ocorreu aquando da recolha das amostras para análise da qualidade da água.

Desta forma, os dados recolhidos e analisados tanto referentes à qualidade da água como à qualidade dos sedimentos apresentam-se no Anexo 3.

#### 4.1.7 INTEGRIDADE ECOLÓGICA DO SISTEMA RIBEIRINHO

Os dados relativos à integridade ecológica do sistema ribeirinho foram obtidos com base na Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003) e no Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução – Volume I – Relatório Técnico (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007).

Assim, a flora e vegetação potencial da área de estudo respeita à região biogeográfica Eurosiberiana, Superprovíncia Atlântica, Província cantabroatlântica, Sector Galaico-português, segundo a classificação de Rivas-Martinez (1987).

A vegetação de altitude mais baixa corresponde ao território climático do *quercion roborispetraeae* (domínio do *Rusco-Quercetum roboris*), ou seja, os bosques climáticos são dominados pelo carvalho-robusto com sub-bosque de gilbardeira, entre outras. Nos solos mais ricos, profundos e húmidos, sobretudo nas depressões e nos fundos dos vales (terras pardas), instala-se a associação *Corylo-fraxinetum cantabricum* (aveleiras e freixos).

A ação antrópica levou à construção intensa na zona urbana e à substituição do coberto vegetal original na zona periurbana. Contudo podem ainda referir-se diferentes biótopos, nomeadamente, o biótopo agrícola, biótopo florestal, zonas ribeirinhas e biótopo urbano.

Assim, face ao cenário de uso do solo descrito, em que a maior parte da área em estudo se encontra atualmente classificada como espaço urbano, considera-se que a mesma é muito pobre em termos florísticos e ecológicos, quer no contexto local como regional, não se encontrando áreas com dimensão relevante ocupadas com vegetação espontânea. A riqueza específica pode ser menor ainda nas zonas rurais do que nas urbanas, pois nestas há a introdução de numerosas espécies ornamentais, nos parques urbanos e quintais.

O biótopo ribeirinho e aquático, ainda que não apresente valor florístico, é considerado o mais vulnerável devido à importância que a água tem em termos ecológicos.

As espécies arbóreas mais observadas ao longo do rio são então: amieiros; choupos; salgueiros; carvalhos; sobreiros; ligustros; sabugueiros; acácias; bordos; plátanos e ulmeiros.

Em termos faunísticos considera-se uma situação similar, não sendo de destacar nenhuma espécie ou zona pelo seu interesse ecológico ou conservacionista.

#### 4.1.8 PATRIMÓNIO EDIFICADO E SOCIOCULTURAL

A caracterização do património edificado e sociocultural baseou-se em dados retirados da Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003), no Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto (realizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para a Câmara Municipal do Porto em março de 2007) e noutros dados referentes à inventariação realizada pelo Pelouro do Ambiente da Câmara Municipal de Gondomar.

Deste modo, a freguesia de Rio Tinto apresenta desde logo uma referência à sua ligação ao rio, uma vez que ambas têm a mesma toponímia.

Para além disso, a origem do nome do rio apresenta por si só uma importante referência ao património sociocultural já que se refere a uma lenda em que numa batalha entre os Cristãos e os Mouros, datada do século IX, o sangue derramado foi tão abundante que tingiu as águas do rio, passando desde então a chamar-se rio Tinto (Wikipédia 2012).

Também o brasão da freguesia apresenta uma referência a essa batalha já que o brasão apresenta um fundo azul com uma espada espetada no rio, como se pode ver pela Figura 4.8.



Figura 4.8 – Brasão da cidade de Rio Tinto (Wikipédia 2012).

Na bacia do rio Tinto existe também um grande património edificado e sociocultural associado às várias gerações de moleiros que construía levadas e açudes, ao longo do leito estreito e caudaloso do rio Tinto. Em torno deste rio fervilhava uma atividade constante que se dividia entre a moagem dos cereais, a pesca e a agricultura.

Durante vários séculos, o rio Tinto foi então um importante recurso natural, tendo as suas águas límpidas e as margens verdejantes levado à fixação de pequenos povoados medievais que, através de pequenos moinhos de rodízio ou azenhas, aproveitavam a força motriz da água que corria em direção ao Douro.

Os primeiros relatos da presença de moinhos no vale do rio Tinto remontam ao século XII. Até à segunda metade do século XX, os aglomerados rurais junto ao rio mantinham as suas características seculares, visíveis nos terrenos agrícolas em socalcos junto ao rio, nas levadas, nos açudes, nos moinhos e no gado a pastar.

Encontram-se assim no decorrer do percurso do rio Tinto antigos moinhos em abandono, passando a citar:

- Moinho de água na Rua dos Moinhos (freguesia de Rio Tinto) encontrando-se atualmente abandonado com alguma degradação nas suas paredes, como se pode ver pela Figura 4.9.



Figura 4.9 – Moinho de água na Rua dos Moinhos.

Apesar do moinho se apresentar degradado, o terreno em seu redor é limpo regularmente pelo Departamento de Ambiente da Câmara Municipal de Gondomar.

Este moinho de água já constituiu uma habitação para um casal com 3 filhos, mas, em resultado de um incêndio na década de 90, o moinho foi abandonado, apresentando-se sem telhado, sem engenhos, e ameaçando derrocada da parede Norte.

- Moinho da Vitória na Travessa Guedes Oliveira, no Lugar da Ranha (freguesia de Rio Tinto) encontrando-se num estado de conservação razoável, como se pode ver pela Figura 4.10.



Figura 4.10 – Moinho da Vitória.

Este moinho ainda apresenta os engenhos do moinho na cave e canais de saída de água bem patentes ainda na fachada da habitação.

É, por isso, o único moinho nas margens do rio Tinto que ainda mantém uma estrutura capaz de recriar a função inicial do moinho.

- Moinhos da Levada na margem direita do rio Tinto (antigo Caminho da Levada), junto à rua de Vila Cova (freguesia de Rio Tinto) encontrando-se abandonados com uma grande quantidade de entulho no seu interior e de silvado em seu redor, como se pode ver pela Figura 4.11.



Figura 4.11 – Moinhos da Levada.

Existem registos na “Monografia de Rio Tinto” que em 1994, este moinho, de pertença do Sr. Vieira de Vila Cova deixou de moer farinha com uso comercial e passou a funcionar com uso doméstico e pedagógico, tendo inclusive a EB 2/3 de Rio Tinto efetuado visitas ao espaço.

Para além disso, o circuito correspondente ao rio Tinto possui vários elementos patrimoniais e históricos interessantes como a ponte de Azevedo, canais de derivação para fins agrícolas e açudes correspondentes que criam planos de água interessantes.

## 4.2 LEVANTAMENTO DE ANTECEDENTES EM TERMOS DE INTERVENÇÕES

O levantamento de antecedentes em termos de intervenções baseou-se exclusivamente na análise do documento publicado no VII Congresso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua “Rios Ibéricos + 10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA), intitulado-se como Uso e Degradação Ambiental de Um Rio Urbano (setembro de 2011) de autoria de Silva, J.P..

Até meados do século XX, o rio terá tido alguma importância económica, fornecendo água para a irrigação das pequenas explorações agrícolas existentes em torno das suas margens. Ao mesmo tempo, terá também fornecido energia hídrica a vários moinhos situados nas suas margens. Existiram moinhos em funcionamento no Tinto até à década de 90 do século passado, embora, nessa altura, eles fossem já em número muito reduzido. Para além disso, o rio Tinto foi também uma fonte de rendimento também para as lavadeiras que, nas suas margens, lavavam as roupas das famílias mais abastadas do Porto.

A degradação ambiental do rio Tinto começa a agravar-se significativamente a partir das décadas de 1960 e 1970. Um primeiro problema dotado de grande visibilidade e com grande impacto consistiu na poluição de origem industrial. As descargas de várias unidades industriais poluidoras alteravam frequentemente a cor das águas do rio.

O desmantelamento de muitas unidades industriais localizadas em Campanhã, Rio Tinto e Ermesinde durante as décadas de oitenta e noventa viria a traduzir-se num abrandamento da poluição de origem industrial.

No entanto, a partir de então, revelar-se-ia uma outra face do problema: a poluição de origem urbana.

Como é habitual em territórios de urbanização espontânea, o rio sofreu as consequências de um crescimento urbano rápido e desordenado que não foi acompanhado, com a mesma rapidez, pela instalação de uma rede de saneamento adequada.

Alguns movimentos cívicos, bem como alguns especialistas do mundo académico, alertaram então que o problema não se limitava à existência de ligações ilegais, sublinhando que a rede de saneamento existente estaria incompleta e apresenta deficiências. Assim, no troço em estudo, o rio Tinto recebe os efluentes da ETAR do Meiral, que entrou em funcionamento em 1996.

Os processos de urbanização difusos, pouco planeados contribuíram não só para a contaminação dos cursos de água como também para a sua artificialização.

Hoje, o espaço deste curso de água encontra-se constrangido pela presença de diversas construções: casas, armazéns de pequenas dimensões e prédios de apartamentos.

Com o objetivo de controlar a erosão e o risco de cheias, as margens foram alvo de intervenções em diversos pontos, encontrando-se o leito envolvido por paredes de betão ou pedra.

Em 1990, por iniciativa da Câmara Municipal de Gondomar, concluíu-se a canalização de um primeiro troço de rio, de escassas centenas de metros, na zona central de Rio Tinto.

No final de 1997 desviou-se o curso do rio e iniciou o prolongamento da sua canalização subterrânea por mais algumas centenas de metros para jusante.

Quatro anos depois, o entubamento do rio continuaria para montante, construindo-se, sobre ele, um passeio pedonal.

Em 2008, com as obras para a instalação de uma nova linha do Metro de superfície do Porto, a estrutura que oculta parte do rio foi reforçada, de modo a poder suportar a passagem daquele transporte.

No caso do Tinto, a crescente impermeabilização dos solos num território cada vez mais urbano, combinada com a artificialização do rio, obstrução do seu leito e ocupação das suas margens tem aumentado o risco de inundação.

Em dezembro de 2009, devido a uma forte concentração de pluviosidade na sub-bacia do Tinto verificaram-se as cheias com consequências mais gravosas em Rio Tinto, resultando em prejuízos de milhões de euros e no realojamento temporário de 15 famílias.

Foi também instalado no final da década de 60 um aterro sanitário, entretanto já selado que merece atenção uma vez que se mal selado pode constituir um problema para as águas do rio Tinto.

Em janeiro de 2010, a Câmara Municipal de Gondomar submeteu candidaturas anuais ao Fundo de Proteção dos Recursos Hídricos, protagonizado pela ARH Norte, cujo objetivo seria eleger verba para grandes intervenções no rio Tinto no valor de 100 mil €, participado em 50 % de verba camarária, e outra destinada a pequenas intervenções no valor de 15 mil € com a mesma participação por parte do município.

Uma dessas candidaturas foi aprovada pela ARH Norte no valor global de 300 mil € que foram afetadas para a recuperação do emissário de águas residuais e reabilitação do talude localizado na zona do Centro de Saúde.

A obra decorreu no primeiro semestre de 2011, tendo sido sanado um dos maiores focos de poluição do rio Tinto.

Assim, no sentido de contrariar toda uma tendência de degradação do rio Tinto, nos últimos anos tem se investido, nomeadamente, no melhoramento do subsistema de saneamento de Rio Tinto que, em fevereiro de 2012, segundo informação oficial da empresa Águas de Gondomar, SA, abrange quase a totalidade da freguesia de Rio Tinto. Deste modo, a taxa de cobertura é já superior à meta fixada para o país no âmbito do PEAASAR II (que é apenas de 90 %) sendo superior a 95%.

Para além disso, também a rede de drenagem cobre atualmente 95% da bacia, sendo os caudais que afluem tratados na ETAR do Meiral, com capacidade para tratar os afluentes domésticos de 65 000 habitantes, estimando-se que a população atualmente servida seja de 58 230 habitantes.

A ETAR, que apresenta tratamento primário e secundário, encontra-se devidamente licenciada pela ARH e o seu funcionamento cumpre todas as condições definidas na respetiva licença, designadamente em termos de Controlo Analítico e de verificação dos parâmetros de descarga do efluente, após tratamento, segundo informação das Águas de Gondomar, SA, em fevereiro de 2012. No entanto, encontra-se atualmente em remodelação, envolvendo um investimento de 5 milhões de euros para melhorar o seu nível de tratamento, no âmbito da Diretiva de tratamento de águas residuais urbanas, na bacia do Douro, previsto no Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro.

Surge também este trabalho académico com o intuito de auxiliar a Câmara Municipal de Gondomar na tentativa de devolver ao rio toda uma qualidade e vitalidade do mesmo para usufruto de quem por lá passe.

Além deste trabalho, o Departamento de Ambiente da Câmara de Gondomar, tem acolhido outros estagiários de Engenharia do Ambiente com o objetivo de desenvolverem estudos técnicos que possam auxiliar as metodologias de caracterização e consequente reabilitação do rio Tinto contribuindo para a sua monitorização ao longo do tempo.

### 4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS

A identificação dos principais problemas auxiliou-se da análise dos seguintes documentos: Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003); Prolongamento da Linha C: Antas – Gondomar: Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (realizado pelos Consultores de Engenharia e Ambiente – COBA, em dezembro de 2007 e Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto (realizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para a Câmara Municipal do Porto em março de 2007).

Os problemas ambientais associados à degradação do rio Tinto, ilustrados na Figura 4.12, devem-se, essencialmente, às zonas edificadas envolventes e são eles as descargas de águas residuais domésticas e industriais, a deposição de entulho, as construções no leito de cheia, a destruição da galeria ripícola bem como a canalização de troços.



Figura 4.12 – Agressões ambientais ao rio Tinto.

Assim, o rio Tinto apresenta-se como um exemplo de um recurso sujeito a constante degradação, provocada maioritariamente pela presença nas envolventes de atividades humanas.

Verifica-se que o rio tem sido considerado para as pessoas como um recurso na medida em que, a título de exemplo, este é utilizado na agricultura como fonte de água para rega e as suas margens são utilizadas para cultivo, pelas habitações e pelas indústrias como destino recetor, sem necessidade de tratamento, e tem sido desviado devido a interesses maiores.

Todas as utilizações indevidas que provocam danos são então geradoras de potenciais problemas para o sistema ribeirinho e para as populações.

Para além disso, muitas das atividades que se verificaram foram desaparecendo originando situações de abandono de fábricas ou de outras infraestruturas.

Algumas das travessias construídas ou recuperadas nos últimos anos, ao não respeitarem os níveis do leito de cheia, promovem, nessas circunstâncias, a obstrução do rio, com a conseqüente sedimentação e deficiente oxigenação do escoamento, para além de problemas de segurança que algumas dessas travessias provocam. Nessas circunstâncias pode ocorrer a estagnação da água e o aparecimento de zonas pantanosas. De referir também que algumas dessas travessias têm caráter de património histórico.

Assim, os fatores limitantes do rio são a poluição, infraestruturas, lixo, saneamento e a atividade humana.

Aspetos singulares que merecem igualmente preocupação pelo carácter de ameaça são por exemplo as quedas de água, zonas florestais remanescentes e zonas de espaço livre crítico (aguardando planeamento) pela sua emergente necessidade de salvaguarda.

Assim, em síntese, os principais problemas identificados no rio Tinto são:

- Descargas de águas residuais domésticas e industriais;
- Construções no leito de cheia;
- Prática agrícola nas margens do rio, nem sempre correta e muitas vezes com utilização da água do rio Tinto para rega;
- Destruição da galeria ripícola;
- Canalização de troços;
- Abandono do património edificado e sociocultural.

#### **4.4 ESTUDO DE SOLUÇÕES**

O estudo de soluções encontra-se interligado à definição de objetivos e cenários para além de ser desenvolvido sempre tendo em conta as informações relevantes das etapas anteriores, nomeadamente, tendo em conta os principais problemas.

Para além disso, é importante que o estudo das soluções seja orientado segundo uma metodologia própria ou segundo tópicos relevantes. Neste caso, considerou-se que seria importante, uma vez que se trata de responder a soluções concretas, orientar as soluções de acordo com os principais problemas do troço tendo também em conta a hierarquização das intervenções (enquadrado na etapa de definição dos objetivos e cenários). Por isso, primeiro analisou-se quais os troços prioritários a intervir e posteriormente procurou-se identificar as soluções mais viáveis para os problemas verificados nos mesmos.

Há dois aspetos relevantes nesta abordagem, a primeira prende-se com o facto de que se optou por analisar os troços prioritários e não todo o troço do rio em estudo uma vez que no contexto de crise em que esta dissertação se desenvolve torna-se necessário canalizar os fundos disponíveis para as intervenções mais urgentes e porque a curto prazo, caso não fossem escalonadas as intervenções, poderia provocar impactos negativos no sistema fluvial e, o segundo aspeto relevante diz respeito à análise das soluções que se pressupõem que não seja exaustiva, apresentando-se apenas as soluções que por consenso se julgam ser as mais adequadas para dar resposta a determinada necessidade/problema.

Assim, selecionaram-se os troços que se consideraram prioritários a nível de atuações, sendo estes os que apresentam problemas de erosão hídrica, os que estão mais vulneráveis a cheias, troços com possíveis focos de poluição, os troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço (*habitat*), problemas de assoreamento, troços com património edificado e sociocultural, ligado ao rio, em risco de degradação ou destruição e percursos em que o rio se encontra canalizado e entubado.

Salienta-se que segundo a priorização de intervenções os problemas de erosão hídrica, zonas mais vulneráveis a cheias e troços com possíveis focos de poluição afiguram-se como devendo ser os primeiros troços a serem intervir devido ao seu carácter de perigo iminente derivado de questões de segurança e de saúde pública.

Já os troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de *habitat* revelam ser uma prioridade no sentido em que merecem ser conservados e/ou protegidos.

Os locais com problemas de assoreamento e troços com património edificado e sociocultural, ligado ao rio, em risco de degradação ou destruição constituem uma prioridade em termos de intervenções devido à necessidade de reabilitação dos mesmos.

Por último, os troços do rio que se encontram entubados e canalizados merecem destaque no sentido de tentar melhorar os troços que se encontram altamente modificados.

É importante referir que as soluções propostas para um tipo de troço específico, na maior parte das vezes, interagem com os restantes tipos.

Para além disso, dado o carácter académico do presente trabalho optou-se por apresentar uma gama de soluções que se pressupõem serem as mais adequadas. Estas medidas terão de ser incorporadas em projetos de execução, antecedidos por anteprojetos.

Deste modo, as soluções seguidamente selecionadas para cada tópico são as que devido às características do rio Tinto, disponibilidade de recursos financeiros e humanos, eficácia e benefícios da tecnologia e facilidade de implementação se consideraram as mais adequadas. Para além disso privilegiaram-se medidas que incorporem materiais vegetais pelas suas vantagens comparativamente a matérias inertes, descrito mais pormenorizadamente no Anexo 4 as vantagens e desvantagens de ambos.

As soluções foram distinguidas entre medidas estruturais e medidas estruturantes sendo que as medidas estruturais implicam alguma alteração no leito ou nas margens do rio tendo por isso impacto direto no sistema fluvial, enquanto as medidas estruturantes são medidas que apresentam um carácter mais de planeamento do que de intervenção pelo que se perspectiva que tenham um impacto indireto no sistema fluvial.

Apresentam-se assim as definições de cada solução proposta, encontrando-se descritas mais pormenorizadamente no Anexo 5, adaptado de (Cortes 2003), (M. Lemos 2008), (Vieira 1998), (Ferreira 2001), (Zeh 2007), (Bichançã 2006), (Coelho 2009), (FISRWG 1998), e (Almeida *et al* 2009):

- Medidas estruturais:

Remoção de infraestruturas e estruturas - a remoção de infraestruturas e estruturas visa permitir o correto escoamento do caudal, eliminando assim infraestruturas e estruturas que possam apresentar-se como constrangimentos para o escoamento;

Correção de taludes - a correção de taludes, tanto pode ser uma das técnicas de controlo da erosão nas margens como, muitas vezes, constitui a primeira etapa de preparação para outras técnicas de estabilização. Consiste em escavar as margens de modo a adquirirem um declive apropriado;

Modelação de solos - intervenções de alteração da morfologia natural ou existente por ações antropogénicas que implicam a escavação e ou a acumulação de solos de forma a alterar os perfis transversais no sentido de alterar as secções de vazão, proporcionar secções compostas, criar bacias de retenção, alterar larguras de leito e margens, proporcionar leitos de cheia, alterar zonas inundáveis, alteração de taludes, entre outros;

Canais de secção composta - a implantação de canais de secção composta (ou de leito múltiplo) tem como objetivo promover a manutenção dos caudais de cheia dentro de um leito maior com menor expressão em planta;

Restauração da sinuosidade - a restauração da sinuosidade e meandrização de canais linearizados e canalizados é também das soluções mais utilizadas para recuperar a diversidade morfométrica e hidráulica de um troço;

Drenagem subterrânea - as águas subterrâneas que emergem nos taludes e que podem ser fatores de instabilidade, poderão ser captadas/drenadas em profundidade e desviadas de forma a que aflorem por baixo da área em risco de erosão;

Controlo de ravinamentos – é importante controlar os ravinamentos na medida em que as escorrências das águas podem desestabilizar o talude promovendo a sua erosão. Este controlo é obtido através de técnicas como revegetação, substituição dos solos, entre outras;

Permitir a conectividade entre o rio e uma ou duas margens – a conectividade do rio com uma ou duas das suas margens promove a formação de vegetação ripícola nas suas margens bem como fomenta o aparecimento de vida aquática. Essa conectividade é conseguida com a destruição dos barreiras/muros que contêm o caudal do rio;

Desentubar - o desentubamento está ligado à possibilitação do rio escoar sem se encontrar constrangido por paredes, uma vez que estas constituem uma espécie de tubagem para o rio não permitindo a conectividade do rio com toda a sua envolvente. Assim, neste tipo de intervenções torna-se necessário derrubar todas as paredes que delimitam o escoamento;

Recuperação do património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, degradado ou destruído - a recuperação do património edificado e sociocultural degradado ou destruído é um importante fator na requalificação do sistema fluvial na medida em que possibilita a salvaguarda de valores patrimoniais importantes para a integridade do sistema fluvial;

Defletores de asa - os deflectores de asa são destinados essencialmente a aumentar a heterogeneidade da corrente, o que permite a criação de zonas de fácies lótico e léntico no mesmo troço, além de dissiparem a energia facilitando a estabilização das margens;

Represas, soleiras e açudes - as represas, soleiras e açudes são soluções que permitem o controlo de erosão e minimização do assoreamento, uma vez que absorvem a energia do escoamento, e possibilitam também uma melhoria da qualidade da água, uma vez que promovem o arejamento da água;

Bacia de retenção - uma bacia de retenção é uma estrutura que tem por objetivo a regularização dos caudais pluviais afluentes, permitindo a restituição a jusante de caudais compatíveis com um limite previamente fixado ou imposto pela capacidade de vazão de uma rede ou curso de água existente;

Enrocamento com blocos de pedra (riprap) - é um método comum e muito eficaz no controlo da erosão das margens dos rios, consistindo na disposição de rochas (pedras) de diferentes tamanhos ao longo do seu declive;

Gabiões caixa - um gabião caixa é semelhante a uma caixa de malha hexagonal em aço, de dupla torção, com um aspeto aproximadamente cúbico e na maioria das vezes preenchido com pedras. Uma das principais aplicações é a contenção de taludes;

Colchão reno - tapete de pedras formado por células, presas por uma rede e protegido por um geotêxtil com o objetivo de revestir tanto o fundo como as margens de um curso de água de forma a possibilitar a estabilidade do mesmo;

Gabiões vivos - utilizam-se cestos em rede metálica preenchidos por blocos de rocha intervalados por plantações de rebentos ou arbustos com o principal objetivo de conter o talude;

Faxinas - construída essencialmente por estrutura de madeira e vegetação, permitindo a drenagem e consolidação de bases de linhas de água;

Empacotamento - os empacotamentos apresentam-se como uma colocação de camadas sobrepostas de ramos e gravilha, ancorados por estacas permitindo assim proteger as margens de rios e canais fluviais;

Muro de suporte vivo em madeira (cribwalls) - estruturas ocas constituídas por troncos de madeira dispostos em armadura e preenchidas por material de enchimento composto por uma camada drenante aplicada no fundo e uma camada de solo aplicada sobre a anterior. Por entre os troncos e penetrando o material de enchimento plantam-se rebentos de salgueiro ou de outras espécies de enraizamento rápido. Possibilitam assim a estabilização e reconstrução de troços fluviais sujeitos a erosão;

Sementeira e hidrosementeira - a sementeira constitui uma plantação de mistura de sementes adequadas ao local e a hidrosementeira utiliza em simultâneo a água conjuntamente com fertilizantes aquando da plantação da mistura de sementes. Permitem assim uma revegetação do talude;

Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones) – a introdução de vegetação ribeirinhas, com utilização de espécies autóctones possibilita a obtenção de temperaturas mais baixas da água, proporcionar uma fonte de material lenhoso detritos e melhorar o *habitat*, reduzir sedimentos, material orgânico, nutrientes, pesticidas e outros poluentes que migrem para o curso de água;

Combinação de técnicas construtivas - as diversas estruturas referidas podem ser combinadas sob diversas formas, constituindo sistemas de proteção de margens eficazes e, simultaneamente, ambientalmente aceitáveis;

Limpeza e desobstrução de linhas de água - a limpeza e desobstrução das linhas de água consiste na remoção de impedimentos ao escoamento e limpeza das algas que possam ser prejudiciais à qualidade da água de forma a garantir o correto escoamento do caudal de água afluente e tentar prevenir a deterioração da qualidade da água;

Limpeza de espécies invasoras e/ou exóticas nas margens – a limpeza de espécies invasora e/ou exóticas constituiu uma medida importante na medida em que as espécies referidas podem-se expandir de forma descontrolado, substituindo as espécies nativas e reduzindo a diversidade florística das comunidades naturais, podendo mesmo eliminá-las por completo;

- Medidas estruturantes:

Gestão da vida animal – a gestão da vida animal visa essencialmente cessar os problemas que uma má gestão da mesma pode causar no sistema fluvial, como problemas de erosão;

Boas práticas agrícolas - constituem abordagens individuais e sistemáticas que visam atenuar a poluição não pontual de terras agrícolas;

Boas práticas em zonas urbanas - as boas práticas em zonas urbanas constituem uma abordagem individual ou sistemática destinada a compensar, reduzir ou proteger o corredor fluvial contra os impactos do desenvolvimento urbano e atividades urbanas;

Educação ambiental - a educação ambiental é um meio de divulgação das boas práticas ambientais que devem ser seguidas, nomeadamente na proteção e conservação do rio;

Fiscalização ambiental - a fiscalização ambiental constitui um método de promoção da legislação ambiental em vigor, protegendo desta forma o ambiente, contra atentados à sua integridade;

Mecanismos de incentivo à ligação à rede de saneamento – medida estruturante que promove a prestação de auxílio, muitas vezes financeiro, a pessoas que necessitem de um incentivo para se ligarem à rede de saneamento e, com isso, minimizar os impactos nefastos na qualidade da água derivado de descargas ilegais;

Criação de espaços de lazer - a criação de espaços de lazer é muito importante, especialmente, em meios urbanos, visto que se afiguram como forma de desconexão entre o meio urbano e apresentam-se como pequenos escapes do mesmo;

Instrumentos de planeamento - os instrumentos de planeamento, com intervenção na gestão e ordenamento dos recursos hídricos, constituem uma importância medida em que possibilita a restrição da ocupação dos solos e com isso a minimização de possíveis impactos no meio hídrico;

Salienta-se que os custos das soluções anteriormente definidas apresentam-se no Anexo 6, configurando-se apenas como uma estimativa preliminar de custos, apenas com o objetivo de fornecer uma ordem de investimento necessário para cada medida proposta.

#### ➤ Problemas de erosão hídrica

Troços com problemas de erosão podem constituir um problema de segurança pública já que pela proximidade às localidades podem colocar em perigo vidas humanas e causar danos materiais.

O declive das margens e a sua estabilidade têm influência na forma do canal fluvial, no crescimento da vegetação e na criação de *habitats* para as espécies de fauna e flora, condicionando assim os processos de erosão possíveis (D. Oliveira 2006).

No rio Tinto existem assim locais pontuais de erosão das margens, principalmente devido aos meandros do rio, em que, especialmente em casos de cheia, constituem zonas de potencial erosão hídrica devido ao aumento da velocidade do rio, como se pode ver pela Figura 4.13.



Figura 4.13 – Problemas pontuais de erosão hídrica das margens.

Como se pode ver pela anterior figura, o problema não é a inclinação da margem mas o facto de a margem ter sido protegida com um muro e com a força das águas ter provocado a derrocada do mesmo.

Assim, para proteger as margens da erosão hídrica existem medidas estruturais e estruturantes como as representadas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Medidas estruturais e estruturantes para o problema da erosão hídrica.

<b>Medidas Estruturais</b>
Colchão reno
Controlo de ravinamentos (superficiais) dos taludes
Enrocamento com blocos de pedra ( <i>riprap</i> )
Represa, soleira e açude
Limpeza e desobstrução das linhas de água
Gabiões caixa
Gabiões vivos
Correção de taludes
Modelação de solos
Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones)
Faxina
Sementeira e hidrosementeira
Empacotamento
Drenagem subterrânea
Restauração da sinuosidade
Muro de suporte vivo em madeira ( <i>cribwall</i> )
Combinação de técnicas construtivas
<b>Medidas Estruturantes</b>
Educação ambiental
Instrumentos de planeamento
Boas práticas agrícolas
Gestão da vida animal

Existe outro exemplo, na bacia do rio Tinto, que é muito controverso e que se encontra relacionado com a erosão do talude, como se pode ver pela Figura 4.14.



Figura 4.14 – Erosão do talude.

O exemplo retratado acima não se encontra associado a um problema de erosão hídrica, já que a erosão não se deve à força da água, uma vez que o leito se encontra protegido por muro de gabiões.

Assim, este exemplo implica um problema de contenção de taludes e proteção de tubagens em relação a ruturas e aberturas de juntas, devido à presença do coletor de águas residuais no interior do talude, podendo adotar-se como soluções as paredes de contenção, ancoragens, pregagens, escoras, muros de berlim, entre outros.

No entanto, desta forma constitui-se um problema de geotecnia e/ou de proteção de tubagens pelo que os contributos técnicos que poderão surgir não deverão ser fornecidos no decorrer de uma dissertação em Engenharia do Ambiente.

#### ➤ Zonas mais vulneráveis a cheias

As zonas mais vulneráveis a cheias são aquelas que apresentam a possibilidade de provocarem danos materiais e até mesmo perdas humanas, nomeadamente pela proximidade do leito a habitações ou a outras infraestruturas, como se pode ver pela Figura 4.15.



Figura 4.15 – Zonas mais vulneráveis a cheias.

Estas situações podem muitas vezes constituir uma agravante em situações de erosão e promoverem situações de poluição.

Assim, estas situações são de extrema importância pelos efeitos nefastos que podem trazer, traduzindo-se deste modo numa crescente necessidade de gestão das cheias.

Salienta-se que se refere a palavra gestão uma vez que quando nos referimos a um fenómeno de cheia não é realista considerarmos que conseguimos eliminar este evento, sendo que por isso as ações

possíveis visam essencialmente a minimização das cheias e a prevenção dos riscos associados às mesmas.

Representa-se assim na Tabela 4.6, as medidas estruturais e estruturantes selecionadas para a gestão das cheias.

Tabela 4.6 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para o controlo de cheias.

<b>Medidas Estruturais</b>
Bacia de retenção
Canais de secção composta
Restauração da sinuosidade
Remoção de infraestruturas e estruturas
Defletores de asa
Correção do talude
Modelação de solos
Limpeza e desobstrução das linhas de água
Combinação de técnicas construtivas
<b>Medidas Estruturantes</b>
Instrumentos de planeamento
Educação Ambiental
Fiscalização ambiental

➤ Troços com possíveis focos de poluição

Outra preocupação decorrente da análise do troço em estudo deve-se aos focos de poluição. A poluição (difusa ou tópica) deve constituir uma preocupação para quem pretende reabilitar uma linha de água no sentido em que a qualidade da água pode comprometer qualquer intervenção. Para além disso, a poluição deve constituir uma prioridade porque coloca em risco a saúde pública.

O problema da poluição torna-se um problema complexo na medida em que pode envolver tanto descargas ilegais de efluentes industriais como pode estar relacionada com os diversos usos das margens do rio, nomeadamente, no que diz respeito à atividade agrícola nas margens que também pode contaminar as águas através da utilização de fertilizantes. Este último exemplo pode até configurar-se num problema até para o próprio agricultor, no sentido em que poluindo as águas através da prática de uma agricultura indevida nas margens pode também posteriormente utilizar essa mesma água poluída para regar as suas colheitas e com isso, caso ingira os seus alimentos e estes se encontrem contaminados, pode agravar o seu estado de saúde.

Existem assim diversos troços em que se verificam problemas de poluição, como se pode ver pela Figura 4.16.



Figura 4.16 – Troços com possíveis focos de poluição.

Assim, para possibilitar a despoluição do rio podem ser utilizadas medidas estruturais e medidas estruturantes, como se pode ver pela Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para os troços com focos de poluição.

<b>Medidas Estruturais</b>
Represa, soleira e açude
Canais de secção composta
Permitir a conectividade entre o rio e uma ou duas margens
Bacia de retenção
Sementeira e hidrosementeira
Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones)
Limpeza de espécies invasoras e/ou exóticas
<b>Medidas Estruturantes</b>
Gestão da vida animal
Boas práticas agrícolas
Boas práticas em zonas urbanas
Mecanismos de incentivo à ligação da rede de saneamento
Educação ambiental
Fiscalização ambiental
Instrumentos de Planeamento

Salienta-se que o cessamento dos focos de poluição passa muito pela utilização de medidas estruturantes, como a educação ambiental e a sensibilização para a causa, uma vez que grande parte da poluição do rio Tinto se devia às ligações ilegais ao rio que, com o aumento da rede de saneamento básico para uma taxa superior a 95%, cabe apenas à população residente e às indústrias ligarem-se ao

saneamento básico invés de drenar os seus esgotos para o leito, uma vez que já tem outra solução possível que não configure numa agravante para a degradação da qualidade da água do rio.

Para além disso, não foi enquadrada como solução o melhoramento do tratamento da ETAR do Meiral, visto que, no decorrer desta dissertação já se encontra em execução essa obra de requalificação.

➤ Troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço (*habitat*)

A biodiversidade e o espaço para que está se desenvolva são importantes para um sistema fluvial porque permitem que este apresente diversas funções e se desenvolva de uma forma salubre e sustentada.

Deste modo, os troços que evidenciam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço devem ser sujeitos a medidas de conservação que visem a sua salvaguarda dado o reconhecimento da importância destes espaços.

O rio Tinto apresenta-se muito alterado em alguns dos seus troços, pelo que são poucos os troços que apresentam alguma remanescência de biodiversidade e de espaço, sendo os seguintes exemplos, Figura 4.17, ilustração dos poucos espaços com essas características.



Figura 4.17 – Troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço.

Assim, neste tipo de troços existem também medidas estruturais e medidas estruturantes, como se pode ver pela Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços que apresentam riscos de perda de biodiversidade e perda de espaço.

<b>Medidas Estruturais</b>
Faxina
Empacotamento
Muro de suporte vivo em madeira ( <i>cribwalls</i> )
Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones)
Limpeza de espécies invasoras e/ou exóticas
Sementeira e hidrosementeira
Permitir a conectividade entre o rio e uma ou duas margens
Restauração da sinuosidade
Defletores de asa
Combinação de técnicas construtivas
<b>Medidas Estruturantes</b>
Gestão da vida animal
Educação ambiental
Boas práticas agrícolas
Instrumentos de Planeamento

Salienta-se que ambos os tipos de medidas são igualmente relevantes na conservação destes espaços.

➤ Troços com problemas de assoreamento

Os problemas de assoreamento constituem um problema tanto paisagístico como constitui um problema no escoamento do curso de água pelo que necessita de ser solucionado para melhorar o sistema fluvial.

Estes problemas normalmente são pontuais, e normalmente são agravados ou surgem aquando de situações de cheia, como os ilustrados na Figura 4.18.



Figura 4.18 – Troços com problemas de assoreamento.

Para solucionar os problemas de assoreamento implica a necessidade de intervencionar o leito do rio, não havendo medidas não estruturais, uma vez que, não existem medidas minimizadoras deste problema com eficiência necessária para ser considerada.

Assim, na Tabela 4.9 são apresentadas as soluções de desassoreamento.

Tabela 4.9 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços com problemas de assoreamento.

<b>Medidas Estruturais</b>
Limpeza e desobstrução das linhas de água
Enrocamento com blocos de pedra ( <i>riprap</i> )
Modelação de solos
Restauração da sinuosidade
Defletores de asa
Represas, soleiras e açudes
<b>Medidas Estruturantes</b>
Instrumentos de planeamento

- Troços com património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, em risco de degradação ou destruição

Troços com património edificado e sociocultural com ligação ao rio em risco de degradação ou destruição são importantes no sentido em que a sua preservação e reabilitação são necessárias para um convívio sadio entre as infraestruturas que apresentam alguma ligação ao rio e às pessoas que convivem com o rio e seus espaços circundantes.

No rio em estudo, no concelho de Gondomar, existem alguns exemplos de infraestruturas que merecem a atenção para a sua preservação e/ou reabilitação, como se pode ver pela Figura 4.19.



Figura 4.19 – Troços com património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, em risco de degradação ou destruição.

As soluções implicadas na conservação e reabilitação deste tipo de património edificado e sociocultural implicam tanto medidas estruturais como estruturantes, descritas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços com património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, em risco de degradação ou destruição.

<b>Medidas Estruturais</b>
Recuperação do património edificado e sociocultural degradado ou destruído
Criação de espaços de lazer
<b>Medidas Estruturantes</b>
Instrumentos de Planeamento
Educação ambiental
Boas práticas em zonas urbanas

➤ Troços que se encontram canalizados e entubados

Os troços que se encontram altamente modificados são característicos do troço de rio em estudo uma vez que este se desenvolve em meio urbano sob grandes pressões urbanísticas, tendo sido alvo de grandes modificações ao longo do tempo.

Assim, essas modificações levaram à canalização do rio e, em alguns casos, ao seu entubamento, como ilustrado na Figura 4.20.



Figura 4.20 – Troços que se encontram altamente modificados (na imagem da esquerda o rio é entubado e na imagem da direita o rio encontra-se canalizado).

Estes troços são importantes no sentido em que devem ser melhorados, no entanto, salienta-se que para o fazer são necessárias algumas condições para que seja exequível intervencionar estas zonas.

Essas condições, no troço em estudo, prendem-se maioritariamente por uma questão de escassez de espaço disponível para efetuar uma alteração significativamente relevante, o que pode implicar conflitos e questões jurídicas.

Assim, nos troços em que é possível efetuar alguma ação de melhoria, salientam-se as seguintes soluções, referidas na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Medidas estruturais e estruturantes propostas para troços que se encontram altamente modificados.

<b>Medidas Estruturais</b>
Permitir a conectividade entre o rio e uma ou as duas margens
Correção do talude
Modelação de solos
Desentubar
Criação de espaços de lazer
Sementeira e hidrosementeira
Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones)
<b>Medidas Estruturantes</b>
Boas práticas em zonas urbanas
Instrumentos de planeamento

É importante referir que as intervenções no espaço podem ser pontuais, numa pequena área, ou extensivas, numa área longitudinal mais vasta, sendo que, sempre que possível, devem ser ambas implementadas e acompanhadas a fim de melhorar o conhecimento relativo à sua eficácia, fiabilidade e durabilidade face aos objetivos pretendidos, visando uma melhoria sustentada em futuras intervenções (Teiga 2011).

Por último, para ter uma noção das soluções propostas que apresentam uma gama de aplicação maior (aplicam-se a diferentes tipologias de troços), resumem-se na Tabela 4.12 as soluções previstas face à tipologia de troços definida.

Tabela 4.12 – Tabela resumo das soluções em função da tipologia de troços.

Soluções / Troços	A	B	C	D	E	F	G
<b>Medidas estruturais</b>							
1		X					
2	X	X					X
3	X	X			X		X
4		X	X				
5	X	X		X	X		
6	X						
7	X						
8			X	X			X
9							X
10						X	
11		X		X	X		
12	X		X		X		
13		X	X				
14	X				X		
15	X						
16	X						
17	X						
18	X			X			
19	X			X			
20	X			X			
21	X		X	X			X
22	X		X	X			X
23	X	X		X			
24	X	X			X		
25	X			X			
<b>Medidas estruturantes</b>							
26	X		X	X			
27	X		X	X			
28			X			X	X
29	X	X	X	X		X	
30		X	X				
31			X				
32						X	X
33	X	X	X	X	X	X	X

Sendo: troços com problemas de erosão - A; troços vulneráveis a cheias - B; troços com focos de poluição - C; troços com perda de biodiversidade ou espaço - D; troços com problemas de assoreamento - E; troços com património edificado ou sociocultural em risco de degradação e destruição - F; Troços altamente modificados - G e remoção de infraestruturas e estruturas - 1; correção de taludes - 2; modelação de solos - 3; canais de secção composta - 4; restauração da sinuosidade - 5; drenagem subterrânea - 6; controlo de ravinamentos (superficiais) dos taludes -7; permitir a conetividade entre o rio e uma ou duas margens - 8; desentubar - 9; recuperação do património edificado e sociocultural com ligação ao rio - 10; defletores de asa - 11; represas, soleiras e açudes - 12; bacias de retenção - 13; enrocamento com blocos de pedra (*riprap*) - 14; gabiões caixa - 15; colchão reno - 16; gabiões vivos - 17; faxinas - 18; empacotamentos - 19; muros de suporte vivo em madeira (*cribwalls*) - 20; sementeira e hidrosementeira - 21; introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones) - 22; combinação de técnicas construtivas - 23; limpeza e desobstrução de linhas de água - 24; limpeza de espécies exóticas e/ou invasoras - 25; gestão da vida animal - 26; boas práticas agrícolas - 27; boas práticas em zonas urbanas - 28; educação ambiental - 29; fiscalização ambiental - 30; mecanismos de incentivo à ligação à rede de saneamento - 31; criação de espaços de lazer - 32; instrumentos de planeamento - 33.

Na Tabela 4.12 foram dotadas com diferentes cores as soluções, por ordem decrescente de tipologias de troços que abrangem, sendo então a cor azul, a que abrange todos os troços, depois verde, amarelo, laranja, vermelho e branco, que se aplica apenas a um tipo de troço.

Verifica-se que apenas uma solução abrange todos os tipos de troços, ou seja, a medida estruturante de instrumentos de planeamento, de seguida a solução referente à educação ambiental abrange 5 tipologias de troços e por fim as soluções modelação de solos, restauração da sinuosidade e sementeira e hidrosementeira que se apresentam como possíveis medidas que atuam em 4 tipos de troços.

Salienta-se que a importância das medidas estruturantes, na medida em que, na generalidade, apresentam uma vasta gama de aplicação.

#### **4.5 PARTICIPAÇÃO PÚBLICA**

No decorrer desta dissertação foi também possível participar num dos diversos mecanismos de participação pública protagonizados pela Câmara Municipal de Gondomar.

Dos mecanismos de participação pública salienta-se a educação ambiental realizada por duas monitoras de educação ambiental que ao longo do ano letivo deslocam-se às escolas do concelho para abordar diferentes temáticas relacionadas com o ambiente, incluindo por isso questões relacionadas com a água e com a poluição e, para além disso, o Pelouro do Ambiente encontra-se também a dar apoio às escolas que pretendam integrar o Projeto Rios, sendo o município o mecenas do mesmo, pelo que as escolas não incorrem com nenhum custo de adesão ao projeto.

Este último mecanismo de participação pública - o Projeto Rios - pretende ser um elo de ligação entre as pessoas e os rios, dando a conhecer as pessoas o estado em que este está e proporcionando às mesmas um contacto com a natureza, tentando restabelecer ou criar um sentimento de proteção, salvaguarda e carinho entre o rio e os seus utilizadores.

O Projeto Rios apresenta como principais objetivos a participação social na conservação dos espaços fluvial, pretendendo contribuir para a implementação da Carta da Terra e da Diretiva Quadro da Água. Para isso, quem integrar este projeto deverá adotar 500 metros de um troço de rio ou de ribeira para que, através da realização de saídas de campo, consiga valorizar a importância das linhas de água fomentando um espírito de ligação ao rio e com isso de salvaguarda do mesmo.

Assim, dado o objetivo nobre pelo qual este projeto se rege, a Câmara Municipal de Gondomar, para além de custear os materiais necessários bem como prestar apoio técnico aquando das saídas de campo, no ano letivo em que esta dissertação teve lugar, tomou a iniciativa de auxiliar também as escolas aderentes com uma apresentação, em formato PowerPoint, como se pode ver no presente Anexo 7, para dotar os docentes e os alunos das noções básicas necessárias para compreender os objetivos e as etapas do projeto, conhecer o rio adotado, perceber o que se procura nas saídas de campo para que seja possível enquadrar toda a realização do projeto e com isso efetivar uma correta saída de campo dando a conhecer a todos os intervenientes o seu rio, motivando-os a dar-lhe o devido valor.

Após a dotação da informação necessária através da apresentação foi possível realizar as saídas de campo com os grupos escolares inscritos no projeto, sendo que, dois destes dizem respeito ao rio em estudo nesta dissertação – rio Tinto.

Assim, com a escola básica do 1º ciclo de São Caetano 2 foi possível analisar um troço do rio Tinto localizado em na zona do centro de Saúde e com a escola básica do 1º ciclo da Boavista foi possível analisar um troço do rio Tinto localizado na zona das Perlinhas, como se ilustra na Figura 4.21.

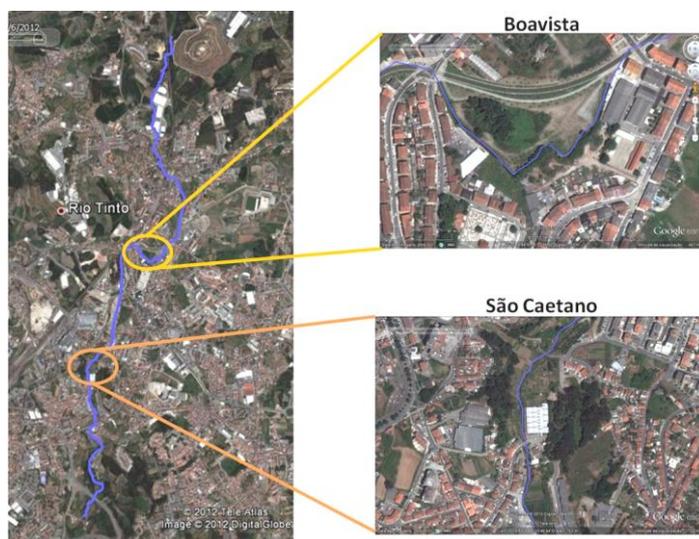


Figura 4.21 – Localização dos troços em estudo da escola básica de São Caetano 2 e escola básica da Boavista (Google Earth).

Da realização destas saídas de campo foi então possível perceber o estado de cada troço.

Relativamente ao troço da Boavista, da visita realizada foi possível observar um local com bastante vegetação e com diversos animais, como se pode ver pela Figura 4.22, sendo que os macroinvertebrados encontrados revelam que o curso de água se encontra em excelentes condições, de acordo com a identificação possibilitada pelas fichas de identificação do Projeto Rios, como se pode ver pela Figura 4.24.



Figura 4.22 – Imagens da saída de campo realizada na escola básica da Boavista.

No que respeita ao troço de São Caetano, foi possível observar um local com alguma vegetação ripícola embora constringido por espaços habitacionais ou hortas mais próximas do leito e, quando à diversidade de animais, foram encontrados menos do que os identificados no troço da Boavista, como se pode ver pela Figura 4.23. Os macroinvertebrados encontrados foram essencialmente oligoquetas e alguns girinos, pelo que neste troço a qualidade da água não é tão boa quanto o revelado na Boavista, como se pode constatar pela análise da Figura 4.24 que reflete que por só termos encontrado oligoquetas a água poderá estar poluída, sugerindo que no trajeto da Boavista até São Caetano existem focos de poluição que degradam a qualidade da água neste último troço mais a jusante.



Figura 4.23 – Imagens da saída de campo realizada na escola básica de São Caetano 2.

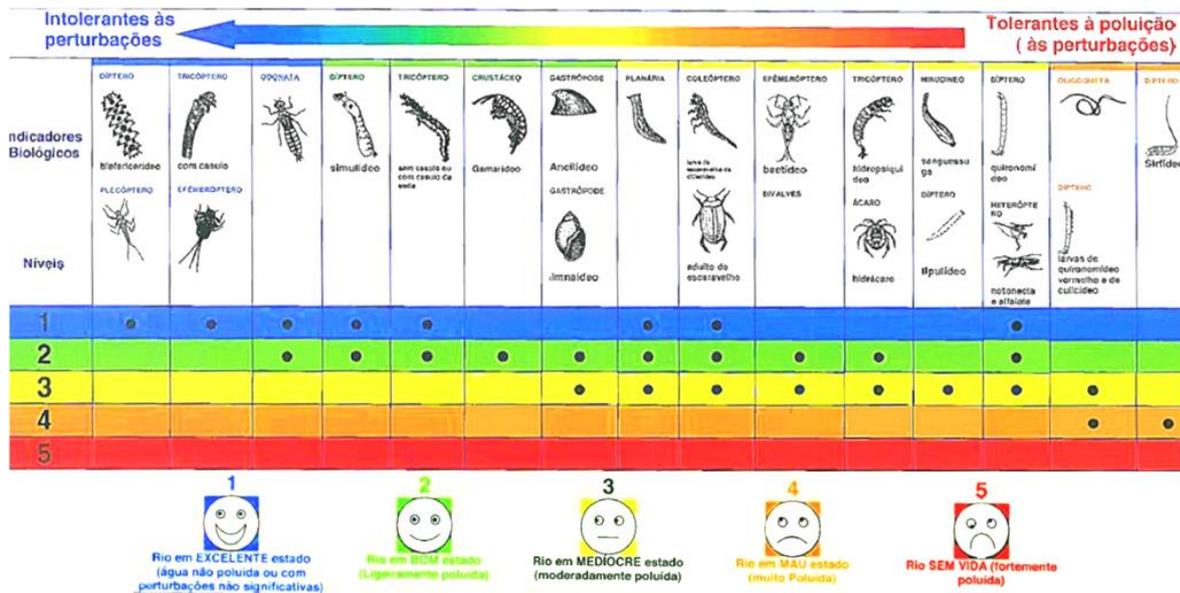


Figura 4.24 – Ficha do Projeto Rios para identificação da qualidade da água.

Com o desenvolvimento deste projeto pretendeu-se dotar os participantes da informação necessária para efetuar todas as etapas de forma clarificada fomentando assim uma correta participação pública.

Assim, o Projeto Rios revelou ser mais um mecanismo de participação pública desenvolvido pela Câmara Municipal de Gondomar com bastante sucesso na procura motivacional para a proteção dos nossos rios e na contribuição para a avaliação da qualidade dos mesmos.

Especialmente no que se refere à qualidade da água revelou-se uma surpresa a evolução do rio Tinto, uma vez que no ano letivo anterior não foi possível efetuar a saída de campo com o grupo da escola básica de São Caetano visto o estado de poluição do rio não o permitir em oposição a este ano letivo em que não se verificaram quaisquer problemas a esse respeito. Para além disso, criou-se uma expectativa muito negativa em relação à poluição da qualidade da água do rio Tinto derivado de notícias diversas que apresentavam o rio como um foco constante de poluição sendo que o cenário

traçado não correspondeu ao verificado nas saídas de campo, especialmente na saída de campo da escola básica da Boavista em que até se encontraram macroinvertebrados correspondentes a um rio em excelente estado.

Para além do Projeto Rios foi possível no decorrer desta dissertação participar também numa festa de fim de ano letivo organizada pela escola básica de São Caetano 1 em que, pelo facto de nesse ano letivo ter sido abordada também a temática do rio, foi escalonada entre as intervenções previstas dos alunos daquela escola também a intervenção do Movimento em Defesa do Rio Tinto, a intervenção das Águas Douro e Paiva, a intervenção da Câmara Municipal de Gondomar e a intervenção do Presidente da Junta de Freguesia de Rio Tinto, Doutor Marco Martins, como se ilustra na Figura 4.25.



Figura 4.25 – Festa de fim de ano letivo na escola básica de São Caetano 1.

De todas as intervenções verificou-se o comum acordo entre todos os intervenientes acerca da necessidade de valorizar e defender o rio Tinto, apesar de todos apresentarem diferentes papéis na sua preservação.

Em nome do Movimento em Defesa do Rio Tinto foi possível perceber que o papel deste movimento, por amizade ao rio, é o de “incomodar as entidades responsáveis”, trabalhando por isso muitas vezes “na sombra” mas visando sempre a reabilitação da bacia hidrográfica do rio Tinto, tentando eliminar as ligações ilegais e proteger as zonas em que o rio, em épocas de cheia, transborda, e, também, defendendo o desentubamento do rio, tornando mais atrativa as zonas ribeirinhas possibilitando o convívio da população com o rio.

Também a Câmara Municipal de Gondomar, representada pelo Pelouro de Ambiente, teve a oportunidade de, face a uma plateia constituída maioritariamente por cidadãos de Rio Tinto, explicar a sua posição face aos problemas do rio, tendo traçado uma evolução positiva do mesmo face ao cenário verificado desde há uma década. No entanto, foi reconhecido que nem sempre as tomadas de decisão foram as mais adequadas.

No entanto, muitas foram as ações tomadas para que a degradação do rio Tinto tivesse um fim nomeadamente no que respeita às ações desenvolvidas pela autarquia no âmbito da participação pública, como a educação ambiental a participação em projetos como o Projeto Rios, candidatura ao Fundo de Proteção dos Recursos Hídricos, bem como também se tem apostado na eliminação das descargas ilegais para o rio e no melhoramento da ETAR do Meiral.

Por último, a Junta de Freguesia gostaria de ver analisada a ligação da foz do rio até ao Parque Aventura da LIPOR (Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto) através das margens do mesmo.



# 5

## SÍNTESE, CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Hoje em dia, existe uma crescente consciencialização de que os rios têm de ser protegidos, preservados e “racionalizados” para que todos, de uma forma sustentada, possam tirar partido do mesmo sem comprometer o seu estado e visando sempre melhorar o mesmo.

Em Portugal, depois de muitos anos em que as intervenções fluviais foram efetuadas sem ponderar corretamente os impactos negativos no sistema fluvial surge agora, num contexto de crise global, a necessidade da população se voltar novamente para os rios, valorizando-os e contribuindo para a sua preservação.

É neste âmbito que surge também um conjunto de regulamentações que enquadram essa crescente consciencialização, nomeadamente a Diretiva Quadro da Água, bem como outras regulamentações nacionais (Lei da Água, Planos de Gestão da Região Hidrográfica, etc.) no sentido de devolver ao sistema fluvial um bom estado da massa de água.

O caso do rio Tinto constitui um exemplo de intervenções que nem sempre foram as mais corretas ou não tiveram o efeito pretendido face à manutenção de um rio outrora salubre. Assim, o rio Tinto foi classificado no Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro como sendo uma massa de água em mau estado, revelando assim a necessidade de intervencionar o mesmo.

Embora a deterioração do rio tenha em grande parte cessado, também fomentada pela legislação em vigor, é importante continuar no bom caminho e continuar a fazer mais e melhor pela qualidade do rio e consequentemente pela qualidade de vida das pessoas.

Desta forma, o trabalho desenvolvido no âmbito municipal revela a mudança de mentalidades por parte do decisor político, em grande parte encorajada pela própria população, uma vez que com este trabalho se pretende criar e agilizar um projeto de reabilitação do rio Tinto para restituir ao rio e às pessoas que o usufruem uma qualidade e quantidade que satisfaça as suas necessidades de forma sustentada e equilibrada.

Assim este trabalho contribui para o traçar de um percurso mais positivo rumo à obtenção de um rio Tinto mais salubre, na medida em que foi elaborada uma metodologia de reabilitação pensada para um recurso hídrico como este, envolvendo as seguintes etapas: Caracterização do Sistema Fluvial; Levantamento dos Antecedentes em termos de Intervenções; Identificação dos Principais Problemas; Estudo de Soluções; Definição dos Objetivos e Cenários; Elaboração do Projeto; Financiamento e Instituições Chave; Implementação, Monitorização e Manutenção e Participação Pública.

A Participação Pública pode ocorrer paralelamente a todas as outras etapas mencionadas, enquanto meio essencial de comunicação entre a equipa multidisciplinar (que se pressupõem que elabore o projeto) e a comunidade (que efetivamente usufrui do rio).

Desta forma, a Participação Pública afigura-se como uma etapa deveras importante, essencialmente devido à partilha de conhecimentos entre o grupo que elabora o projeto e os grupos de interesse, na medida em que pode enriquecer o projeto com informações relevantes fornecidas pelos grupos de interesse, dotados de conhecimentos básicos, e, por outro lado, a participação pública é também uma etapa importante na medida em que deverá permitir uma maior aceitação das alterações efetuadas no rio, pelos diferentes grupos.

Esta metodologia prevê também que quando ultrapassado o horizonte do projeto (cerca de 10 anos) ou quando por outras razões seja necessário adequar o projeto a uma nova realidade seja possível alterar todo o projeto e se proceda, deste modo, à revisão na íntegra projeto de reabilitação.

Para além disso, salienta-se que a metodologia proposta é considerada uma metodologia ideal pelo que na realidade nem sempre os passos são seguidos pela ordem proposta, sendo por isso uma metodologia com um elevado carácter iterativo.

No decorrer desta dissertação foi então possível proceder à realização da etapa de Caracterização do Sistema Fluvial, Levantamento dos Antecedentes em termos de Intervenções, Identificação dos Principais Problemas, Estudo de Soluções e Participação Pública.

Na etapa de caracterização, quanto à qualidade da água, foi possível denotar uma evolução positiva da mesma, à exceção do ponto de amostragem a jusante da ETAR do Meiral que se apresenta com má qualidade devido ao *by-pass* que ocorreu durante a recolha da amostra. Salienta-se no entanto que a ETAR tinha permissão para efetuar o *by-pass* decorrente das obras de remodelação que se estavam a realizar.

Da etapa de estudo das soluções, foi possível selecionar 33 soluções propostas para as 7 tipologias de troços, verificou-se que apenas uma solução abrange todos os tipos de troços (instrumentos de planeamento), de seguida a solução referente à educação ambiental abrange 5 tipologias de troços e por fim as soluções modelação de solos, restauração da sinuosidade e sementeira e hidrosementeira apresentam-se como possíveis medidas que atuam em 4 tipos de troços.

Salienta-se a importância das medidas estruturantes face às medidas estruturais, na medida em que as primeiras, em geral, apresentam um campo de aplicação maior.

A nível da Participação Pública, o envolvimento no Projeto Rios constituiu um enriquecimento face à análise da qualidade do sistema fluvial bem como permitiu obter uma referência face à importância que as crianças e seus educadores apresentam face ao rio Tinto.

Recomenda-se que a continuação da concretização da metodologia fique a cargo do Pelouro do Ambiente da Câmara Municipal de Gondomar para que o trabalho até aqui realizado tenha continuidade e seja assim possível obter resultados visíveis e efetivos na reabilitação do rio Tinto.

No sentido de deixar algumas perspetivas para o desenvolvimento de futuros trabalhos, salienta-se o interesse que poderá ter o desenvolvimento de um projeto de Reabilitação do rio Tinto em conjunto com os municípios que este recurso atravessa, de forma a tornar mais efetivo e sustentado todo o projeto.

Para além disso, importa referir que um projeto desta magnitude impõe a necessidade de interação entre os diferentes pelouros da câmara, nomeadamente o Pelouro de Planeamento, sendo que, no decorrer desta dissertação denotou-se uma falha de comunicação e de partilha do mesmo face ao interesse maior que neste trabalho se impunha.

Por último, importa referir que o rio Tinto, no concelho de Gondomar, se afigurou como um desafio a todas as capacidades intelectuais e conhecimentos empíricos até aqui adquiridos pelas suas diversas

singularidades, pressões, problemas e condicionantes. No entanto, o mesmo rio que sofreu outrora tantas agressões à sua integridade tem revelado uma capacidade resiliente notável. Essa capacidade resiliente tem sido promovida e auxiliada pela mudança de mentalidade e consequentemente de atitudes levadas a cabo por quem usufruiu do rio, bem como por quem tem o poder de decidir como intervir o mesmo.

Assim, está patente uma mudança e é essa mudança que deve ser fomentada e auxiliada pretendendo esta dissertação contribuir também para esse mesmo objetivo.

**Por isso, nunca será demais dizer que enquanto há vida há esperança e, para este rio Tinto, haverá sempre uma luz ao fundo do túnel.**





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARH Norte (Administração da Região Hidrográfica do Norte I.P). 2011. Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Douro - Relatório Técnico - Versão para consulta pública. <http://www.arhnorte.pt> (acedido em 18 de fevereiro de 2012).

ARH Tejo (Administração da Região Hidrográfica do Tejo I.P). 2012. Avaliação de Impacte Ambiental. [www.arhtejo.pt](http://www.arhtejo.pt) (acedido em 5 de maio de 2012).

Almeida, Maria; Ochoa, Daniel; Sanz, Domingo; Bergmeier, Erwin; Bjorkland, Ronald; Curiel, Pedro; Mota, António; Catita, David; Chatzinikolaou, Yorgos; Cortes, Rui; Décamps, Henri; Dimopoulos, Panayotis; Doring, Michael; Duarte, Maria; Economou, Alcibiades; Espírito-Santo, Dalila; Fabião, António; Faria, Carla; Fernandes, Rosário; Yuste, José; Ferreira, Maria; Ferreirinha, José; Freitas, Carlos; Frochot, Bernard; Jalón-Lastra, Diego; Giakoumi, Sofia; Godinho, Carlos; Saraiva, Maria; Hatzirvassanis, Vassilis; Hipólito, Rita; Ilhéu, Rita; Johansen, Kasper; Konstanzer, Johannes; Leal, Gonçalo; Loi, Irini; Almansa, Juan; Marchamalo, Miguel; Santa-Maria, Carolina; McClain, Michael; Mendes, Ana; Mira, António; Moreira, Ilídio; Morgado, Kátia; Moritz, Christian; Naiman, Robert; Nunes, Vanda; Godinho, Francisco; Pais, Filipa; Peixoto, Rui; Correia, Teresa; Rabaça, João; Ribeiro, Artur; Roché, Jean; Céu, Joaquim; Sangalli, Paola; Sousa, Adélia; Sousa, Paulo; Tockner, Klement; Martinez, Pilar; Vlamis-Gardikas, Alexios; Zogaris, Stamatis. 2009. *Zonas Ribeirinhas Sustentáveis*. Ripidurable.

APRH (Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos). 2012. Regiões e Bacias Hidrográfica. [www.aprh.pt](http://www.aprh.pt) (acedido em 19 de fevereiro de 2012).

Bichançã, Maria. 2006. Bacias de Retenção em Zonas Urbanas como Contributo para a Resolução de Situações Extremas: Cheias e Secas. MSc. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Brandão, João. 2001. Obras de Regularização de Leito. PhD. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

AMP (Área Metropolitana do Porto). 2010. Plano de Intervenção - Rio Tinto (Apresentação Power Point).

COBA (Consultores de Engenharia e Ambiente). 2007. *Prolongamento da Linha C: Antas - Gondomar*. Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE) - Relatório Técnico.

Coelho, José. 2009. Desenvolvimento de Indicadores de Acompanhamento de Obras de Reabilitação Fluvial. MSc. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

CHS (Confederación Hidrográfica del Segura). 2008. *Restauración de Riberas*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.

- Cortes, Rui. 2003. Requalificação de Cursos de Água. <http://www1.ci.uc.pt/floresta> (acedido em 24 de fevereiro de 2009).
- Cruz, Maria, e Rui Braz. 2009. A eutrofização dos sistemas aquáticos. <http://naturlink.sapo.pt> (acedido em 23 de fevereiro de 2012).
- Dias, Herly e Oleriano, Eliseu. 2007. A dinâmica da água em microbacias reflorestadas com eucalipto. Documento apresentado no I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, em novembro de 2007 no Brasil.
- EA (The Environment Agency). 2010. List of Mitigation Measures. <http://evidence.environment-agency.gov.uk> (acedido em 28 de abril de 2012).
- FEUP (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto). 2007. Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto. Relatório Final.
- Ferreira, Maria. 2001. Estudo Estratégico para a Gestão das Pescas Continentais. <http://www.isa.utl.pt> (acedido em 27 de abril de 2012).
- FISRWG (The Federal Interagency Stream Restoration Working Group). 1998. Stream Corridor Restoration. Principles, Processes, and Practices. National Engineering Handbook, USDA - Natural Resources Conservation Service.
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2012. Participação pública. <http://dqa.inag.pt> (acedido em 6 de maio de 2012).
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2006. Implementação da Directiva Quadro da Água. <http://dqa.inag.pt> (acedido em 23 de fevereiro de 2012).
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2002. Plano Nacional da Água. [www.inag.pt](http://www.inag.pt) (acedido em 21 de fevereiro de 2012).
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2001. Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Douro. [www.inag.pt](http://www.inag.pt) (acedido em 21 de fevereiro de 2012).
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2011. Taxa de Recursos Hídricos. [www.inag.pt](http://www.inag.pt) (acedido em 11 de maio de 2012).
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2010. Lei da Água. <http://dqa.inag.pt> <http://portaldaagua.inag.pt> (acedido em 8 de março de 2012).
- INAG (Instituto da Água I.P.). 2010. Qualidade da Água. <http://portaldaagua.inag.pt> (acedido em 7 de maio de 2012).
- ICNF (Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas). 2012. Avaliação de Incidências Ambientais. <http://www.icnf.pt> (acedido em 11 de maio de 2012).
- Jesus, Alexandrer. 2010. Partes de um rio. <http://alexandreresus03.blogspot.pt/> (acedido em 24 de fevereiro de 2012).
- Leitão, Nuno. 2009. A vegetação ripícola como filtro biológico de nutrientes. <http://naturlink.sapo.pt> (acedido em 15 de maio de 2012).
- Lemos, Manuel. 2008. Regularização e Protecção Contínua de Cursos de Água. MSc. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Lemos, Raquel. 2010. Reabilitação de Ribeiras Urbanas: Aplicação ao caso do Rio Tinto no Concelho do Porto. MSc. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

- Loucks, Daniel; van Beek, Eelco; Stedinger, Jerry; Dijkman, Josef; Villars, Monique. 2005. *Water Resources Systems Planning and Management. An Introduction to Methods, Models and Applications*. UNESCO.
- Movimento em Defesa do Rio Tinto. 2012. Move Rio Tinto. <http://moveriotinto.blogspot.pt/> (acedido em 22 de maio de 2012).
- Neves, Tiago. 2004. Geologia: uma abordagem ao geodinamismo externo e interno do nosso planeta - Ação geológica dos rios. <http://geodinamica.no.sapo.pt/html/pagesgex/rios2.htm#accaogeologicarios> (acedido em 28 de maio de 2012).
- Oliveira, Daniel. 2006. Metodologia de Reabilitação Fluvial Integrada.. MSc. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Oliveira, Fernanda. 2012. *Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial*. Almedina.
- Oliveira, Sandra. 2009. Instrumentos legais para a gestão da água. [www.quercus.pt](http://www.quercus.pt) (acedido em 13 de junho de 2012).
- Pacheco, Fernando. 2008. Hidrologia de Corredores Fluviais. UTAD.
- Patacho, Domingos. 2007. Gestão Sustentável dos Cursos de Água. [www.quercus.pt](http://www.quercus.pt) (acedido em 15 de março de 2012).
- Pierre, André; Enserink, Bert; Connor, Desmond; Croal, Peter. 2006. Public Participation International Best Practice Principles. International Association for Impact Assessment.
- Porto24. 2012. Verdes pedem esclarecimentos a Governo sobre a recuperação do rio Tinto. <http://porto24.pt> (acedido em 8 de maio de 2012).
- Rodrigues, Marina. 2009. Avaliação dos benefícios da reabilitação de rios: Potencial para aplicação da Transferência de Benefícios. MSc. Universidade Nova de Lisboa.
- SER (Sociedade para a Restauração Ecológica). 2004. Princípios da SER Internacional sobre a restauração ecológica. [www.ser.org](http://www.ser.org) (acedido em 20 de janeiro de 2012).
- SNIRH (Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos). 2000. Qualidade da Água Superficial. <http://snirh.pt> (acedido em 10 de maio de 2012).
- Sousa, Rita. 2005. Requalificação Biofísica e Paisagística de Dois Troços do Rio Lis e do Rio Lena. MSc. Universidade de Évora.
- Tánago, Marta e Jalón, Diego. 1998. *Restauración de ríos y riberas*. Mundi-Prensa.
- Teiga, Pedro. 2010. Avaliação e Mitigação de Impactes em Reabilitação de Rios e Ribeiras em Zonas Edificadas. Uma Abordagem Participativa. PhD. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Teiga, Pedro. 2009. Normas para a Limpeza de Cursos de Água. [www.arhnorte.pt](http://www.arhnorte.pt) (acedido em 20 de fevereiro de 2012).
- Teles, Virgínia e Laranjeira, Maria. 2005. *Melhoria da Funcionalidade Ecológica num Território Fragmentado. Crítica à Reserva Ecológica Nacional*. Núcleo de Investigação em Geografia e Planeamento do Instituto de Ciências Sociais da Universidade do Minho.
- Tovar, Luísa. 1997. O Planeamento na Gestão dos Recursos Hídricos. Uma Abordagem Dinâmica. MSc. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Vieira, Pedro. 1998. Protecção e Reabilitação Ambiental de Cursos de Água Naturais. *Agroforum*, 1998, n.º 13 ed.: 13-24.

Wikipédia. 2012. Área protegida em Portugal. <http://pt.wikipedia.org> (acedido em 28 de abril de 2012).

Wikipédia. 2011. Instrumentos de Gestão Territorial. <http://pt.wikipedia.org> (acedido em 2 de abril de 2012).

Wikipédia. 2012. Rio Tinto (Gondomar). <http://pt.wikipedia.org> (acedido em 1 de julho de 2012).

WS Atkins (Consultores e Projectistas Internacionais, Lda). 2003. *Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Rio Tinto em Gondomar - Projeto de Execução*. Câmara Municipal de Gondomar.

Zeh, Helgard. 2007. *Engenharia Natural*. Federação Europeia de Engenharia Natural.

## ANEXO A

A vegetação ripícola é importante no sentido em que, quando apresentam uma importante conexão essencialmente na sua dimensão longitudinal (conectividade da vegetação ripícola) e na sua dimensão lateral (largura da vegetação ripícola), constituindo os chamados corredores verdes. Essas conexões, tornam possível uma série de funções ecológicas que se encontram relacionadas, por sua vez, com as características físicas, químicas e biológicas dos mesmos, como se pode ver pela Tabela A.1 (FISRWG 1998).

Tabela A.1 – Funções ecológicas dos corredores ecológicos (CHS 2008).

Funções		Descrição
Habitat		Estrutura espacial na qual as espécies podem viver, reproduzir-se, alimentar-se e mover-se
Condução		Habilidade do sistema para transportar materiais, energia e organismos
Barreira		Entrave à passagem de materiais, energia e organismos
Filtro		A penetração seletiva de materiais, energia e organismos
Fonte		Sempre que a saída do sistema de materiais, energia e organismos excede na entrada
Reservatório		Sempre que a entrada no sistema de materiais, energia e organismos excede na saída

## ANEXO B

No presente Anexo B encontram-se descritas mais pormenorizadamente todos os itens que merecem uma análise mais cuidada aquando da caracterização do sistema fluvial:

### ➤ Reconhecimento da Área em Estudo

Neste tópico importa recolher informações acerca da área em estudo (noção da sua extensão tendo em conta os quilómetros do troço bem como a sua delimitação a nível de concelhos, caso exista), utilização do solo nas margens do troço, condições climáticas e questões topográficas.

Para a evolução histórica importa ter presente a evolução do troço fluvial ao longo dos tempos, tentando por isso encontrar informação histórica relativa aos anos anteriores, procurar caracterizar o presente e face a essa evolução tentar prever o que poderá acontecer no futuro.

### ➤ Enquadramento Geográfico e Socioeconómico

O enquadramento geográfico pode ser feito através de pesquisa de dados acerca da geografia em bibliográfica e de dados de aerofotogrametria (através de fotografias disponíveis no Google Earth, por exemplo).

Importa ter noção da área correspondente da bacia hidrográfica, onde se localiza (localização da nascente e da foz), bem como concelho ou concelhos que atravessa

Com este enquadramento pretende-se identificar e distinguir as áreas da bacia hidrográfica que apresentam uma ocupação rural, das que apresentam uma ocupação do solo urbano.

O enquadramento socioeconómico pode ser feito conversando com as populações no sentido de perceber quais os problemas sociais e os problemas económicos das mesmas ou através da pesquisa de dados estatísticos, presentes no Instituto Nacional de Estatística (INE) ou em bibliografia que incorpore estes dados.

Através do enquadramento socioeconómico, tendo em conta a caracterização do uso do solo e das atividades desenvolvidas na área adjacente às margens, tenta-se perceber se existem condições para integrar circuitos pedonais, cicláveis, identificar o património construído e cultural, entre outros, face à situação social e económica verificada na zona a reabilitar.

### ➤ Instrumentos de Gestão Territorial

Neste tópico importa ter a noção dos principais instrumentos de gestão territorial com interesse para definição de restrições, condicionantes ou diretrizes face ao ordenamento do território.

Os instrumentos consagrados na Diretiva Quadro da Água que dizem respeito ao ordenamento são o Plano de Ordenamento de Albufeiras e Águas Públicas (POAAP), o Plano de Ordenamento Orla Costeira (POOC) e o Plano de Ordenamento dos Estuários (POE) e os que são respeitantes ao planeamento são o Plano Nacional da Água (PNA), o Plano de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) e o Plano Específico de Gestão da Água (PEGA) (Portal da Água s.d.).

Assim, os planos respeitantes ao ordenamento encontram-se descritos nos instrumentos de gestão territorial, segundo o Decreto-lei n.º 380/99 de 22 de setembro, alterado pelo Decreto-lei n.º 316/2007 de 19 de setembro, na redação atual, e pelo Decreto-lei n.º 46/2009 de 20 de fevereiro.

O regime jurídico dos instrumentos de gestão territorial define o sistema de gestão territorial, que assenta em instrumentos de planeamento dos mais diversos níveis da administração do território (nacional, regional e local), bem como os princípios básicos do seu relacionamento e as regras atinentes, entre outros aspetos, à sua elaboração, dinâmica e execução (F. Oliveira 2012).

Normalmente, no que diz respeito ao Plano Diretor Municipal, é neste que se define as diferentes utilizações do solo de utilidade pública, nomeadamente a Reserva Ecológica Nacional (REN), Reserva Ecológica Nacional (RAN), Zonas Inundáveis, Domínio Público Hídrico (DPH), entre outras.

A REN foi criada com a finalidade de possibilitar a exploração dos recursos e a utilização do território com salvaguarda de determinadas funções e potencialidades de que dependem o equilíbrio ecológico e a estrutura biofísica das regiões, bem como a permanência de muitos valores económicos, sociais e culturais (F. Oliveira 2012).

A RAN traduz a existência no território das zonas com melhor potencial de produção primária a nível pedológico e que, como tal, não podem sofrer alterações irreversíveis dessa situação, fundamentalmente de um ponto de vista biofísico, económico e social (F. Oliveira 2012).

Relativamente às Zonas Inundáveis estas são definidas nos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT) como zonas vulneráveis à ocorrência de cheias e riscos de inundação de modo a evitar o agravamento dos riscos de cheias, nomeadamente nas zonas urbanas.

O Domínio Público Hídrico considera, de acordo com o Decreto-lei n.º 468/71 de 5 de novembro, que a margem das águas não navegáveis nem fluviáveis, nomeadamente torrentes, barrancos e córregos de caudal descontínuo, devem ter a largura de 10 metros. Considera-se o Domínio Público Hídrico, de acordo com o artigo 5º do mesmo Decreto-lei, os leitos e margens de quaisquer águas navegáveis ou fluviáveis sempre que tais leitos e margens de quaisquer águas navegáveis ou fluviáveis sempre que tais leitos e margens lhe pertençam, bem como os leitos e margens das águas não navegáveis nem fluviáveis que atravessam terrenos públicos do Estado (F. Oliveira 2012).

No que respeita a uma estratégia de salvaguarda das populações das espécies diversidade genética das espécies mais ameaçadas existem ainda outros documentos legais.

A nível nacional, a Rede Nacional de Áreas Protegidas já inclui em Portugal Continental cerca de 7.9% do território continental (INAG 2002).

A nível comunitário, a Diretiva Aves exige o estabelecimento de Zonas de Proteção Especial (ZPE) destinadas a garantir a conservação dos *habitats* das espécies de aves, e inclui uma lista com as espécies que requerem medidas rigorosas de conservação (INAG 2002).

A Diretiva Habitats, do início dos anos noventa, teve como principal objetivo contribuir para assegurar a biodiversidade da Europa comunitária através da conservação dos seus *habitats* naturais e das espécies da flora e fauna selvagens considerados ameaçados. Cada Estado membro foi solicitado a propor uma lista nacional de sítios a ser apresentada à Comissão com base em critérios específicos. A partir da lista nacional de sítios serão selecionados os Sítios de Importância Comunitária (SIC) por região biogeográfica (INAG 2002).

O Decreto-Lei 140/99 de 24 de Abril reviu a transposição da Diretiva Habitats para a ordem jurídica interna. a proposta portuguesa inclui uma lista total de 60 sítios. Uma parte das áreas propostas como

sítios pertenciam já a zonas designadas, propostas ou legalmente protegidas, embora os seus limites tenham sofrido ajustamentos, devido aos estudos entretanto realizados (INAG 2002).

Relativamente às zonas húmidas, existem 15 locais designados para a Convenção de Ramsar (Convenção sobre as Zonas Húmidas de Importância Internacional), um acordo formal entre países que estabelece as bases para a cooperação internacional em prol da conservação e uso racional das zonas húmidas, e o Inventário e Caracterização das Zonas Húmidas realizado pelo MedWet/ICN (INAG 2002).

Por zona húmida entende-se qualquer ecossistema onde a presença (com frequência ou abundância) de água constitui o elemento condicionante, levando ao aparecimento de uma componente biológica específica. No termo zona húmida, incluem-se os ecossistemas aquáticos propriamente ditos, mas também outros ecossistemas onde a componente aquática de carácter permanente ou temporário é determinante, como sejam paúis, cervunais, lameiros ou charcas (INAG 2002).

### ➤ Hidrologia

Para perceber o comportamento hidrológico de uma bacia importa ter noção das condições do clima (precipitação, temperatura), características geológicas (topografia, litologia, solos), bem como o fluxo de saída dos caudais e sedimentos, que, por sua vez, configuram a morfologia e regime do leito (Tánago e Jalón 1998).

Um fator relevante na análise hidrológica é o regime de caudais. Este é uma das características mais alteradas pelas atividades humanas, não só mediante a sua regulação através de reservatórios ou barragens, mas também através de mudanças na utilização do solo, que alteram os componentes do ciclo hidrológico, acelerando o escoamento (Tánago e Jalón 1998).

O resultado de todas as atividades implicou, em geral, um aumento dos caudais de ponta, variando a sua frequência e implicando também uma diminuição dos caudais de estiagem, prolongando-se os períodos com caudais menores devido a uma menor capacidade de retenção de água na própria bacia hidrográfica (Tánago e Jalón 1998).

Assim, para caracterizar o regime de caudais podem-se utilizar os seguintes parâmetros: caudal médio anual, escoamento médio anual, variabilidade temporal, estatísticas mensais, previsibilidade, curvas de frequência de caudais, curvas de duração de caudais e análises da magnitude e permanência de caudais mínimos (Tánago e Jalón 1998).

Outro fator relevante e importante para análise é o tempo pois permite a previsão de fenómenos hidrológicos, principalmente quando se pretende analisar situações extremas como situações de cheia. Desta forma, um instrumento útil de análise pode ser o recurso a um hidrograma já que este relaciona as mudanças no escoamento fluvial ao longo do tempo (FISRWG 1998).

Este hidrograma é principalmente relevante quando se trata de uma zona urbana, onde o processo de urbanização promove a impermeabilização dos solos, e torna-se imperativo tentar prever o tempo em que se verificará o pico de uma cheia para tentar evitar e/ou minimizar os possíveis danos provocados por esse evento, como se pode ver pela Figura B.1.

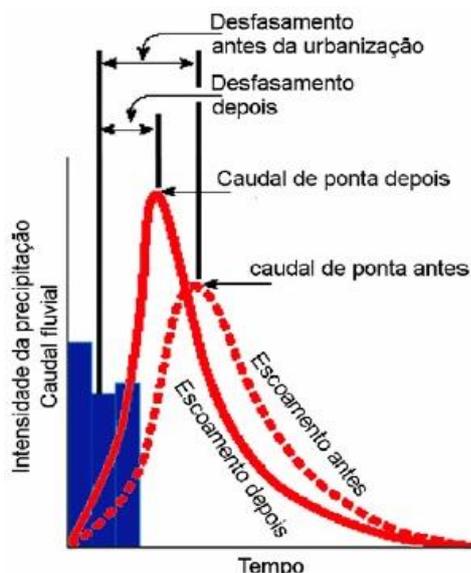


Figura B.1 – Hidrograma retratando a influência da urbanização (Pacheco 2008).

Como se pode ver pela Figura B.1, para além do pico de cheia se verificar muito mais cedo numa zona urbanizada comparativamente a uma zona rural, também ocorre um aumento do caudal de ponta.

Para além disso, também se verifica em zonas urbanizadas uma maior velocidade do escoamento derivado do facto do pavimento ser liso, ao invés de decorrer sobre a vegetação natural podendo, por isso, acentuar os danos em situações de cheias. A cobertura impermeável impede também a infiltração de precipitação para o solo impedindo a recarga de aquíferos e, como já foi referido, fazendo aumentar o escoamento superficial em zonas urbanas face a zonas rurais (FISRWG 1998).

Dependendo do grau de cobertura impermeável da bacia hidrográfica, o escoamento superficial anual pode aumentar até cerca de 16 vezes mais do que se do mesmo se tratasse para áreas naturais.

Deste modo, é importante ter acesso a valores de caudais, para diferentes tempos de retorno, áreas inundáveis e dados de níveis de água que facilmente se pode encontrar através da visita ao local ou através de conversas com as populações.

Por outro lado, deve-se fazer uma pesquisa bibliográfica acerca dos registos pluviométricos, caudais de ponta de cheia, dimensão e forma da bacia, comparando dados hidrológicos no sentido de os validar.

#### ➤ Processos Fluviais

Um importante fator relativo aos processos fluviais é a erosão, já que, a nível fluvial, esta implica uma redução da capacidade de infiltração e de retenção de humidade do solo. Quando os solos sofrem erosão, o subsolo não absorve a água da chuva com a mesma rapidez e consequentemente haverá um maior escoamento e menos água disponível para as plantas (INAG 2001).

Os mecanismos de erosão das margens podem estar ligados à ação da própria corrente ou associados a uma perda de coesão das margens devido ao seu teor de humidade (Tánago e Jalón 1998).

Para além da erosão, também o transporte sólido e o assoreamento (deposição) são importantes caracterizadores dos processos fluviais.

O assoreamento reflete a deposição de partículas quando, normalmente, a velocidade do escoamento é baixa fazendo com que as partículas que se encontram em movimento, por ação da gravidade, se depositam no leito do curso de água. O assoreamento é um fator importante a ter em conta pois pode condicionar o escoamento da água e com isso provocar maiores danos nomeadamente em épocas de cheia.

Já o transporte sólido ocorre, essencialmente, quando devido à erosão existem partículas soltas e livres para se movimentarem de acordo com a velocidade do escoamento.

Desta forma, o transporte sólido e o assoreamento são fatores caracterizadores dos processos fluviais e estes relacionam-se com a erosão de acordo com o Figura B.2, tendo também em conta fatores hidrológicos, como a velocidade a que se encontra o meio fluvial e o tamanho das partículas que se encontram presentes.

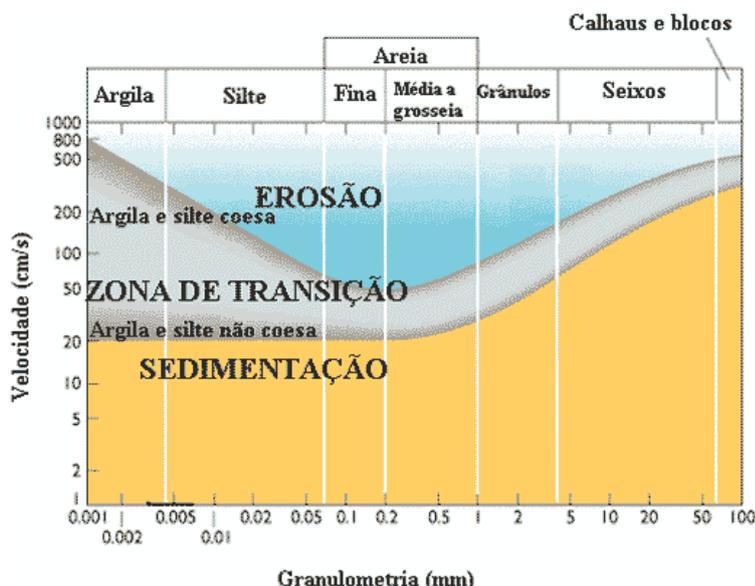


Figura B.2 – Tamanho das partículas em função da velocidade (Neves 2004).

Assim, verifica-se que com o aumento do tamanho das partículas, maior é a tendência para sofrerem deposição e, inversamente, quando o seu tamanho for mais reduzido, maior a tendência para sofrerem transporte. Já, a erosão ocorre principalmente quando existe uma maior velocidade do escoamento.

No movimento das águas intervêm dois tipos de forças: a da gravidade, que atua na direção descendente do rio, e a de fricção, que se opõe a este movimento. A relação entre ambas as forças determina a capacidade da corrente para erodir e transportar sedimentos (Tánago e Jalón 1998).

É a força de fricção que determina a resistência que se opõe ao contorno do leito que pode expressar-se por unidade de superfície ou como tensão de arraste ( $\tau$ ), sendo proporcional ao gradiente de velocidades e equivalente à componente do peso da água paralela à superfície de deslocamento (Tánago e Jalón 1998).

Uma equação de resistência muito utilizada é a de Manning (Equação 1) cuja expressão encontra-se representada de seguida:

$$\text{Equação 1: } v = \left(\frac{1}{n}\right) \times R^{2/3} \times S^{1/2} ;$$

Sendo  $n$  o coeficiente de rugosidade de Manning, inversamente proporcional à velocidade, neste caso. Para além disso, o valor do coeficiente de rugosidade de Manning pode tomar os seguintes valores, dependendo do tipo de leito, Tabela B.1 (Tánago e Jalón 1998):

Tabela B.1 – Valores do coeficiente de rugosidade de Manning para diferentes tipos de leito (Tánago e Jalón 1998).

Descrição do leito	Valor do coeficiente de rugosidade de Manning			
	Mínimo	Normal	Máximo	
<b>Troços naturais e baixos</b>	Limpos, retos, sem poças profundas	0,025	0,030	0,033
	Troços lentos com macrófitos e poças profundas	0,050	0,070	0,080
	Troços com abundância de macrófitos e com poças profundas	0,075	0,100	0,150
<b>Troços montanhosos, sem vegetação no leito, encostas inclinadas, árvores e arbustos nas margens submersos com caudais elevados</b>	Leito com cascalhos, seixos e algumas pedras de maior tamanho ou rochas	0,030	0,040	0,050
	Leito com seixos e grandes blocos, pedras ou grandes rochas	0,040	0,050	0,070

Para além disso, ao longo do perfil longitudinal do leito, derivado, principalmente, a inclinação do vale e à presença da vegetação ripária, predominam determinados processos fluviais em determinadas partes do curso de água. Assim, verifica-se que na cabeceira de um curso de água ocorre essencialmente a meteorização (rochas expostas soltam fragmentos) e erosão, no percurso intermédio ocorre maior transporte e na foz predomina a deposição, como se pode ver pela Figura B.3.

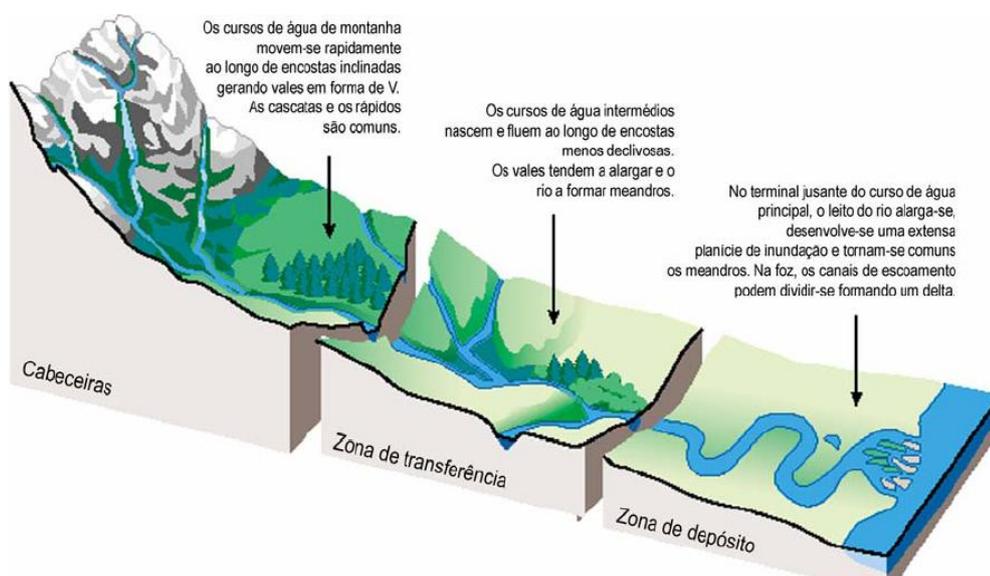


Figura B.3 – Visão longitudinal sobre um curso de água (Pacheco 2008).

Verifica-se uma relação entre o tamanho do substrato e a inclinação do leito já que para troços com rochas mais duras, a inclinação é maior e para troços com substrato menos resistente à erosão, a inclinação tende a ser menor (Tánago e Jalón 1998).

Outros motivos que também interferem com a diminuição do tamanho dos sedimentos com o aumento da distância à nascente são o desgaste, abrasão, fracionamento bem como a facilidade de transporte de sedimentos mais pequenos pelas águas (Tánago e Jalón 1998).

Outra diferença relevante que se verifica dependendo da localização ao longo do curso do rio prende-se com a sua secção transversal que vai alterando a sua forma, sendo que nos troços do rio mais altos ou sobre rochas duras dominam os vales com seção em V sendo a planície de inundação muito pequena, chegando a vegetação terrestre quase até às bordas das águas, misturando-se com as espécies tipicamente ripárias (Tánago e Jalón 1998).

Já nos troços médios e baixos o vale é mais expandido e a planície de inundação adquire um maior desenvolvimento, especialmente em troços mais meandrizados. Nestes casos, e atendendo à sua estrutura (vegetação ripária, nível freático, tipo de solo, etc.), como ao seu funcionamento (conexão hidrológica através do aquífero e cheias periódicas, conexão biológica, intercâmbio de matéria e energia com o ecossistema interior do rio, etc.), a planície de inundação forma claramente parte do leito e, por isso, deve ser considerada na limitação do mesmo (Tánago e Jalón 1998).

A meandrização obriga a uma harmonização contínua entre o escoamento fluvial e o transporte/deposição de sedimentos (Pacheco 2008).

Nos meandros as velocidades são mais elevadas junto à extremidade convexa do mesmo devido ao momento angular (força centrífuga), associado ao escoamento da água em canal encurvado. As diferenças de velocidade entre a extremidade convexa e côncava provocam erosão da primeira e deposição na segunda. Por outro lado geram uma corrente do interior para o exterior do meandro, fazendo com que o fluxo global seja helicoidal, como se pode ver pela Figura B.4 (Pacheco 2008).

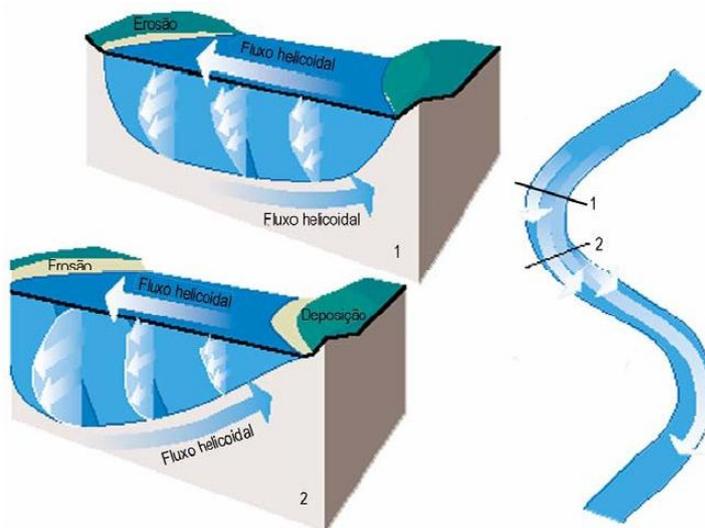


Figura B.4 – Distribuição de velocidades num meandro (Pacheco 2008).

Assim, de acordo com a orientação da corrente do rio face ao meandro e devido aos sucessivos e contínuos processos de erosão e sedimentação vão desenvolver-se diversas formas do leito, com uma redistribuição de partículas que forma acumulações mais ou menos regulares (Tánago e Jalón 1998).

Por fim, tendo em conta todas as variáveis e condicionantes que intervêm num sistema fluvial, importa ter em atenção os graus de liberdade que determinado curso de água apresenta, ou seja, tentar perceber como o rio se movimenta num espaço fluvial delimitado.

Para determinar a dinâmica dos rios deve-se identificar as variáveis que definem a geometria do canal e as relações hidráulicas que podem ser estabelecidas entre elas e as variáveis independentes (regime de caudais e de sedimentos e inclinação do vale), determinando os graus de liberdade e possibilidades de ajuste do rio em cada caso, como se pode ver pela Tabela B.2 (Tánago e Jalón 1998).

Tabela B.2 – Graus de ajuste do rio e equações para sua previsão. Sendo  $U$  a velocidade média,  $d$  a profundidade média,  $S$  a inclinação do leito,  $W$  a profundidade,  $d_m$  a profundidade máxima da água,  $l$  o comprimento de onda das formas do leito,  $A$  a amplitude das formas do leito,  $p$  a sinuosidade,  $z$  o comprimento do arco do meandro,  $Q$  o caudal,  $Q_s$  o caudal sólido,  $D$ ,  $D_r$  e  $D_l$  o diâmetro característico dos sedimentos do leito, margem direita e margem esquerda, respetivamente e, por fim,  $S_v$  a inclinação do vale (Tánago e Jalón 1998).

Graus de liberdade	Variáveis de ajuste	Variáveis fixas	Variáveis independentes	Equações
1	$U$	$D, S, W, d_m, l, A, p, z$	$Q$	Continuidade
2	$U, d$	$S, W, d_m, l, A, p, z$	$Q, D, D_r, D_l$	Continuidade e Resistência
3	$U, d, S$	$W, d_m, l, A, p, z$	$Q, Q_s, D, D_r, D_l$	Continuidade, Resistência e Transporte de sedimentos
5	$U, d, S, W, d_m$	$l, A, p, z$	$Q, Q_s, D, D_r, D_l$	Continuidade, Resistência, Transporte de sedimentos, Erosão de margens e Sedimentação
7	$U, d, S, W, d_m, l, A, p, z$	-	$Q, Q_s, D, D_r, D_l, S_v$	Continuidade, Resistência, Transporte de sedimentos, Erosão de margens, Sedimentação, Sinuosidade, Espaçamento entre rápidos, Comprimento do arco dos meandros

Equações como a da continuidade, da resistência (Manning) ou do transporte de sedimentos podem ser estabelecidas com uma certa precisão. No entanto para as restantes torna-se mais complicado uma vez que existem sempre mais graus de liberdade que equações disponíveis para a previsão do seu comportamento (Tánago e Jalón 1998).

Sendo assim, para identificar os processos fluviais mais importantes é necessário procurar no terreno informações relativas à forma e dimensão do leito, composição do substrato, situações de assoreamento, erosão da margem, entre outros possíveis dados relevantes.

Através de uma pesquisa bibliográfica deverá ser possível obter dados que corroborem a forma e dimensão do leito anteriormente verificada *in loco* e caracterizar os processos de erosão através da análise das margens, entre outros dados relevantes.

#### ➤ Qualidade da Água e dos Sedimentos

Para analisar a qualidade da água pode-se avaliar *in loco* qual o seu cheiro, cor, identificar fontes de poluição que descarreguem diretamente para o curso de água (Estações de Tratamento de Águas

(ETAR's), indústrias, fossas, coletores de águas pluviais, etc.) entre outros e pode-se analisar parâmetros físico-químicos e biológicos com interesse para a caracterização de determinado sistema.

Importa referir que as descargas poluentes para além de serem importantes a nível hidrológico, pois podem interferir, por exemplo, com os valores de caudais registados, também são importantes a nível de qualidade de água no sentido em que são, muitas vezes, o principal foco de poluição do meio hídrico e que por isso devem ser corretamente identificados para posteriormente se tentar cessar tais descargas.

Para isso, importa recolher informações acerca do tipo de descargas, ou seja, se são efetuadas em ambiente empresarial ou se são derivadas de zonas habitacionais.

Um dado importante que pode também estar relacionado com as descargas ilegais num curso de água é a taxa de cobertura de saneamento já que esta assegura a infraestruturação da zona para garantir o encaminhamento do efluente para tratamento.

No entanto, a taxa de cobertura de saneamento não garante que efetivamente a população esteja ligada ao mesmo, pois só contabiliza as infraestruturas necessárias para cobertura de determinado local.

Por outro lado, o problema da qualidade da água encontra-se, muitas vezes, relacionado com a falta ou escassez de caudal no leito, devido a uma estiagem natural ou, mais frequentemente, a derivações de água para canais de rega ou produção de energia elétrica, sem ter em conta a manutenção de um caudal aceitável para a vida aquática. Desta forma, com um menor caudal o impacto de qualquer descarga será maior (Tánago e Jalón 1998).

Outro vetor importante que apresenta influências na qualidade da água é a eutrofização. A eutrofização resulta da presença de grandes concentrações de nutrientes que podem levar a um crescimento biológicos excessivo, normalmente de algas.

As plantas aquáticas necessitam de uma grande variedade de constituintes químicos para crescerem, mas geralmente apenas o fósforo e/ou o azoto estão em défice nos sistemas aquáticos, sendo por isso os fatores que limitam o seu crescimento. A eutrofização resulta, na maioria das vezes, do aumento destes nutrientes (sobretudo do fósforo) que permite a multiplicação descontrolada das algas (Cruz e Braz 2009).

A eutrofização pode ser natural ou consequência de atividades humanas. Quando a origem é natural, o sistema aquático torna-se eutrófico muito lentamente e o ecossistema mantém-se em equilíbrio. Geralmente a água mantém-se com boa qualidade para o consumo humano e a comunidade biológica continua a ser saudável e diversa. Quando, pelo contrário, a eutrofização resulta de atividades humanas, há um aceleração do processo, os ciclos biológicos e químicos podem ser interrompidos e, muitas vezes, o sistema progride para a um estado essencialmente morto (Cruz e Braz 2009).

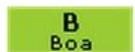
Já a eutrofização induzida pelo Homem desenvolve-se rapidamente devido a fontes de nutrientes geradas pelas atividades humanas. As fontes mais comuns são as escorrências dos campos agrícolas (que são muito ricas em nutrientes devido à utilização de fertilizantes), os efluentes industriais, os esgotos das áreas urbanas e a desflorestação. Todas elas provocam a libertação para os ecossistemas aquáticos de grandes quantidades de nutrientes que ficam disponíveis para o crescimento do fitoplâncton (conjunto de algas microscópicas com pouco ou nenhum poder de locomoção, deslocando-se segundo o movimento da água, que inclui as algas verdes e as cianobactérias) (Cruz e Braz 2009).

Assim, torna-se relevante atentar a estas causas antrópicas para não constituir um problema de eutrofização que possa levar à degradação da qualidade da água.

Esta problemática da qualidade da água originou que num passado recente, Portugal produzisse grandes modificações a nível de reforma administrativa, produção legislativa e gestão de recursos hídricos que têm implicações na avaliação da qualidade dos recursos hídricos (INAG 2010).

Assim, o INAG propôs uma classificação da qualidade da água para usos múltiplos que permite obter informação sobre os usos que potencialmente podem ser considerados na massa de água classificada. São consideradas cinco classes, como se pode ver pela Tabela B.3.

Tabela B.3 – Classificação proposta pelo INAG (SNIRH 2000).

Classificação	Descrição
 <b>A</b> Excelente	Águas com qualidade equivalente às condições naturais, aptas a satisfazer potencialmente as utilizações mais exigentes em termos de qualidade.
 <b>B</b> Boa	Águas com qualidade ligeiramente inferior à classe A, mas podendo também satisfazer potencialmente todas as utilizações.
 <b>C</b> Razoável	Águas com qualidade aceitável, suficiente para irrigação, para usos industriais e produção de água potável após tratamento rigoroso. Permite a existência de vida piscícola (espécies menos exigentes) mas com reprodução aleatória; apta para recreio sem contacto direto.
 <b>D</b> Má	Águas com qualidade medíocre, apenas potencialmente aptas para irrigação, arrefecimento e navegação. A vida piscícola pode subsistir, mas de forma aleatória.
 <b>E</b> Muito Má	Águas extremamente poluídas e inadequadas para a maioria dos usos.

O que origina determinada classificação depende dos resultados de um conjunto de parâmetros que são analisados comparando assim os valores obtidos para aquela zona com os limites estabelecidos.

Para além da classificação proposta pelo INAG foram também elaborados diferentes Decreto-lei, nomeadamente o Decreto-lei n.º 236/98 e o Decreto-lei n.º 243/01.

Assim, o Decreto-lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, aprova as normas, critérios e objetivos da qualidade da água, consoante os fins a que se destina, e clarifica as competências das várias entidades intervenientes no domínio da qualidade da água. Este diploma transpõe para o direito interno a Diretiva 80/778/CEE, de 15 de Julho, relativa à qualidade das águas para consumo humano. Esta diretiva foi publicada apenas 5 anos depois da Diretiva 75/440/CEE, de 16 de Junho, a qual apresentava um conceito de água para consumo humano mais restrito que foi necessário alterar. Esta diretiva de 1975 preconizava a elaboração de um plano de ação orgânico, de âmbito nacional, que contemplasse a calendarização das medidas necessárias à proteção e melhoria da qualidade das águas doces superficiais destinadas à produção de água para consumo humano. A Portaria n.º 462/2000, de 25 de Março, cumpre o estabelecido nessa diretiva e aprova o Plano Nacional Orgânico para Melhoria das Origens Superficiais de Água Destinadas à Produção de Água Potável, que classifica a qualidade da água nas origens superficiais baseadas em parâmetros específicos definidos no anexo t ao Decreto-Lei n.º 236/98 (S. Oliveira 2009).

Já o Decreto-lei n.º 243/2001, de 5 de Setembro regula a qualidade da água destinada ao consumo humano e tem por objetivo proteger a saúde humana dos efeitos nocivos resultantes de qualquer contaminação da água destinada ao consumo humano, assegurando a sua salubridade e limpeza, aliado à necessidade de promover a utilização sustentável da água para consumo humano. As disposições do

presente diploma não se aplicam às águas minerais naturais, águas de nascente na parte contemplada pela legislação específica sobre a matéria e águas que são produtos medicinais (S. Oliveira 2009).

Assim, tendo em conta os decretos existentes para possibilitar a comparação da qualidade da água face a esse quadro institucional e tendo também em conta os diferentes estudos que apresentam análises à qualidade da água é necessário analisar a sua qualidade.

Primeiramente, no sentido de minimizar gastos desnecessários, dever-se-á orientar os parâmetros a analisar de acordo com o que se pretende verificar, isto é, se procuro verificar se uma amostra de água apresenta sinais de eutrofização deverei realizar análises quanto à presença de amónia (NH<sub>4</sub>), nitritos (NO<sub>2</sub>), nitratos (NO<sub>3</sub>) e fosfatos (PO<sub>4</sub>) nessa mesma amostra.

Já os sedimentos também desempenham um papel importante uma vez que são parte integrante de um sistema fluvial saudável, representando *habitat* para muitas espécies e constituindo um recurso para outras. Podem também indicar a presença de poluição difusa e por isso, para além de serem um vetor essencial de nutrientes, constituem também um vetor de contaminação.

Relativamente à qualidade dos sedimentos, esta pode ser analisada *in loco* ou em laboratório, sendo que no primeiro caso pode-se, por exemplo, identificar os tipos de sedimentos (se existem indícios da presença de lodos ou de outras substâncias potencialmente poluidoras) e no segundo pode obter-se a composição dos sedimentos e analisa-los mais especificamente quanto, por exemplo, à presença de metais pesados.

#### ➤ Integridade Ecológica do Sistema Ribeirinho

A integridade ecológica relaciona-se com todas as condições que suportam o sistema ribeirinho sendo por isso descrita como a capacidade de um ecossistema resistir e recuperar sozinho dada uma perturbação, de uma forma integrada (Teiga 2011).

Existem, no entanto, cinco grupos de fatores ambientais que determinam a integridade ecológica de cada sistema fluvial, como se pode ver pela Figura B.5, sendo eles: as características do canal; qualidade e características geoquímicas da água; regime de caudais, líquido e sólido, que ocorrem em cada local; fontes de energia que penetram no sistema a partir de montante, da bacia de drenagem e da atmosfera; interações bióticas/ecológicas, tais como predação, competição ou efeitos patogénicos (Ferreira 2001).

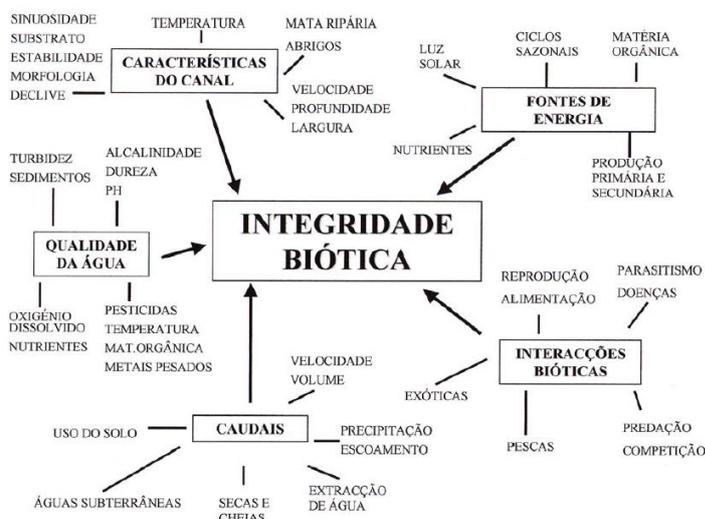


Figura B.5 – Os cinco grupos de fatores que influenciam a integridade ecológica (Ferreira 2001).

Estes grupos de fatores não são estanques, antes formam uma teia multivariada de influências. A maior parte destes fatores podem ser naturais ou ter origem em atividades humanas. Por exemplo, a matéria orgânica que caracteriza dado local pode provir da folhada ripária ou de um efluente urbano. Uma espécie nova para a comunidade pode ter migrado de uma bacia hidrográfica adjacente ou ter sido introduzida pelo Homem. Assim, a influência das atividades humanas pode processar-se em vários fatores e grupos de fatores e globalmente afetar toda a teia de processos e funções decorrentes no sistema (Ferreira 2001).

As principais atividades humanas que interferem com os fatores que determinam a integridade ecológica, bem como os seus principais impactos e comunidades afetadas descrevem-se na Tabela B.4.

Tabela B.4 – Sumário de tipos de atividades humanas e os seus principais impactos sobre o corredor fluvial e o canal (Ferreira 2001).

<b>Atividade humana</b>	<b>Principal Impacto</b>	<b>Efeito Primário</b>	<b>Principais Comunidades Afetadas</b>
<b>Regularização</b>	Aumento do caudal	Instabilidade do substrato do leito	PL; BE; PI
	Redução do caudal	Assoreamento	PL; BE; PI
	Constância do caudal	Homogeneização e estabilidade do leito	PL; BE
	Variações do regime de caudal	Assincronia das variações naturais	PI
	Variações da curva de duração anual de caudais	Redução ou inexistência de cheias de limpeza anual do leito e afluência de nutrientes às zonas laterais	PI
<b>Intervenções Fluviais</b>	Pontes e estruturas transversais	Perturbação do substrato e dos <i>habitats</i>	BE
	Alteração de perfis transversais e longitudinais	Alterações da forma do canal, homogeneização de <i>habitats</i>	PL; BE; PI
	Dragagens	Perturbação do substrato, assoreamento	PL; BE; PI
	Barragens e açudes	Alteração do regime de caudais	BE; PI
	Canais associados à rede hidrográfica	Alteração do regime de caudais	BE; PI
<b>Uso da Água</b>	Extração e desvio	Variações do perímetro molhado e do regime de caudal líquido	BE; PI
	Transferências de água	Alteração do regime de caudal	PL; BE; PI
	Poluição por efluentes pontuais	Aumento da carga orgânica e inorgânica suspensa e dissolvida	PL; BE; PI
<b>Uso da Bacia de Drenagem</b>	Atividades monoculturais e escoamentos	Nutrientes e pesticidas	PL; BE; PI
	Minas, estaleiros e extração de inertes	Assoreamento de materiais finos	BE; PI
	Urbanização e indústria	Poluição	BE; PI

As seguintes siglas dizem respeito a: PL- plantas aquáticas e galeria ribeirinha; BE- macroinvertebrados e diatomácias bênticas; PI- peixes.

A qualidade da água e as fontes energéticas são tradicionalmente as agressões sobre as quais se concentra o esforço de controlo, porque geralmente estão associadas a fontes pontuais poluidoras e como tal mais fáceis de quantificar (sobretudo em termos químicos) e de resolver tecnicamente, porque se trata de situações em que mais diretamente se pode responsabilizar o utilizador e porque afetam os usos futuros da água pelo homem. É hoje óbvio que, apesar de todos os esforços desenvolvidos, não se verifica uma melhoria significativa na qualidade dos sistemas fluviais, porque outras alterações ocorrem em simultâneo e sob diferentes formas, não sendo quantificáveis por elementos físico-químicos (Ferreira 2001).

Assim, para avaliar a integridade ecológica do sistema ribeirinho tem de se ter em consideração que muitos dos outros fatores que se encontram relacionadas com a mesma já foram analisados, pelo que é importante recolher informações relativas a outros tópicos ainda por explorar.

Deste modo, é importante identificar no próprio local a vegetação ribeirinha presente no ecossistema, caracterizando-a segundo o tipo de comunidade, distribuição da comunidade (caracterização da extensão, estrutura e estado da galeria ripícola), grau de cobertura e grau de continuidade (estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo) bem como se existem espécies exóticas e autóctones. No caso de serem espécies animais importa identificar espécies autóctones e exóticas bem como espécies endémicas raras ou em vias de extinção e procurar macroinvertebrados ou vertebrados. Deve-se também ter em conta as atividades humanas realizadas nas imediações.

Este tipo de caracterização deve ser realizada através da recolha de informação *in loco*, podendo também ser baseada e fundamentada em pesquisa bibliográfica que contenha informação acerca das espécies vegetais e animais presentes.

#### ➤ Património Edificado e Sociocultural

Outro aspeto relevante é a referência ao património edificado e sociocultural associado à área de estudo, como tradições, crenças, importância afetiva dos locais para as populações e a existência de locais com interesse histórico ou arqueológico relacionado com o rio (Rodrigues 2009).

Este tópico é relevante no sentido em que através da inventariação de todo o património edificado e sociocultural que apresenta uma ligação ao rio poderá ser posteriormente efetuado um planeamento que possibilite a ligação das pessoas que habitualmente frequentam este tipo de espaços aos rios que lhe são próximos.

## ANEXO C

No que se refere às análises à qualidade da água, realizaram-se amostragens em 5 pontos passíveis de comparação com os dados do estudo referente ao Plano de Intervenção - Rio Tinto realizado para a Câmara Municipal de Valongo, Câmara Municipal de Gondomar, Câmara Municipal de Gondomar, Veolia, Águas de Gondomar e Águas do Porto em 2010 e no Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto realizado pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto para a Câmara Municipal do Porto realizado também em 2007.

Para além disso, todos os resultados são comparados com a legislação em vigor, especificamente o Decreto-lei n.º 236/98 de 1 de agosto e a classificação prevista pelo INAG para cursos de água superficiais de acordo com as suas características de qualidade para usos múltiplos.

A qualidade da água foi avaliada no que se refere à temperatura, pH, condutividade, oxigénio dissolvido, sólidos suspensos totais (SST), carência química de oxigénio (CQO), carência bioquímica de oxigénio a 5 dias (CBO<sub>5</sub>) e à amónia (NH<sub>4</sub>), nos pontos de amostragem 1, 2, 3, 4 e 5, como se observa na Figura C.1.

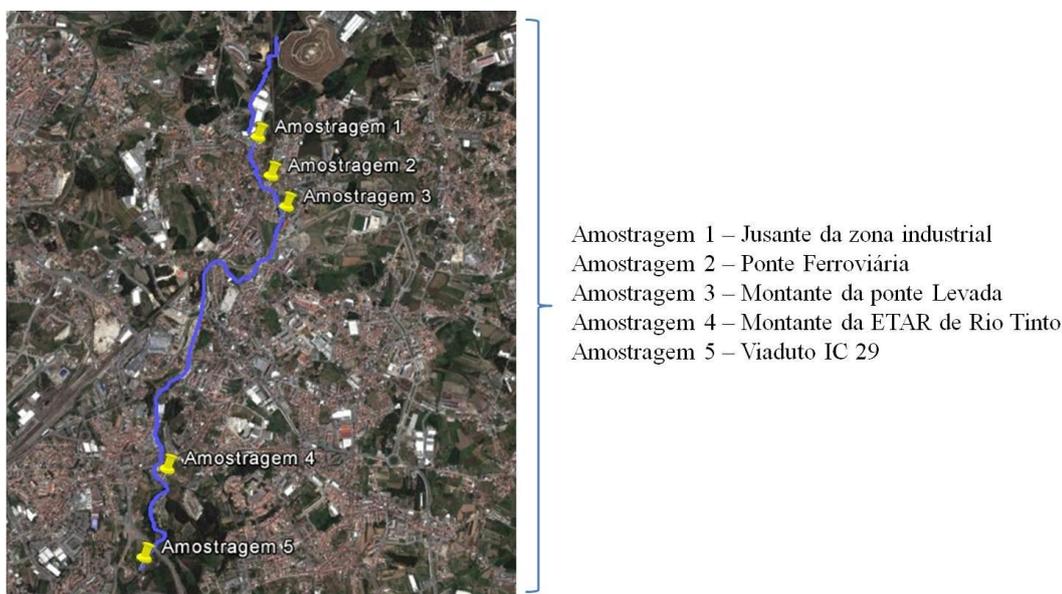


Figura C.1 – Pontos de amostragem.

Os dados relativos à temperatura, pH, condutividade, SST e CBO<sub>5</sub> apenas se encontravam disponíveis para comparação os dados do Estudos de Intervenção para a Reabilitação do Rio Tinto no Concelho do Porto.

Para a comparação da CQO apenas havia dados no Plano de Intervenção para o Rio Tinto.

Já no que respeita aos dados do oxigénio dissolvido, ambos os estudos mencionados apresentam dados passíveis de comparação.

Uma última ressalva prende-se com o facto de no dia da realização da presente amostragem a ETAR do Meiral encontrava-se a realizar um *by-pass*, pelo que, é expectável que as análises a jusante da ETAR (ponto 5) apresentem valores de contaminação mais elevados. Para além disso, importa referir que a ETAR apresenta licença para efetuar o *by-pass*, de acordo com informação fornecida pelo

Pelouro do Ambiente da Câmara Municipal de Gondomar, já que na ETAR encontra-se a decorrer as obras de requalificação da mesma.

Assim, a temperatura foi comparada para os anos de 2005 e de 2012, tendo também em consideração o limite preconizado pelo Decreto-lei n.º 236/98, representando-se na Figura C.2 as mudanças verificadas nas análises realizadas.

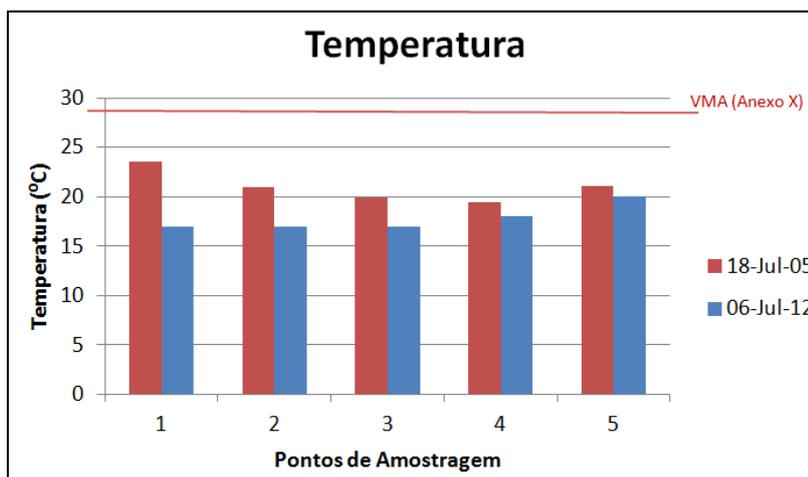


Figura C.2 – Temperatura ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.

Como a temperatura foi inferior ao limite preconizado, aparentemente, não irá interferir num crescimento microbiano descontrolado, que poderia por sua vez interferir na qualidade da água.

A diferença entre a temperatura em 2005 e a temperatura em 2012 pode dever-se apenas às condições climáticas verificadas em ambos os dias em análise.

Por outro lado, verifica-se uma tendência de aumento na temperatura, para o ano de 2012, que, embora não seja significativa, pode sugerir uma degradação da qualidade da água, de montante para jusante.

O pH foi comparado entre 2005 e 2012, tendo também em conta a gama de valores estipulada no Decreto-lei n.º 236/98 bem como a classificação proposta pelo INAG para águas de boas qualidade, pelo que os valores deverão estar contidos dentro dessas gamas, como observa na Figura C.3.

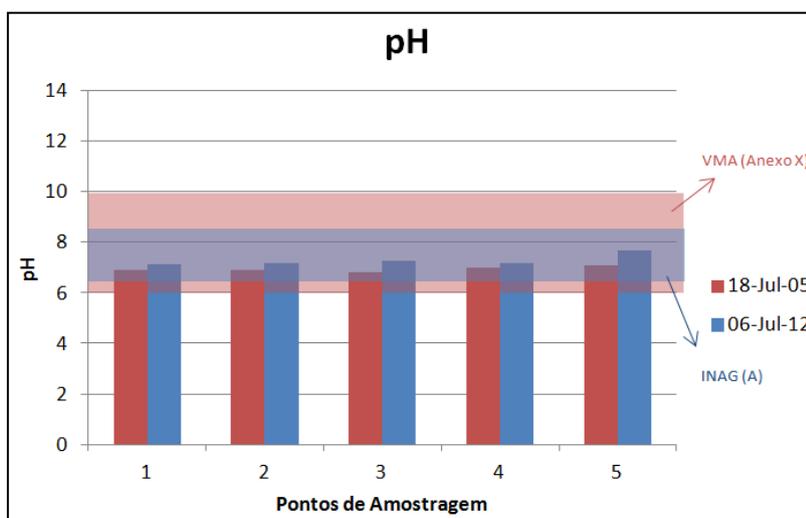


Figura C.3 – pH ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.

Verifica-se da análise da Figura C.3 que tanto os valores de 2005 como os de 2012 se encontram dentro das gamas de qualidade definidas no Decreto-lei n.º236/98 como na classificação para águas excelentes do INAG.

Assim, pode-se aferir que o pH não se apresenta como um fator limitativo do bom estado da qualidade da água, estando mesmo próximo da neutralidade (gama a que os organismos aquáticos se encontram adaptados).

Os dados relativos à condutividade apresentam-se na Figura C.4, para os anos de 2005 e 2012, comparando-os também face à classificação do INAG para águas em estado excelente e bom.

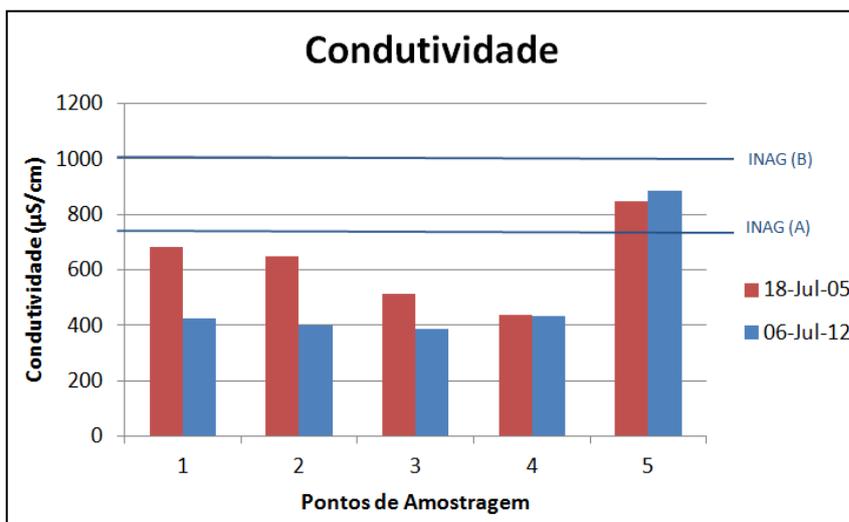


Figura C.4 – Condutividade ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.

Todos os valores de condutividade, à exceção dos valores do último ponto, apresentam-se dentro do limite previsto pelo INAG para águas em excelente estado, pelo que, não deverão apresentar o conteúdo iónico elevado. No entanto, o último valor ultrapassa esse limite mas situando-se ainda abaixo do limite para águas em bom estado.

Desta análise está patente a degradação que ocorre de jusante para montante, principalmente pelo ponto que se localiza a jusante da ETAR do Meiral.

Salienta-se que para o ano de 2012 este valor seria de esperar já que a ETAR se encontrava a fazer *bypass* decorrente das obras de melhoramento da mesma.

Verifica-se também que do ano de 2005 para o ano de 2012, à exceção do ponto 5 e do ponto 4 que se manteve aproximado, todos os outros valores sofreram uma descida considerável.

Os valores para o oxigénio dissolvido encontram-se representados na Figura C.5, para o ano de 2005, 2010 e 2012 em comparação também com o limite inferior de 7 mg O<sub>2</sub>/l (Valor Máximo Admissível – VMA) preconizado no Decreto-lei n.º236/98 e também com a gama de classificação para uma água excelente preconizado pela classificação do INAG.

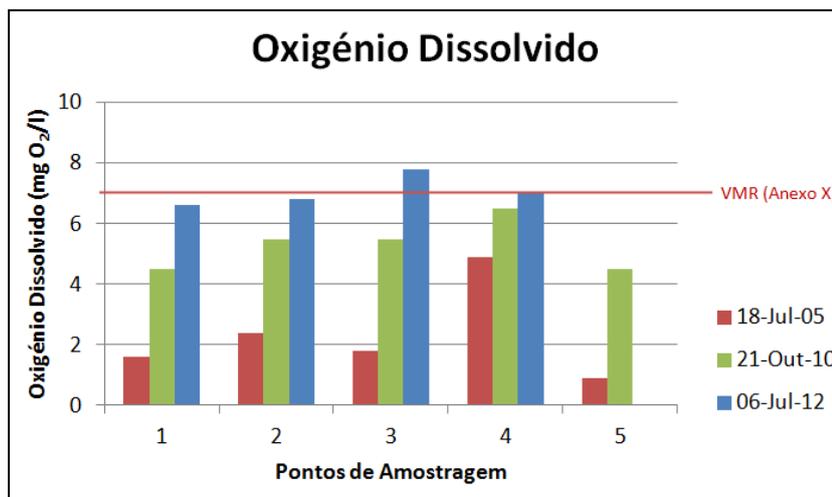


Figura C.5 – Oxigénio dissolvido ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005, 2010 e 2012.

Da análise da Figura C.5 verifica-se que, em relação ao Decreto-lei n.º 236/98, os pontos 3 e 4 cumprem a legislação em vigor, no entanto o ponto de amostragem 1 e 2 apesar de não o fazerem encontram-se muito próximos desse limite.

Assim, pode dizer-se que nesses pontos (pontos 3 e 4), a qualidade da água, em termos de oxigénio dissolvido, é satisfatória no sentido de possibilitar a manutenção dos processos naturais de autodepuração do rio e de manutenção da vida aquática, uma vez que o oxigénio dissolvido se encontra acima de 5 mg/l.

Relativamente ao ponto 5, o valor de oxigénio dissolvido foi nulo, estando por isso muito abaixo do limite desejado, no entanto, mais uma vez se refere que este valor se deverá ao facto de estar a ocorrer um *by-pass* no momento da amostragem.

Por outro lado, reflete-se, desde 2005 até 2012, uma tendência de aumento do oxigénio dissolvido, à exceção do ponto 5, corroborando assim a tendência de melhora verificada nos anteriores parâmetros analisados face à qualidade da água.

Relativamente aos dados referentes aos sólidos suspensos totais, estes são comparados para o ano de 2005 e de 2012 tendo em conta o Valor Máximo Recomendável (VMR) fixado no Decreto-lei n.º 236/98 e a classificação do INAG proposta para águas em excelente estado (A) e também em muito mau estado (E), como se pode ver na Figura C.6.

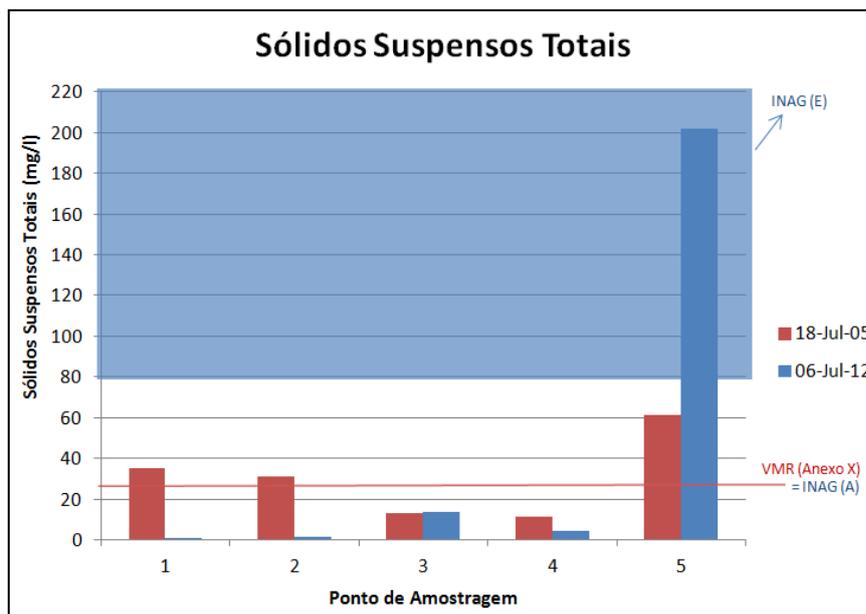


Figura C.6 – Sólidos suspensos totais dissolvido ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.

Na Figura C.6 está patente uma melhoria da qualidade da água de 2005 para 2012, uma vez que este último ano apresenta o ponto 1, 2, 3 e 4 abaixo do limite tanto do Decreto-lei n.º 236/98 bem como abaixo do limite máximo para uma água em excelente estado, fornecido pela classificação do INAG.

No entanto, o ponto 5, para o ano de 2012, encontra-se classificado, como seria de esperar, como uma água em muito mau estado, relativamente ao preconizado pela classificação do INAG.

Deve existir, por isso, uma atenção redobrada ao ponto 5, uma vez que o teor elevado de sólidos suspensos totais pode limitar a penetração da luz na água e promover uma diminuição da diversidade no ecossistema.

No que respeita à CQO, os dados obtidos apresentam-se na Figura C.7 e comparam os anos 2010 e 2012, tendo em conta a classificação do INAG para águas superficiais em excelente estado (A), bom estado (B), razoável estado (C) e muito mau estado (E).

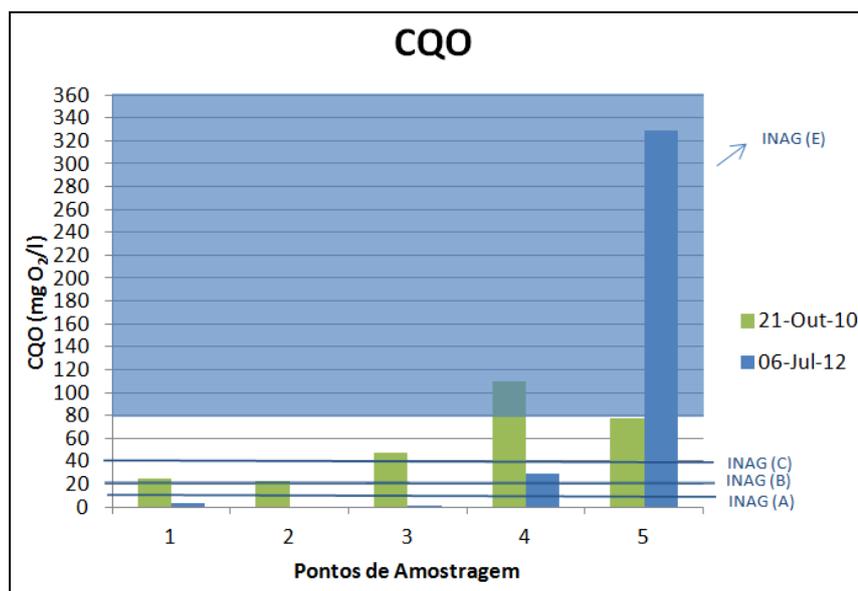


Figura C.7 – CQO ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2010 e 2012.

A CQO para o ano 2012 apresenta-se então em excelente estado até, inclusive, o ponto 3, uma vez que o ponto 4 já reflete uma água em razoável estado e o ponto 5 remete para uma água em muito mau estado.

Verifica-se que houve uma evolução positiva na CQO do ano 2010 para o ano 2012, à exceção do ponto 5, pelos motivos já expostos.

Os dados obtidos da análise realizada à CBO<sub>5</sub> apresentam-se na Figura C.8 e correspondem aos anos 2005 e 2012, comparando também os valores com o Valor Máximo Recomendado (VMR) do Decreto-lei n.º 236/98 e tendo em conta as classificações do INAG para águas superficiais em bom estado (B), razoável estado (C) e em muito mau estado (E).

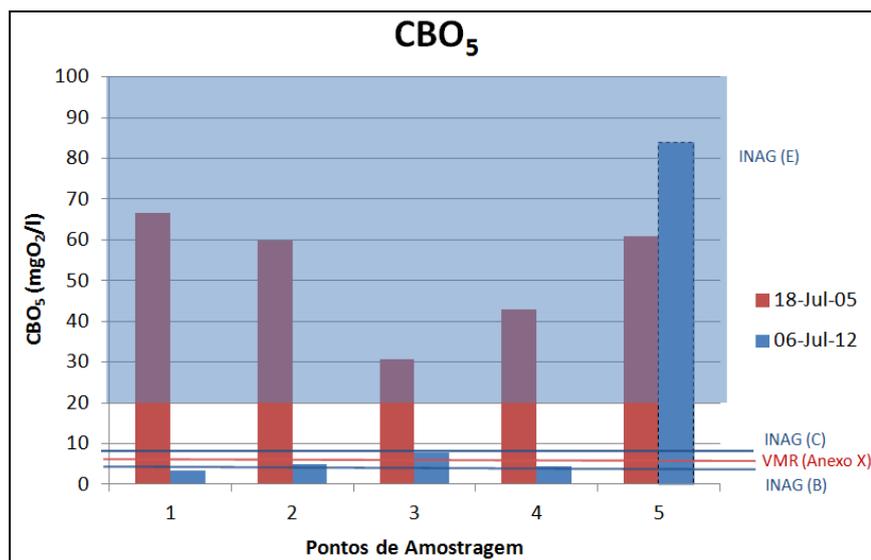


Figura C.8 – CBO<sub>5</sub> ao longo dos diversos pontos de amostragem para 2005 e 2012.

Na Figura C.8 observa-se c uma melhoria de 2005 para 2012 nos valores da CBO<sub>5</sub>, apresentando-se em 2005 como sendo uma água em muito mau estado enquanto em 2012 apresenta 2 pontos em bom estado e abaixo do VMR e outros 2 em razoável estado, sendo que, o ponto 3 (classificado como razoável estado) provavelmente apresentou um valor mais elevado devido à presença de algas na amostra que faz aumentar a CBO<sub>5</sub>.

Relativamente ao ponto 5, após diluição de 10 vezes, não foi ainda possível proceder à leitura do valor correspondente, pelo que apenas é possível aferir que apresenta um valor maior que 84 mg O<sub>2</sub>/l.

Quanto à qualidade dos sedimentos, essa foi avaliada tendo em conta a inspeção visual dos mesmos nos 5 pontos onde se procedeu à amostragem da qualidade da água.

Foi então possível observar que nos pontos 1, 2, 3 não se observam lamas superficiais que indiquem a presença de metais pesados, como se ilustra na Figura C.9, Figura C.10, Figura C.11 enquanto no ponto 4 e 5 já são visíveis nos sedimentos uma cor acinzentada/escura que pode sugerir a presença de algum tipo de contaminação, como se pode observar na Figura C.12 e Figura C.13.



Figura C.9 – Sedimentos no ponto 1 (figura da esquerda).

Figura C.10 – Sedimentos no ponto 2 (figura do meio).

Figura C.11 – Sedimentos no ponto 3 (figura da direita).



Figura C.12 – Sedimentos no ponto 4 (figura da esquerda).

Figura C.13 – Sedimentos no ponto 5 (figura da direita).

Salienta-se que do ponto 4 para o ponto 5 houve uma evolução muito negativa, muito derivado ao *bypass* efetuado pela ETAR que promoveu que os sedimentos apresentassem um aspeto muito poluído.

## ANEXO D

Relativamente à comparação entre a utilização de material vegetal e material inerte, apresentam-se na Tabela D.1 as vantagens e desvantagens da utilização dos mesmos.

Tabela D.1 – Vantagens e desvantagens de utilizar material vegetal ou material inerte (Sousa 2005).

	<b>Material Vegetal</b>	<b>Material Inerte</b>
<b>Vantagens</b>	Não se degrada, regenera-se e tem uma capacidade de estabilização crescente	São mais estáveis
	São biologicamente e ecologicamente ativos	São independentes das características do local e de aplicação menos limitada temporalmente
	Desenvolvem o papel protetor de modo elástico, absorvendo com facilidade as ações agressivas	São imediatamente funcionais
	Possibilitam a valorização paisagística de estruturas	Exigem normalmente pouco espaço
<b>Desvantagens</b>	Não preenchem em todas as situações as exigências de consolidação e segurança requeridas	Tendem a perder a sua eficácia devido à corrosão e degradação, não possuindo capacidade de regeneração
	Exigem uma aplicação adaptada e dependente das características do local, não sendo passíveis de construção em qualquer época do ano	São estruturas estáveis e pouco deformáveis relativamente aos agentes agressivos
	Atingem a sua eficácia técnica apenas após um certo intervalo de tempo	Não possuem quaisquer funções biológicas ou ecológicas
	Exigem normalmente mais espaço	Constituem elementos estranhos na paisagem

## ANEXO E

No presente Anexo E apresentam-se de forma mais descritiva as soluções propostas neste trabalho:

➤ Remoção de infraestruturas e estruturas

Exemplos de infraestruturas: pontões e outras travessias, tubagens de saneamento e drenagem, caminhos, ruas, entre outros.

Exemplos de estruturas: muros de suporte, muros divisórios, edificações, entre outros.

A remoção de infraestruturas e estruturas está condicionada por questões jurídicas delicadas, incluindo expropriações com indemnizações, e morosas (direitos de propriedade, direitos de acesso e passagem, perda de atividade económica, entre outros), vontade política e aceitação pública.

Por outro lado, é necessário apresentar alternativas, por exemplo, em relação a acessos e intervenções e controlo de erosão. Essas alternativas podem localizar-se noutras locais considerados mais aceitáveis, como locais mais afastados do leito ou em zonas mais artificializadas. Para além disso, essas alternativas podem envolver soluções ambientalmente mais favoráveis/aceitáveis.

No processo de remoção existem cuidados de segurança e cuidados ambientais que devem ser tidos em consideração, nomeadamente o de não deixar entulho e materiais nos locais em que se procede à remoção.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Permite o correto escoamento do caudal afluente.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Cuidados de segurança e cuidados ambientais;  
➤ Custos de intervenção podem ser elevados;  
➤ Pode envolver questões jurídicas delicadas.

➤ Correção de taludes

Os critérios mais convenientes a este tipo de intervenção estão subjacentes ao material que compõe o solo, condições de mistura, vegetação a instalar, situação de pressão e condições hidráulicas existentes no local (Cortes 2003).

O declive das margens e a sua estabilidade têm influência na forma do canal fluvial, no crescimento da vegetação e na criação de *habitats* para as espécies de fauna e flora (D. Oliveira 2006).

A verificação da estabilidade das margens é estritamente necessária quando o declive das margens é superior à proporção de 2:1. Sendo a plantação o tratamento final a realizar em qualquer tipo de técnica, o declive deverá ser inferior ao anterior, como se pode ver pela Figura E.1 (D. Oliveira 2006).

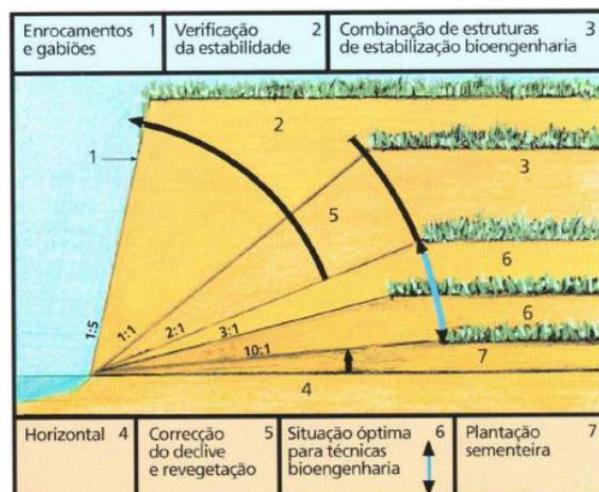


Figura E.1 – Verificação da estabilidade das margens (Cortes 2003).

Em caso algum a base da margem deverá estender-se para o interior do canal, pelo que este tipo de intervenção necessita de espaço suficiente para a sua implementação (M. Lemos 2008).

A estabilidade dos taludes pode ser melhorada com a utilização de geossintéticos (funcionando como filtro de interposição entre os solos e os revestimentos, como por exemplo em pedra solta ou brita).

Por outro lado existem malhas de geossintéticos que formam células que ajudam a fixar a vegetação, principalmente na fase inicial do seu crescimento – fase de sementeira e seu crescimento.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (M. Lemos 2008) e (R. Lemos 2010):

- Constitui uma técnica de estabilização das margens com um impacto visual benéfico;
- Promove uma melhoria estética da paisagem;
- Melhora as condições de colonização das espécies nativas.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (M. Lemos 2008) e (R. Lemos 2010):

- É mais apropriado a troços do curso de água pouco sujeitos a velocidades de corrente elevadas;
- Só é praticável em áreas com bons acessos;
- O período de tempo é alargado entre os trabalhos de melhoria e a estabilização, como resultado do tempo necessário para o enraizamento da vegetação;
- As razões mais comuns para o seu insucesso reportam à ocorrência de cheias durante o período de enraizamento da vegetação e à dificuldade do processo de colonização e enraizamento da vegetação;
- Apropriado para margens sujeitas a erosão moderada, sendo muitas vezes necessário reforçar o sopé do talude;
- São recomendadas análises de estabilidade do talude;
- Possível ocupação de terrenos privados;
- Custos das intervenções;
- Custos de manutenção, nomeadamente no que respeita à vegetação.

➤ Modelação de solos

Salienta-se que muitas vezes, após a ocorrência de cheias, poderá haver necessidade de remover sedimentos acumulados, os quais podem reduzir a capacidade de vazão. Esta modelação de solos pode implicar também alguma remoção de materiais pétreos, nomeadamente blocos soltos.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Solução versátil pois pode atuar sob diversos problemas.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Custos de intervenção;
- Necessário espaço.

➤ Canais de secção composta

Estes canais, ao contrário do que acontece com os diques longitudinais, são obtidos exclusivamente por escavação do leito de cheia, pelo que se houver cuidado, a respetiva construção pode não perturbar significativamente os *habitats* do leito menor. Para tal, o rebaixamento do leito de cheia natural deve-se efetuar, de preferência, apenas numa das margens ou alternadamente nas duas, garantindo assim, que a fauna e a flora do leito menor não sejam afetadas em mais de 30 a 50% (Vieira 1998).

A utilização desta técnica é particularmente útil nos casos em que a pequena profundidade da água é responsável pelo excesso de crescimento de vegetação. Nestas situações, importa que o centro do canal, criado por dragagem, seja suficientemente fundo para que o aumento da velocidade de escoamento possa controlar o desenvolvimento da vegetação (Almeida *et al* 2009).

Na Figura E.2 apresenta-se um esquema de utilização de canais de secção composta num troço fluvial. Como se observa, à exceção de alguns locais, nomeadamente naqueles em que a remoção de meandros era necessária a construção dos canais de secção composta consistiu exclusivamente na escavação de parte do leito de cheia, apenas numa das margens, preservando totalmente o leito menor e dando uma configuração natural ao leito maior (Vieira 1998).

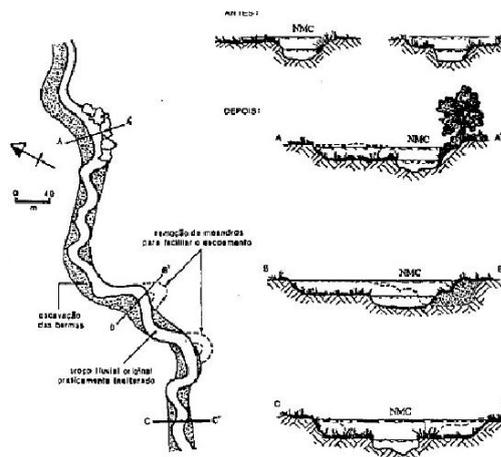


Figura E.2 – Plano longitudinal e cortes transversais de canais de secção composta (Vieira 1998).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Não constituem obstáculos visuais pelo que não é afetada a integridade da paisagem;

- Promove uma maior diversidade de *habitats*.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Preciso cuidados especiais aquando da realização da obra.

➤ Restauração da sinuosidade

Este tipo de solução permite recuperar a sequência rápido/remanso, diferentes substratos, abrigos, zonas de ecótono e zonas tampão (Ferreira 2001).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (FISRWG 1998):

- Técnica utilizada para criar um fluxo mais estável com maior diversidade de *habitats*.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (FISRWG 1998):

- Requer um domínio adequado para implementação, onde os usos do solo adjacentes possam ser restringidos;
- Pode não ser viável em bacias hidrográficas que experimentam rápidas mudanças nas utilizações do solo;
- Pode ser necessária a proteção das margens no exterior das curvas;
- Existe risco de insucesso;
- Exige um elevado nível de análise;
- Pode provocar aumentos significativos nas cotas de inundação.

➤ Drenagem subterrânea

Técnica importante no controlo de erosão causada, muitas vezes, pela emersão de águas subterrâneas.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Se bem construído permite uma drenagem eficaz.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Rebaixamento do nível freático pode ser desfavorável para alguma vegetação e para a recarga do próprio curso de água;
- Eficácia.

➤ Controlo de ravinamentos (superficiais) dos taludes

As técnicas utilizadas são a revegetação dos taludes, a substituição dos solos por pedra miúda ou brita e construção de linhas de drenagem na crista dos taludes e nos próprios taludes.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Se bem construído permite uma drenagem eficaz.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Quando existem superfícies impermeabilizadas na proximidades da crista dos taludes (arruamentos e edifícios) é necessário conceber ou alterar a rede de drenagem das águas pluviais de forma a não promover concentrações de caudais e sempre que possível promover soluções de infiltração do solo.

➤ Permitir a conectividade entre o rio e uma ou duas margens

Caso o rio se encontre canalizado deve-se permitir a conectividade entre uma ou, caso seja possível, as duas margens do rio.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Fomenta uma melhor qualidade estética da paisagem;
- Promove o aparecimento de fauna e flora mais abundante.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Nem sempre pode ser aplicável pois exige espaço;
- Deve ser necessária uma intervenção depois desta intervenção, nomeadamente na remoção dos destroços, melhoramento estético da paisagem que pode requerer um elevado investimento.

➤ Desentubar

Este tipo de intervenção requer especial atenção ao que é feito à posteriori do desentubamento visto que é necessário um correto planeamento das intervenções de forma a restituir ao meio envolvente um correto “reenquadramento” no ambiente circundante.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Pode constituir uma melhoria da qualidade da água (melhora da capacidade de autodepuração da água);
- Pode permitir o aumento da conectividade lateral;
- Diminuição do risco de inundações;
- Maior facilidade em detetar focos de poluição;
- Pode permitir a criação de espaços de lazer e contacto com a natureza.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Nem sempre pode ser aplicável pois exige espaço;
- É necessário uma intervenção posterior ao desentubamento, nomeadamente na remoção dos destroços, melhoramento estético da paisagem que pode requerer um elevado investimento.

➤ Recuperação do património edificado e sociocultural, com ligação ao rio, degradado ou destruído

Através da recuperação deste tipo de património consegue-se devolver a sua importância para a população, bem como para o rio, enquanto portadores de um passado de interações comuns.

A recuperação do património edificado permite integrá-lo num contexto de educação ambiental.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- A recuperação do património edificado permite integrá-lo num contexto de educação ambiental.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Pode implicar grandes custos de intervenção e de manutenção.

➤ Defletores de asa

Os defletores de asa propiciam condições diversificadas para a fauna piscícola, desde *habitats* para reprodução, como para alimentação, permitindo ainda criar uma multiplicidade de meios físicos propícios para as diferentes classes etárias (Cortes 2003).

Estes defletores podem ser colocados individualmente, em séries opostas (de modo a não ultrapassarem 80% da largura do canal), em séries alternadas (separados de 5-7 vezes a largura do canal), como se pode ver pela Figura E.3 (Cortes 2003).

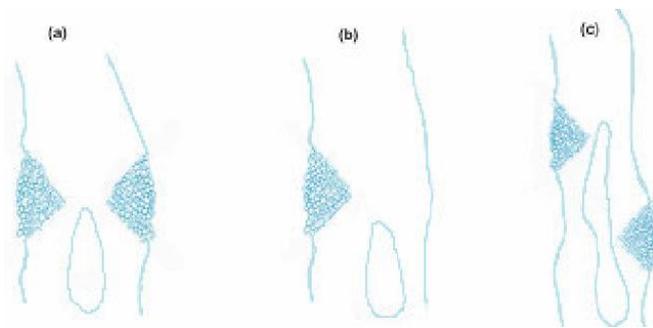


Figura E.3 – Exemplos da colocação de defletores de asa: a) em séries opostas; b) individualmente; c) em séries alternadas (Cortes 2003).

A posição do defletor no canal é muito importante. Determina a velocidade e a direção da corrente, devendo esta ser direcionada para o centro do canal, protegendo desta forma as margens (Cortes 2003).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (Cortes 2003):

- São relativamente fáceis de construir e de baixo custo, adaptando-se às condições do local, sendo também ajustáveis para serem usados em conjunto com outras técnicas;
- Têm uma aparência natural e são fáceis de manter quando construídos num tipo de canal apropriado.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (Cortes 2003):

- Não devem ser utilizados em rios instáveis, que são ativamente erodidos a uma taxa moderada a elevada;
- São ineficazes em canais com substrato rochoso desde que ocorra um mínimo de erosão. Inversamente, em canais constituídos por areia fina, limo ou outro tipo de substrato instável deve ser evitado desde que haja probabilidade significativa de escavamento da base dos defletores destruindo-os;

- Não devem ser utilizados em rios que transportam cargas elevadas de sedimentos ou de material lenhoso;
- Necessidade de monitorização nas margens opostas aos defletores para prevenir uma erosão excessiva, o que aumenta os custos de manutenção.
- Estabilidade: é necessário assegurar a estabilidade particularmente para situações de cheia;
- Custos de intervenção;
- Pode constituir uma intrusão paisagística.

➤ Represas, soleiras e açudes

Uma represa é uma estrutura transversal que tal como um açude possibilita a formação de uma pequena albufeira ou poça ou charca de água.

Um tipo de obra que visa impedir o avanço dos processos erosivos são as soleiras de superfície. Essas estruturas, que são construídas perpendicularmente ao leito, procuram absorver a energia do escoamento diminuindo a capacidade do fluxo de água em transportar os sedimentos. Elas são aplicadas em trechos de rios sem navegação, e especialmente em casos onde a erosão a montante pode provocar assoreamento indesejável no trecho de jusante. Em geral, essas obras são construídas em série com a altura de crista e a distância entre uma soleira e outras determinadas a partir de procedimentos de otimização (Brandão 2001).

Os açudes submersos podem ainda ser construídos com gabiões ou com enrocamento. Neste caso, para manutenção da estrutura pode ser necessário a instalação dum núcleo central de betão (Cortes 2003).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- São estruturas que possibilitam uma melhoria da qualidade da água (através do arejamento);
- São apazíveis visualmente.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Custos de manutenção.

➤ Bacias de retenção

A finalidade de uma bacia de retenção é, predominantemente, quantitativa ou hidráulica, isto é, destina-se a regularizar os caudais, através de um armazenamento temporário, reduzindo os caudais de ponta para jusante, que terão que ser compatibilizados com o meio recetor.

Mas, este efeito de armazenamento atribui, também, à bacia uma função qualitativa, ao permitir melhorar a qualidade da água retida, principalmente, por efeito da decantação dos materiais sólidos suspensos (Bichança 2006).

Independentemente do seu tipo, uma bacia de retenção, tem, em geral, a seguinte constituição, segundo (Bichança 2006):

- Corpo da bacia – que inclui o fundo e bermas ou taludes laterais;
- Dique de jusante – estrutura linear, cuja altura condiciona a altura máxima de retenção e onde, geralmente, se instalam os dispositivos de descarga em condições normais;

- Dispositivos de descarga em condições normais – coletores, orifícios e válvulas;
- Dispositivos de segurança (ou descarga em condições normais) – descarregador de superfície;

Para além disso é de salientar que existem diferentes tipos de bacias de retenção, nomeadamente quanto à localização (podendo ser bacias em série ou em paralelo) e quanto à implantação (podendo ser bacias a céu aberto – a seco ou com nível de água permanente – ou bacias enterradas).

Salienta-se que as bacias a seco apresentam vantagens no sentido em que apresentam menores exigências em termos construtivos financeiros e não requerem níveis freáticos elevados.

Contrariamente às bacias localizadas em meio rural as bacias em zonas urbanas, situam-se num ambiente rígido e artificial, particularmente constrangido, provocado pela presença das edificações e infraestruturas (Bichançã 2006).

Estas especificidades, acrescidas de outras inerentes a estes espaços e não menos importantes, como sejam a presença e circulação de pessoas, e a existência simultânea de diferentes *habitats* (habitação, serviços e não raras vezes indústrias) e os custos do terreno determinam o local e as condições a adotar na implantação da bacia (Bichançã 2006).

As características da bacia (seca ou com nível de água permanente), integração paisagística, vegetação, etc. devem ter em conta a confrontação destas diferentes vivências (Bichançã 2006).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (Bichançã 2006):

- Diminuição dos riscos de inundação;
- Construção simples;
- Regularização dos caudais de ponta;
- Melhoramento da qualidade da água;
- Criação de polos de interesse recreativo e turístico;
- Embelezamento estético da paisagem.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (Bichançã 2006):

- Necessidade de espaço;
- A sua conceção e implementação deve ser estudada em simultâneo com o planeamento do território;
- Exigência de manutenção cuidada e mais frequente (dispositivos de limpeza);
- Custos do terreno e especulação imobiliária (nomeadamente expropriações).

No que respeita à bacia de retenção foi realizado um pré-dimensionamento acerca da viabilidade de implementação desta solução.

Haveria três zonas possíveis, na bacia do rio Tinto no concelho de Gondomar, que potenciariam a implementação de uma bacia de retenção, mas, no entanto, optou-se apenas por pré-dimensionar o volume necessário para um dos locais (zona industrial, ilustrada na Figura E.4) já que este apresenta também a possibilidade de requalificar um açude já existente, enquanto os outros dois locais (zona das Perlinhas, representada também na Figura E.4) por se apresentarem muito próximos de zonas habitacionais aumentariam o risco de insegurança exponencialmente.

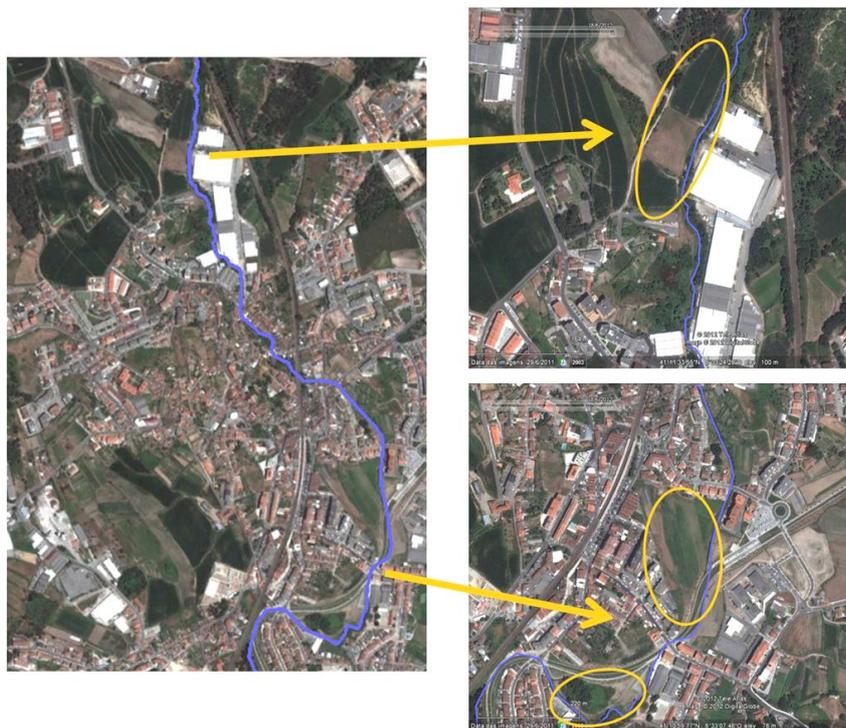


Figura E.4 – Localização das possíveis bacias de retenção (imagem de cima zona industrial e imagem de baixo zona das perlinhas) (Google Earth).

Apesar da zona das Perlinhas (zona mais a montante e zona mais a jusante) não ter sido considerada como uma localização segura para a aplicação da bacia de retenção, foi, no entanto, realizada uma estimativa da capacidade que esta teria relativamente ao volume de encaixe e consequentemente ao tempo de encaixe. Obteve-se assim, para uma área de cerca de 31 110,9 m<sup>2</sup>, com uma profundidade estimada de 2 m, um tempo de encaixe de 18 minutos.

Salienta-se que este valor constitui uma aproximação muito grosseira, na medida em que a área utilizada foi obtida considerando toda a ocupação do terreno livre disponível e, também a profundidade foi considerada de forma aproximada, não considerando a necessidade de uma decrescente profundidade nas proximidades do término da bacia de retenção, constituindo assim um valor apenas indicativo e possivelmente acima da profundidade média possível.

Assim, especificamente para a zona industrial foi então projetada uma bacia de retenção, com possibilidade de aproveitamento paisagístico, nomeadamente para criação de um parque de lazer.

É, no entanto, importante referir que o pré-dimensionamento não tem em conta questões jurídicas e de expropriações, limitando-se apenas a aprofundar a viabilidade da implementação sem levantar questões mais objetivas.

Aproveitou-se também o facto de ser necessário modelar o terreno para obter um caudal maior e um caudal menor, em que, o caudal menor estaria mais próximo da zona industrial, desviando assim ligeiramente o curso principal de água para uma zona mais distanciada (possivelmente cerca de 40 m) com o intuito de minimizar os problemas derivados de situações de cheias e apresentando também uma vertente de melhoria ambiental.

A melhoria ambiental prende-se essencialmente com as vantagens paisagísticas, funções ecológicas de *habitat* importantes bem como o reforço do corredor ecológico.

Salienta-se que a zona em análise é caracterizada por uma forte exploração intensiva de milho e encontra-se também delimitada por socalcos, que podem auxiliar na contenção do leito de cheia, pelo que pode não ser necessário a construção de um muro de contenção para a bacia de retenção.

Por outro lado, é também relevante referenciar o facto de existir um afluente do rio Tinto que conflui mais a jusante desta zona, que, apesar de passar paralelamente a este espaço poderia constituir uma interessante interação entre este afluente com o resto da bacia de retenção, nomeadamente em termos paisagísticos e ambientais, este último é relevante no sentido em que se poderá proceder ao desentubamento deste afluente e com isso potenciar um melhoramento da sua qualidade da água.

Para pré-dimensionar esta bacia de retenção foi então necessário o levantamento topográfico presente na Estratégia de Valorização Ambiental e Paisagística do Vale do Rio Tinto nos Concelhos de Porto, Gondomar e Valongo (realizado pela WS ATKINS, Consultores e Projetistas Internacionais, Lda, em junho de 2003). No entanto, os dados topográficos eram um bocado limitados, uma vez que a secção transversal só era descrita de 100 em 100 metros, desde o quilómetro 7900 até ao quilómetro 7600 (quilómetros referenciados pela distância à foz) e, para além disso, havia quilómetros que apresentavam apenas informação, acerca da secção transversal, distanciada de 10 metros do meio do leito do rio quando haveria um espaço disponível para intervenção de cerca de 60 metros.

Assim, foi necessário inspecionar o local e assumir mais alguns dados quanto à topografia até aos cerca de 60m disponíveis, para complementar os dados obtidos com o levantamento topográfico.

Por outro lado, foi também necessário obter os dados hidrológicos da zona em estudo de forma a estimar o efeito que a bacia de retenção teria na redução do caudal de ponta, para um período de retorno de 20 anos ( $53 \text{ m}^3/\text{s}$ ), representando-se então na Figura E.5 o hidrograma de cheia.

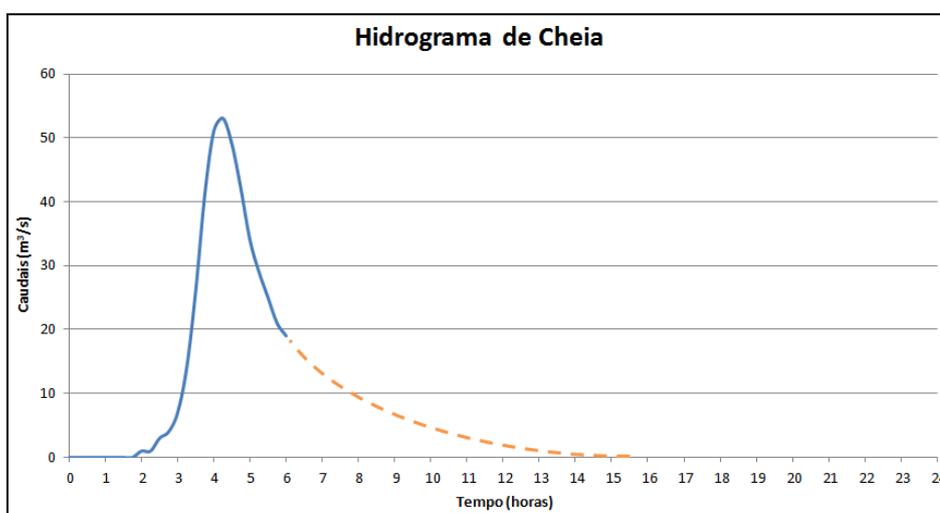


Figura E.5 – Hidrograma de cheia.

Só se encontravam representados dados até à hora 6, pelo que, o resto foi estimado de acordo com o que seria expectável, de acordo com considerações acerca do comportamento hidrológico.

Sendo assim, seria necessário obter o volume que a bacia de retenção iria permitir, de forma a perceber qual seria o novo caudal de ponta para um tempo de retorno de 20 anos. Para isso, com os levantamentos topográficos e com as devidas considerações, foi possível obter a área correspondente à secção transversal de cada quilómetro analisado (através da representação no software AutoCAD,

ilustrando um exemplo na Figura E.6) e, sabendo que cada quilómetro é distanciados de 100 metros, foi possível obter o volume correspondente, como se esquematiza na Figura E.7.

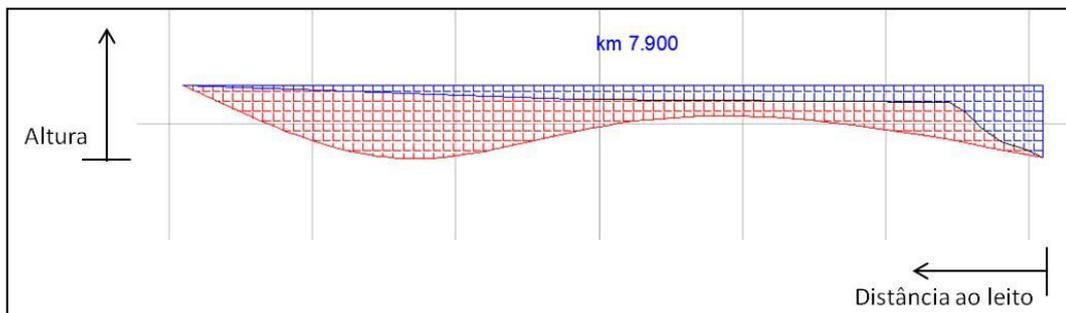


Figura E.6 – Exemplo ilustrativo da secção transversal do quilómetro 7900 e respetivas áreas inundáveis atualmente disponíveis (a azul) e áreas de escavação (a vermelho), representadas com recurso ao software AutoCAD.

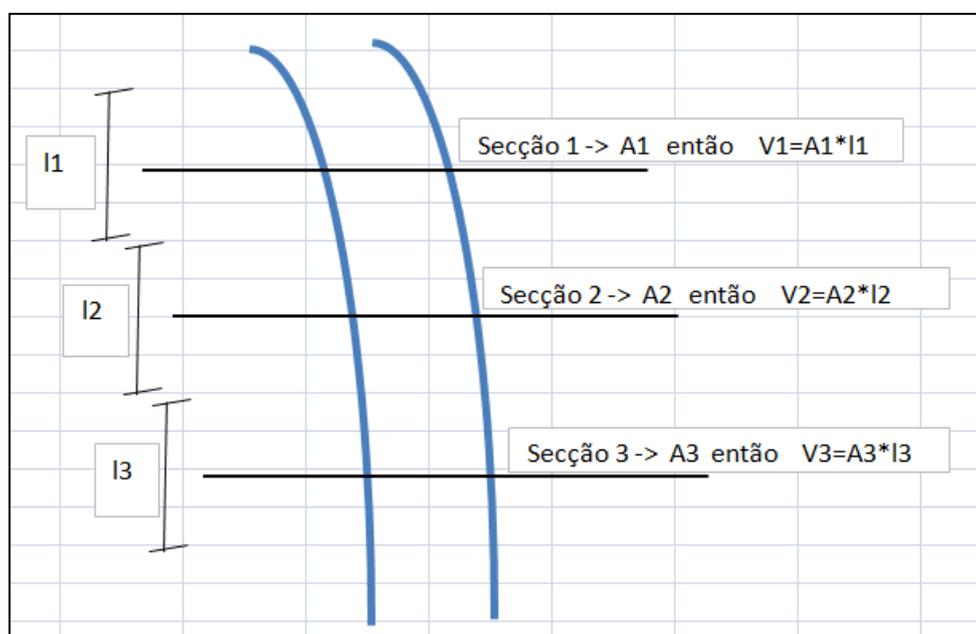


Figura E.7 – Esquematização do cálculo do volume.

Assim, através deste método de cálculo, para um tempo de retorno de 20 anos, foi possível obter um volume sem escavação de cerca de 31 485 m<sup>3</sup>, correspondendo a um tempo de encaixe de cerca de 10 minutos e, relativamente ao volume disponível após escavação este corresponde a cerca de 91 666 m<sup>3</sup>, correspondendo a um tempo de encaixe de cerca de 29 minutos.

Embora o tempo conseguido não seja muito significativo, o volume encaixado na baía de retenção permite que o caudal de ponta diminua e que possíveis estragos materiais sejam minimizados, bem como se evitem perdas humanas.

Para estimar o novo caudal de ponta optou-se também por utilizar o software AutoCAD para obter as áreas e conseqüentemente os volumes de água escoados antes e após a bacia de retenção, como se ilustra na Figura E.8.

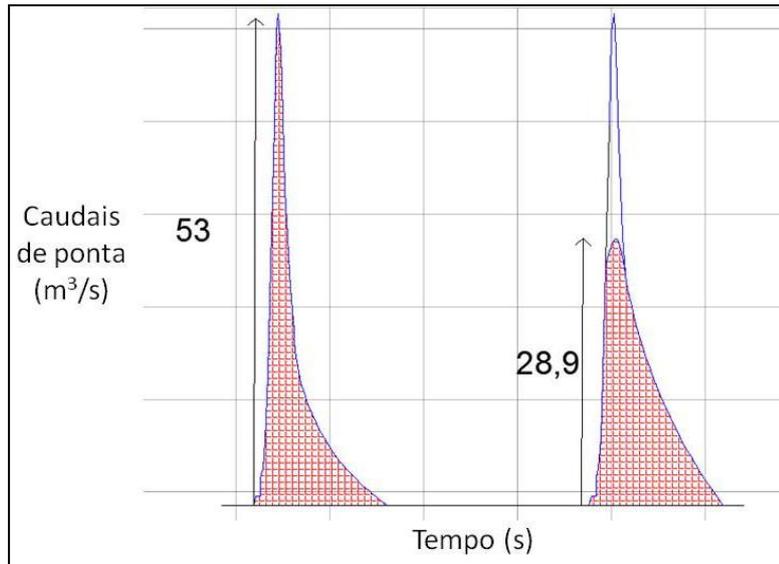


Figura E.8 – Esquemática do hidrograma antes da bacia de retenção (esquerda) e com a bacia de retenção (direita).

Estima-se que o caudal de ponta após implementação da bacia hidrográfica reduza de  $53 \text{ m}^3/\text{s}$  para  $28,9 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Este último valor foi então obtido através da noção do volume capaz de ser retido na bacia de retenção, já que este foi reduzido ao pico do hidrograma de cheia inicial, de tal forma que o volume escoado, que corresponde à área debaixo do tracejado do hidrograma, seja equivalente no gráfico referente ao novo hidrograma de cheia.

Assim, esquematicamente o que se propõe é uma bacia de retenção como se observa na Figura E.9.

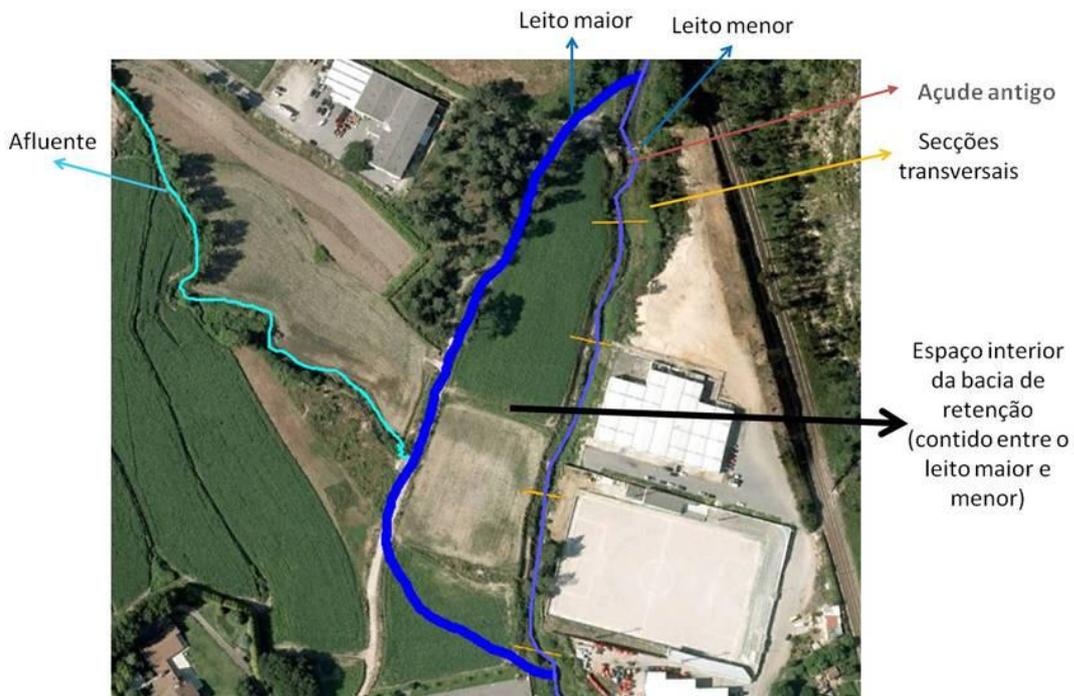


Figura E.9 – Esquema da localização da bacia de retenção e outros elementos relevantes.

Por fim, esta estimativa deve servir para avaliar a possibilidade de se implementar uma bacia de retenção, tendo sempre em conta as suas desvantagens e vantagens.

➤ Enrocamento com blocos de pedra (*riprap*)

É um dos mais versáteis tipos de revestimento, e pode ser aplicado a diversas condições de escoamento e solo. É muito flexível e facilmente comporta ajustamentos do solo base, sem que ocorra o colapso, pois os seus elementos rígidos e independentes deslocam-se sem que percam o contacto físico e estabilizador com outros elementos constituintes da camada de proteção. Alias, devido à espessura da camada, em caso de rotura esta tende a ocorrer gradualmente, permitindo que haja tempo para proceder às devidas reparações (M. Lemos 2008).

A corrente fluvial provocará a rutura do revestimento das margens caso sejam demasiado escarpadas ou não estejam devidamente protegidas, verificando-se a subida do nível das águas. Assim, para a deter é necessário a criação de certa rugosidade na superfície através da colocação de pedra ou outro material semelhante, oferecendo resistência à força da corrente e diminuindo o seu poder energético (D. Oliveira 2006).

O sucesso da aplicação deste tipo de estrutura está dependente da manutenção da drenagem, a qual é facilitada pelas cavidades e porosidade do material e pela camada de material mais grosseiro que protege o *riprap* (D. Oliveira 2006).

Nenhuma instalação de enrocamento deverá ser considerada como permanente. A inspeção e rotina de manutenção deverão ser conduzidas pelo menos anualmente, ou após cada ocorrência dum evento de cheia, de forma a assegurar a estabilidade da estrutura, requerendo um especialista para a necessária análise hidráulica e hidrológica, de modo a apreciar a sua suscetibilidade à instabilidade e degradação, de modo a que este tipo de instalação seja o mais eficaz possível (M. Lemos 2008).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (M. Lemos 2008):

- Elevado nível de proteção para velocidades do escoamento elevadas;
- Relativa facilidade de instalação;
- Baixa necessidade de manutenção;
- Proteção imediata e durável;
- Materiais localmente acessíveis;
- Facilidade de integração da vegetação.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (M. Lemos 2008):

- Dificuldades de colocação por falta de acessibilidades;
- Equipamento pesado para a obra, podendo aumentar a degradação da zona envolvente;
- Alto custo do material e transporte;
- Remoção do material pré-existente no talude;
- Complexidade de instalação da base de enrocamento;
- Manutenção.

### ➤ Gabiões caixa

São introduzidas divisórias no seu interior, também em malha hexagonal de arame, com o objetivo de limitar o movimento do material de enchimento, quando sujeitos a fortes escoamentos, como se pode ver pela Figura E.10 (M. Lemos 2008).

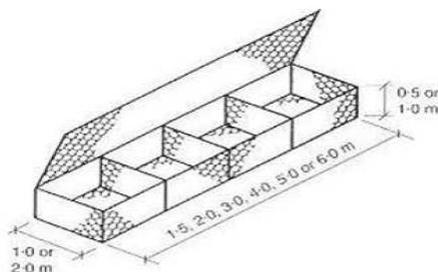


Figura E.10 – Esquema representativo dos gabiões caixa (M. Lemos 2008).

Por vezes, não requer fundações, podendo apoiar-se diretamente sobre o terreno regularizado e está apta a receber esforços elevados que permitem a deformação estrutural sem perder a sua funcionalidade. Assim, tais pressões exteriores não diminuem a sua resistência, pois estas estruturas adaptam-se aos eventuais movimentos do terreno, além de suportarem elevados esforços de tração, graças à tela metálica que funciona como armadura. Paralelamente são totalmente permeáveis e eficazes na drenagem (M. Lemos 2008).

O seu uso na requalificação de rios advém da necessidade de proteger as margens em condições de intensa erosão fluvial e de elevada força abrasiva da corrente (M. Lemos 2008).

A durabilidade destas estruturas é notória devido aos materiais que empregam, a que se associa o facto da colmatação com finos e a colonização por material vegetal, contribuir para o prolongamento da sua vida útil (M. Lemos 2008).

#### Questões potencialmente favoráveis e vantagens (M. Lemos 2008):

- Os gabiões caixa são apropriados para a protecção de margens de rios ou canais, sujeitas a fortes escoamentos. Estes são estáveis para condições de velocidade máxima de escoamento, dependendo da qualidade da construção e montagem dos mesmos;
- A utilização de rochas com dimensões muito inferiores às utilizadas nas estruturas *riprap*, para as mesmas condições de escoamento, faz dos gabiões caixa, uma ótima solução para regiões onde existe pouca disponibilidade de enrocamento, ou o seu custo seja demasiado elevado;
- Têm um período de vida útil muito elevado, principalmente se a malha for revestida com PVC, ou se for feita de polímeros.

#### Questões críticas a ponderar e desvantagens (M. Lemos 2008):

- Em áreas sujeitas a atos de vandalismo, os gabiões caixa, poderão necessitar de manutenção frequente, para substituição de arame cortado, e reposição de pedras.

### ➤ Colchão reno

Constituem uma estrutura estudada especialmente para a construção de revestimentos contínuos de pequena espessura e de máxima flexibilidade, sendo de facto uma estrutura prática de uso fácil e rápido, como se pode ver pela Figura E.11 (M. Lemos 2008).



Figura E.11 – Canal fluvial revestido com colchão reno (M. Lemos 2008).

Tal como os gabiões, os colchões reno são cheios de material caracterizado por diversas granulometrias, tentando-se sempre que haja uma graduação de diâmetros crescente do lado do solo base, para a zona em contacto com o escoamento fluvial. Deste modo o enchimento dos colchões reno constituirá uma estrutura filtrante combinada com um revestimento de enrocamento resistente às ações de arrastamento do escoamento (M. Lemos 2008).

Pode ser usado no fundo do leito ou na margem, podendo ser vegetado.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (M. Lemos 2008):

- Estrutura Drenante;
- A estrutura quando se deforma não diminui a resistência mas obriga todo o conjunto a adaptar-se ao movimento do solo;
- Não requer mão-de-obra especializada e, são executados com o auxílio de equipamento mecânico normalmente disponível nas obras;
- Os trabalhos de manutenção são mínimos, mesmo quando por causa acidental se verifique a rutura de qualquer arame, a simples sobreposição de um pedaço de rede fixa à rede sã, pode ser executado facilmente, sem comprometer a resistência da estrutura;
- As obras em colchões reno podem ser também modificadas com o decorrer do tempo, em função das necessidades, mantendo inalteradas as características de homogeneidade e resistência da estrutura já existente;
- A qualidade dos materiais permite uma longa vida às obras deste género;
- A integração no ambiente é sempre rápida e satisfatória pois, os vazios entre os blocos são progressivamente preenchidos por sedimentos e a vegetação recobre a estrutura;
- Podem ser colocados em condições secas, ou na presença de água.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (M. Lemos 2008):

- Em zonas expostas a atos de vandalismo, devem ser equacionadas outras soluções de revestimento.

#### ➤ Gabiões vivos

Utilizam apenas materiais secos (pedra e arame) e a cobertura vegetal sobre a estrutura garante a integração ambiental e reflete o êxito técnico da intervenção, como se pode ver pela Figura E.12 (R. Lemos 2010).

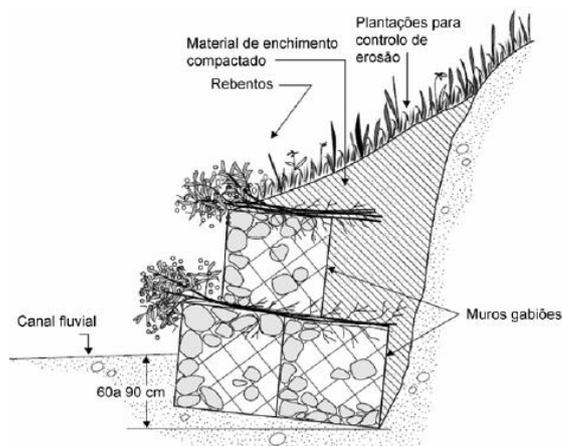


Figura E.12 – Imagem representativa de um gabião caixa vivo (Pacheco 2008).

Funcionam também como drenantes permeáveis, sendo úteis na proteção de encostas íngremes ou sujeitas a elevadas cargas e quando são necessárias pedras de maior dimensão que existem disponíveis no local. Estão disponíveis com revestimento de vinil ou aço galvanizado que lhes conferem durabilidade (R. Lemos 2010).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (R. Lemos 2010):

- Construção simples (dispensam equipamentos especiais e não requerem mão-de-obra especializada).

Questões críticas a ponderar e desvantagens (R. Lemos 2010) e (FISRWG 1998):

- Instalação e substituição dispendiosas;
- Não resiste a grandes tensões de terra laterais;
- Exigem fundação estável.

➤ Faxinas

Estrutura vegetal permeável colocada no sopé da margem e dentro do canal, permeável e sensível, com uma tensão tangencial resistente baixa, como se pode ver pela Figura E.13 (Coelho 2009).

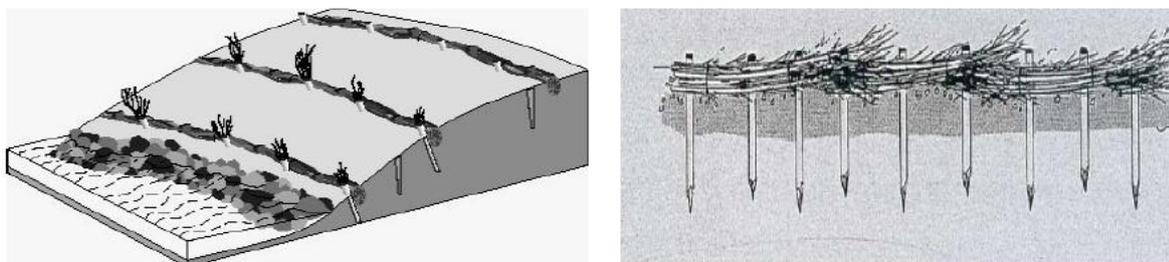


Figura E.13 – Vista esquemática da aplicação de faxinas na base da margem junto à linha de água e corte longitudinal da aplicação da faxina na base da margem (M. Lemos 2008).

São estruturas normalmente formadas por feixes de ramos de árvores e arbustos, geralmente de salgueiros ou choupos, sendo que os feixes podem conter opcionalmente no seu interior gravilha ou solo (M. Lemos 2008).

Pode ser construída em forma de socalcos em leitos de cursos de água (R. Lemos 2010).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (Sousa 2005), (FISRWG 1998) e (Cortes 2003):

- Construção rápida e simples;
- Movimentação do solo mínima;
- Promover o desenvolvimento de vegetação nativa;
- Facilita a drenagem quando instalada com determinado ângulo numa determinada inclinação;
- Adaptam-se às irregularidades da margem não sendo necessário mobilizações prévias;
- Permitem uma proteção sólida relativamente aos custos, podendo mesmo substituir o geotêxtil;
- A resposta tende a ser rápida devido ao enraizamento, consolidando os taludes.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (Sousa 2005), (R. Lemos 2010) e (Almeida *et al* 2009):

- Ser necessários ramos flexíveis e direitos;
- Ser suscetível a desmoronamentos;
- Material vegetal sujeito a danos quando combinado com material rígido, como gabião ou enrocamento;
- Muito sensível ao pisoteio do solo, principalmente quando este é pouco agregado;
- A instalação de faxinas numa linha de água produz um estreitamento da secção de escoamento, como tal deve-se ter em conta o espaço necessário para regularizar o fluxo da água;
- Questões de durabilidade e de manutenção.

#### ➤ Empacotamento

Os empacotamentos permitem proteger as margens de rios e canais fluviais, através de um sistema de cobertura total com ramos colocados perpendicularmente ao eixo do rio e com a base em contacto com água, como se pode ver pela Figura E.14 (M. Lemos 2008).

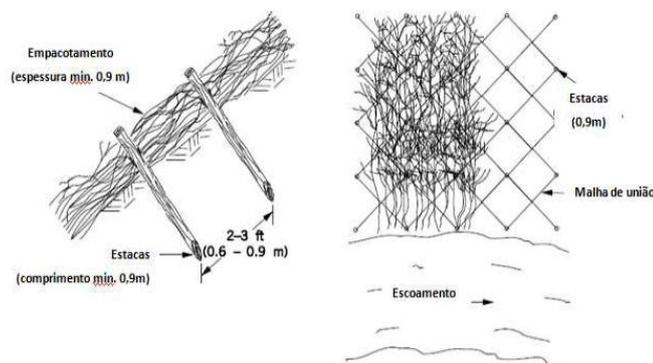


Figura E.14 – Desenho em que se ilustra um corte transversal e uma simples planta geral, do sistema de empacotamento (M. Lemos 2008).

As proteções com empacotamento, facilmente se adaptam às irregularidades das margens, pelo que dispensam os trabalhos prévios de uniformização dos taludes (M. Lemos 2008).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (M. Lemos 2008):

- Permitem uma proteção eficaz;
- O revestimento do talude pela vegetação tende a ser rápido, e o mesmo acontece com a progressão das raízes, que permitem a consolidação dos taludes;
- Num curto período de tempo, o resultado final tem impactos visuais positivos.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (M. Lemos 2008) e (FISRWG 1998):

- Os empacotamentos necessitam muitas vezes duma quantidade muito elevada de ramos de salgueiros ou choupos, nem sempre disponíveis;
- É necessária uma manutenção regular, e por vezes é necessário proceder à substituição do material, caso no primeiro ano a humidade seja reduzida, ou ocorram cheias, que arrastem o revestimento vegetal.
- Os empacotamentos podem atrasar a recolonização por outras espécies, diminuindo a diversidade florística.

➤ Muros de suporte vivo em madeira (*cribwalls*)

São utilizados para a estabilização e reconstrução de troços fluviais sujeitos a erosão resultante de caudais e velocidades médio/altas, inclusivamente com transporte de objetos sólidos (por exemplo, pedras) de média dimensão. Existem duas variantes, de estrutura simples ou dupla. A estrutura simples é a ideal em situações em que o espaço e as possibilidades de escavação são limitados (FISRWG 1998).

Protegem de imediato e eficazmente encostas íngremes e aceleram o estabelecimento de vegetação lenhosa, conferindo uma aparência mais natural ao local, como se pode ver pela Figura E.15 (R. Lemos 2010).

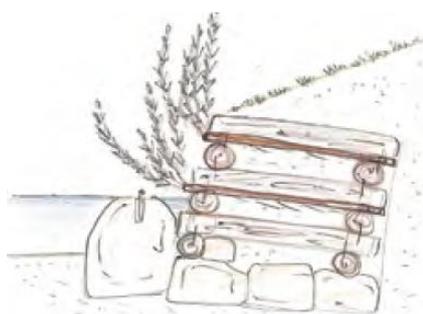


Figura E.15 – Vista lateral de um *cribwall* com vegetação (FISRWG 1998).

Substituem com vantagem estética os enrocamentos ou gabiões e podem ser aplicados em margens muito degradadas e sujeitas a intensa pressão humana (R. Lemos 2010).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (R. Lemos 2010):

- Boa opção em áreas muito degradadas e com elevada limitação de espaço;

- Proteção eficaz, e com impacto visual reduzido, de urbanizações e caminhos situados em leitos de cheia (substituição de gabiões com vantagem estética);
- Rápida colonização por vegetação.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (R. Lemos 2010), (Almeida *et al* 2009) e (FISRWG 1998):

- Pode ser uma técnica complexa e dispendiosa – requer mão-de-obra relativamente experiente e material lenhoso adequado.
- Disponibilidade de materiais no local;
- Os ramos devem estar no estado seco, não sendo permitido secá-los entre a colheita e instalação;
- Devem ser implementados durante o período seco (baixo nível de água); implica a construção de uma fundação sólida.
- Apresenta limitações quando a velocidade da água e o transporte sólido é superior à resistência do muro de troncos. Limite quando a velocidade da água é superior a 4 m/s.

➤ Sementeira e hidrosementeira

A sementeira pode ser realizada manualmente ou mecanicamente. A densidade da sementeira vai depender da espécie a instalar, mas recomenda-se um mínimo de 30g/m<sup>2</sup> (Almeida *et al* 2009).

As sementes podem ser lançadas e enterradas, o que pode ser feito através da mobilização e reviramento da camada superficial do solo, através de geotêxtis, ou de outros tipos de cobertura que proporcionem proteção contra aves e animais que se alimentem de sementes (Almeida *et al* 2009).

Quando as margens possuem um declive acentuado, ou as condições de humidade do solo são fracas, recorre-se à hidrosementeira. Esta técnica projeta para a superfície do solo uma mistura de água, sementes, fertilizante, “mulch” e agregante. Previamente a esta operação, o solo é protegido com uma geotêxtil biodegradável, que irá permitir o desenvolvimento das plantas (Almeida *et al* 2009).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens (R. Lemos 2010):

- Método mais eficaz na cobertura do solo, a menor custo e tempo;
- Vasta utilização e pouco dispendiosa;
- É versátil no sentido em que pode ser complementada com outros métodos construtivos.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (R. Lemos 2010):

- A escolha das sementes deve ser de acordo com a caracterização fitossociológica do local a reabilitar;
- Questões de manutenção.

➤ Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones)

Salienta-se que a diferença entre vegetação ribeirinha e a medida de sementeira e hidrosementeira reside no facto da medida em análise pressupor a existência de plantação bem como de pode prever a utilização de sementeira enquanto as outras medidas prendem-se apenas com o ato de semear.

As condições naturais (tipo de sedimento, água e condições hidráulicas, clima), o tipo de *habitat* e composição da comunidade vegetal, os usos sociais do espaço recuperado e a largura da faixa ripícola são características que devem ser tidas em consideração quando se pretende restaurar este tipo de sistemas (Almeida *et al* 2009).

A largura recomendada desta faixa é um fator importante, que vai variar, entre outros, com o valor ambiental do local e com o nível de pressão antropogénica resultante do uso dos terrenos adjacentes. É também importante ter em consideração a estrutura fundiária e encorajar a cooperação dos proprietários confinantes (Almeida *et al* 2009).

Idealmente, uma banda ripícola deveria ser constituída por três zonas distintas, tendo em vista a sua eficácia, principalmente para o controlo da poluição difusa, da redução do escoamento superficial e da interceção de nutrientes e sedimentos. As três zonas incluem uma zona de revestimento arbustivo, uma zona arbórea e uma zona de revestimento herbáceo (Almeida *et al* 2009).

Salienta-se que a seleção das espécies deve ter em consideração o facto dos bosques ripícolas frequentemente se encontrarem estruturados em faixas. Assim, diferentes espécies ocupam distintas posições nas margens e nos taludes adjacentes ao rio. Deste modo, é recomendável que se observe a posição da vegetação natural em troços de rio bem preservados, identificando as espécies que ocorrem em cada uma das faixas, mais perto ou mais afastadas da água (Almeida *et al* 2009).

A forma mais segura e adequada de proceder à escolha das espécies a utilizar consiste na inventariação das espécies autóctones em troço fluviais bem conservados próximos das zonas a recuperar e com características ecológicas semelhantes (Almeida *et al* 2009).

Pelas razões que seguidamente se referem, é preferível escolher espécies autóctones em vez de espécies exóticas, pois as primeiras (Almeida *et al* 2009).

- Estão adaptadas às características ambientais locais, como o clima, solos e regime de caudais;
- São menos suscetíveis a problemas fitossanitários, como infeções fúngicas e ataques de insetos;
- Após a instalação não necessitam de rega ou de manutenção;
- São necessárias à fauna local;
- Valorizam a herança genética nativa;
- Normalmente não se tornam invasoras, ao contrário de muitas espécies exóticas;
- Fazem parte da paisagem ribeirinha.

#### Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Melhoria estética da paisagem;
- Melhor fixação do terreno;
- Função drenante;
- Promove temperaturas mais baixas de água, proporcionar uma fonte de material lenhoso
- Melhorar o *habitat* de muitas espécies;
- Pode melhorar a qualidade da água.

#### Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Pode demorar algum tempo até se conseguirem efetivar as espécies semeadas/plantadas.

➤ Combinação de técnicas construtivas

Normalmente, neste tipo de técnicas combina-se a utilização de material vegetal vivo, nomeadamente árvores, arbustos, relva, estacas e diversas herbáceas, associada a materiais inertes de consolidação (por exemplo, enrocamento, grades de betão, calcetado de pedra, etc.) (Vieira 1998).

A implementação de cada técnica num determinado local deve ter em conta a variação do gradiente de humidade do solo, a velocidade da corrente e o tipo de substrato.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Pode obter-se uma maior eficácia, comparativamente à utilização de apenas uma técnica.

Questões críticas a ponderar e desvantagens (Teiga 2011):

- Nota que na combinação de várias técnicas para o mesmo troço deve atender-se à estabilidade conseguida na zona de ligação entre duas técnicas distintas, ao espaço para intervir (largura das margens) e ao tipo de troço (rural, periurbano ou urbano).

➤ Limpeza e desobstrução das linhas de água

Muitas vezes os impedimentos aos escoamentos surgem de problemas de assoreamento, tornando necessário a remoção de pedras e sedimentos caídos.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Pode constituir uma melhoria da qualidade da água.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Requer conhecimento prévio do tipo de algas a remover;
- Nem sempre é fácil de executar e requer muitas vezes intervenção de maquinaria, nomeadamente para remoção de pedras e sedimentos caídos;
- O destino final das pedras, sedimentos, algas, entre outros, pode constituir um acréscimo nos custos.

➤ Limpeza de espécies exóticas e/ou invasoras nas margens

Algumas espécies que compõem a vegetação aquática ou ribeirinha podem assumir um carácter invasor, crescendo de forma descontrolada e prejudicando as comunidades bióticas naturais, alterando as características físicas e químicas dos *habitats*. A origem destes fenómenos relaciona-se, principalmente, com a introdução intencional ou inadvertida de espécies exóticas que, pela ausência de mecanismos naturais de controlo, como seja a presença de competidores, ou pela existência de condições ecológicas extremamente favoráveis (por exemplo, espécies nitrófilas em massas de água eutrofizadas), se expandem de forma descontrolada, substituindo as espécies nativas e reduzindo a diversidade florística das comunidades naturais, podendo mesmo eliminá-las completamente (Almeida *et al* 2009).

Exemplos destas situações em *habitats* ribeirinhos incluem os acaciais, dominados por espécies do género *Acácia*, como é o caso frequente da mimosa (*Acacia dealbata*), de ailanto-da-China (*Ailanthus altissima*) e os canaviais, dominados por cana (*Arundo donax*) (Almeida *et al* 2009).

Salienta-se que nos troços de jusante, normalmente é necessário o controlo da vegetação, devido à ausência de ensombramento, já que o aumento da luz e da temperatura da água ocasionam maiores crescimentos vegetativos (Almeida *et al* 2009).

A limpeza é a desobstrução de cursos de água não navegáveis nem flutuáveis e consiste assim na:

- Remoção de resíduos sólidos urbanos (como sacos do lixo);
- Remoção de entulhos (resíduos de obras, detritos, eletrodomésticos, pneus, etc.);
- Remoção seletiva de material vegetal (árvores, ramos) que ponha nomeadamente em risco as infraestruturas hidráulicas existentes no curso de água (pontes, pontões, açudes) (Teiga 2009).

Sempre que possível os trabalhos devem ser acompanhados e fiscalizados por técnicos com formação ambiental adequada.

Durante as operações de corte e remoção da vegetação aquática existe uma natural tendência para a remoção da maior quantidade possível. Contudo, no caso da presença de várias espécies vegetais, uma limpeza tão radical, além de empobrecer o ecossistema, facilita a invasão subsequente por uma única espécie (a menos afetada ou a que recupera mais rapidamente). Tal como na generalidade das situações de limpeza, a filosofia adotada deverá ser “pouco mas frequente”.

A limpeza do leito e das margens do curso de água é da responsabilidade dos proprietários marginais. No entanto, em aglomerados urbanos, a limpeza do leito (mas não das margens) é da responsabilidade do município (Teiga 2009).

#### Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Garante condições de escoamento de caudais líquidos e sólidos em situações hidrológicas normais ou extremas.

#### Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Remoção de toda a vegetação pode facilitar a invasão por outras espécies.

#### ➤ Gestão da vida animal

Os corredores fluviais são particularmente atrativos para a atividade de criação de gado, principalmente de bovinos e ovinos. São geralmente bastante produtivos em pastagem, apresentam elevada disponibilidade de água, e as sombras abundam cobrindo de frescura extensas zonas de planície. Porém, se esta atividade não for devidamente gerida causará certamente perturbações extensivas de natureza física, química (nitratos) e bacteriológica (dispersão de matéria fecal) (Pacheco 2008).

As perturbações de natureza física relacionam-se principalmente com a perda de vigor por parte da vegetação herbácea nativa, devido ao seu consumo ou calcamento pelo gado, com a redução da diversidade florística provocada pela substituição de espécies nativas por forragens, e com a eliminação da vegetação arbórea para ampliação do espaço de pastagem. Do ponto de vista hidrológico, estas alterações representam uma redução da biomassa vegetal, com consequências ao nível da interceção, da infiltração (que diminuem) e do escoamento superficial (que aumenta) e sequelas ao nível da erosão do leito e margens do canal fluvial (que aumenta) (Pacheco 2008).

É por isso necessário a implantação de um sistema de gestão e proteção do espaço físico do canal da fauna; aplica-se principalmente em regiões ricas em pastorícia (R. Lemos 2010).

Assim, deve ser coordenado um plano de pastoreio geral.

No que se refere ao controlo do acesso de gado à galeria ribeirinha e à linha de água, é por vezes recomendável que este seja limitado através do recurso a cercas, bocage (sebes vegetativas) entre outros. No entanto, sempre que for necessário garantir o acesso do gado à linha de água (para beber ou atravessar), alguns pontos da cerca podem ser colocados na linha de água.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Em certos casos podem atuar como auxiliares no controlo de espécies infestantes e/ou exóticas.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Possíveis conflitos com os donos do gado caso não haja outras opções de pastoreio.

➤ Boas práticas agrícolas

São necessárias medidas de boas práticas agrícolas em sistemas de gestão que causam problemas no local ou dentro de fronteiras agrícolas que apresentam um elevado potencial para causar impactos negativos no corredor fluvial (FISRWG 1998).

Esses impactos negativos muitas vezes dão-se devido à utilização de adubos e pesticidas que poluem as linhas de água, nomeadamente com nitratos.

A gestão das práticas agrícolas deve assim proteger os atributos ambientais, incluindo a proteção de espécies nativas, ao conseguir o melhor uso dos recursos de longo prazo (FISRWG 1998).

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Melhoria da qualidade da água e salvaguarda da saúde pública (caso haja utilização de água poluída para regar as culturas).

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Possíveis conflitos com os agricultores caso não hajam outros bons locais disponíveis.

➤ Boas práticas em zonas urbanas

Assim, as boas práticas passam muito pela dotação de todos os serviços e equipamentos disponíveis para que as pessoas possam ter uma alternativa à poluição das linhas de água, como colocação de recipientes para o lixo, melhoria de acessos ao corredor fluvial, não impermeabilização de solos, correto planeamento, eficiente sistema de drenagem de águas pluviais, envolvimento da população em mecanismos de educação ambiental, entre outros exemplos.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Melhoria da qualidade da água.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Pode implicar custos elevados dependendo das medidas a aplicar.

### ➤ Educação ambiental

A educação ambiental pode apresentar diferentes formas de prossecução e muitas vezes apresenta-se como o meio mais efetivo de transmitir uma determinada mensagem à população.

#### Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Promove uma mudança de atitudes nas pessoas, fomentando uma atenção particular em questões ambientais.

#### Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Pode demorar algum tempo até apresentar dados visíveis e/ou significativos.

### ➤ Fiscalização ambiental

Normalmente é levada a cabo por agentes especiais que promovem, muitas vezes à base da ameaça, a correta execução das normas legais existentes no que respeita a todas as ações que podem interferir no meio hídrico.

É no âmbito das fiscalizações que normalmente se efetua o levantamento cadastral dos proprietários marginais com o intuito de se verificar se encontra alguma inconformidade.

Para além disso, pode também ser fomentado, neste âmbito, o cumprimento de algumas normas legislativas, como o Domínio Público Hídrico.

#### Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Forma eficaz de promover o cumprimento da legislação ambiental em vigor.

#### Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Pode demorar algum tempo até apresentar dados visíveis e/ou significativos.

### ➤ Mecanismos de incentivo à ligação à rede de saneamento

Para além da educação ambiental e da fiscalização ambiental, existem outros mecanismos de incentivo à ligação à rede de saneamento que muitas vezes pressupõem que a entidade que vende este tipo de serviço financie na totalidade ou parcialmente o custo da ligação ao saneamento. Na mesma lógica de ideias, a mesma entidade pode associar-se a outra entidade com interesse na causa e serem ambas financiadoras do serviço em prol de um bem de todos – a qualidade da água do rio.

#### Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Promove um melhoramento na qualidade da água.

#### Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Pode demorar algum tempo até apresentar dados visíveis e/ou significativos.

### ➤ Criação de espaços de lazer

Os espaços de lazer podem ser tanto parques urbanos, locais de merendas, ciclovias, entre outros. Estes espaços podem também integrar funções de educação ambiental, caso sejam criadas as condições necessárias para tal.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Constituem uma rutura do meio urbano;
- Podem integrar funções de educação ambiental.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Exigem espaço;
- Dependendo do tipo de espaço de lazer pode exigir um investimento ainda avultado na sua infraestruturaração.

➤ Instrumentos de planeamento

Os instrumentos de planeamento, com intervenção na gestão e ordenamento dos recursos hídricos, constituem uma importância medida em que possibilita a restrição da ocupação dos solos.

Assim, pressupõem-se que com a utilização de diversos instrumentos de planeamento como o PDM, o PP, o PU, a REN, a RAN, entre outros, seja possível através da restrição da utilização da solo a salvaguarda do mesmo, contribuindo assim para uma melhoria do sistema fluvial.

Questões potencialmente favoráveis e vantagens:

- Não implicam custos de intervenção.

Questões críticas a ponderar e desvantagens:

- Não são tão efetivos se não se efetuarem outras intervenções no sistema fluvial.

## ANEXO F

Na Tabela F.1 encontram-se representados os custos das soluções propostas referentes a medidas estruturais e na Tabela F.2 apresentam-se os custos das soluções que se referem a medidas estruturantes.

Salienta-se que ambas as tabelas apresentam apenas uma estimativa orçamental de cada solução, podendo não corresponder exatamente ao valor real. As estimativas de custos não foram atualizadas face à inflação uma vez que os valores obtidos não entram em linha de conta com o valor do IVA.

Por outro lado, refere-se que os custos podem ser muito variáveis, apresentando-se mesmo em alguns exemplos uma gama de valores.

Tabela F.1 – Custos aproximados das medidas estruturais.

Soluções	Custos aproximados
<b>Medidas estruturais</b>	
<b>Remoção de infraestruturas e estruturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300€/valor global (demolição de ponte de betão incluindo fundações, bem como carga, transporte e descarga para entidade operadora licenciada a definir pelo adjudicatário) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 2725 €/m (demolições de pontões e pilares de betão) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 8 €/m<sup>3</sup> (aterro) (Sousa 2005)</li> <li>• 5 €/m<sup>3</sup> (escavação em terra) (Sousa 2005)</li> </ul>
<b>Correção de taludes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5-15 €/m<sup>2</sup> (redução da inclinação) (Zeh 2007)</li> <li>• 5 €/ml (reperfilamento das margens e taludes, de acordo com as cotas do projeto e compactação adequada de forma a evitar o deslizamento) definido no Caderno de Encargos e localmente pela Fiscalização) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 57,77 €/m (estabilização das margens) (AMP 2010)</li> </ul>
<b>Modelação de solos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 – 10 €/m<sup>2</sup> (modelação do perfil do talude) (Zeh 2007)</li> <li>• 10 – 15 €/m (modelação da crista do talude em deslizamentos e taludes de escavação) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 4,25 €/m<sup>3</sup> (escavação de terreno de qualquer natureza até à cota necessária para construção de sapatas de fundação, incluindo o transporte de material a entidade operadora licenciada a definir pelo adjudicatário) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 8 €/m<sup>3</sup> (fornecimento e aterro de terra vegetal de boa qualidade para colocação em possíveis zonas de aterro para modelação de terreno às cotas de projeto incluindo compactação de solos) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 3,5 €/m<sup>3</sup> (aterro com terras provenientes da escavação dos pavimentos para modelação de terreno às cotas de projeto incluindo compactação dos solos) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 0,5 €/m<sup>2</sup> (nivelamento definitivo do terreno e ancinhagem, conforme definido localmente pela Fiscalização) (R. Lemos 2010)</li> </ul>
<b>Canais de secção composta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 €/m<sup>3</sup> (aterro) (Sousa 2005)</li> <li>• 5 €/m<sup>3</sup> (escavação em terra) (Sousa 2005)</li> </ul>
<b>Restauração da sinuosidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 €/m<sup>3</sup> (aterro) (Sousa 2005)</li> <li>• 5 €/m<sup>3</sup> (escavação em terra) (Sousa 2005)</li> </ul>
<b>Drenagem subterrânea</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 – 1000 €/m (drenagem subsuperficial com tubos e condutas) (Zeh 2007)</li> </ul>
<b>Controlo de ravinamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 – 100 €/m (canais e fossas de drenagem) (Zeh 2007)</li> <li>• 30 – 300 €/m (canais e canaletas abertas) (Zeh 2007)</li> </ul>

<b>(superficiais) dos taludes</b>	
<b>Permitir a conectividade entre o rio e uma ou duas margens</b>	Não definido.
<b>Desentubar</b>	• 47 €/m (desentubamento) (AMP 2010)
<b>Recuperação do património edificado e sociocultural com ligação ao rio</b>	Não definido.
<b>Defletores de asa</b>	• 150 – 200 €/t (rochas disseminadas no leito) (Zeh 2007)
<b>Represas, soleiras e açudes</b>	• 200 – 250 €/m <sup>2</sup> (soleiras em pedra) (Zeh 2007) • 250 – 1500 €/unidade (açude em madeira e enrocamento em pedra com 5m de largura e 1,20m de altura) (Sousa 2005)
<b>Bacias de retenção</b>	• 8175 €/m (modelação do terreno (bacias de retenção)) (AMP 2010)
<b>Enrocamento com blocos de pedra (<i>riprap</i>)</b>	• 100 – 200 €/m <sup>2</sup> (enrocamento de leitos e margens) (Zeh 2007) • 120 – 150 €/m <sup>2</sup> (enrocamento) (Zeh 2007)
<b>Gabiões caixa</b>	Não definido.
<b>Colchão reno</b>	• 100 – 150 €/m <sup>2</sup> (Gabiões planos, colchões reno) (Zeh 2007)
<b>Gabiões vivos</b>	• 160 – 220 €/m <sup>2</sup> (gabiões com vegetação) (Zeh 2007) • 120 – 150 €/m (gabiões cilíndricos com vegetação) (Zeh 2007)
<b>Faxinas</b>	• 20 – 40 €/m (faxina viva ou morta) (Zeh 2007) • 45 €/ml (fornecimento e execução de faxinas vivas de salgueiro com espaçamento de 0,8 ou 1,2 m de acordo com o definido no Caderno de Encargos e indicado localmente pela Fiscalização) (R. Lemos 2010)
<b>Empacotamentos</b>	• 50 – 500 €/m <sup>3</sup> (empacotamento de ramos vivos e pedras) (Zeh 2007)
<b>Muros de suporte vivo em madeira (<i>cribwalls</i>)</b>	• 100 – 250 €/m <sup>2</sup> (muros de suporte vivo em madeira tipo “cribwall”) (Zeh 2007) • 100 – 250 €/m <sup>2</sup> (muros de suporte tipo “cribwall” pré-fabricado com vegetação) (Zeh 2007) • 50 €/ml (execução de empacotamento vivo tipo “cribwalls” de acordo com o definido no Caderno de Encargos e indicado localmente pela Fiscalização) (R. Lemos 2010)
<b>Sementeira e hidrosementeira</b>	• 1,5 €/m <sup>2</sup> (preparação do terreno para receção de terras, incluindo uma lavoura superficial, fresagem, regularização, limpeza e transporte a vazadouro) (Sousa 2005)  <u>Sementeira</u> • 1 € / valor global (fornecimento, transporte e sementeira de espécies autóctones, incluindo o arejamento do solo e os trabalhos necessários para o pleno revestimento final) (R. Lemos 2010) • 32 € / kg (fornecimento de sementeira, mistura e modelação final de terras) (R. Lemos 2010) • 3 – 10 €/m <sup>2</sup> (sementeira de feno) (Zeh 2007) • 0,2 – 0,5 €/m <sup>2</sup> (sementeira a lanço em covachos ou em sulcos) (Zeh 2007) • 1 – 5 €/m <sup>2</sup> (sementeira de herbáceas e leguminosas) (Zeh 2007) • 10 – 30 €/m <sup>2</sup> (sementeira de herbáceas) (Zeh 2007)

	<p><b>Hidrosementeira:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5 – 1 €/m<sup>2</sup> (sementeira a lanço em covachos ou em sulcos) (Zeh 2007)</li> <li>• 1 – 2 €/m<sup>2</sup> (hidrosementeira com “mulch” de palha ou feno) (Zeh 2007)</li> <li>• 7 – 20 €/m<sup>2</sup> (hidrosementeira de espécies lenhosas) (Zeh 2007)</li> <li>• 3,5 €/m<sup>2</sup> (execução de hidrosementeira, incluindo todos os fornecimentos e trabalhos) (Sousa 2005)</li> </ul>
<b>Introdução de vegetação ribeirinha (espécies autóctones)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,5 €/m<sup>2</sup> (preparação do terreno para receção de terras, incluindo uma lavoura superficial, fresagem, regularização, limpeza e despedrega e transporte a vazadouro) (Sousa 2005)</li> <li>• 2 – 20 € / planta (plantação) (Zeh 2007)</li> <li>• 3 – 5 € / planta (plantação de ramos enraizados) (Zeh 2007)</li> <li>• 2 – 10 € / planta (plantação em raiz nua) (Zeh 2007)</li> <li>• 10 – 100 € / planta (plantação em torrão) (Zeh 2007)</li> <li>• 10 – 50 € / planta (plantação em linha) (Zeh 2007)</li> <li>• 40 – 4000 € / planta (transplantação de árvores de grande porte) (Zeh 2007)</li> <li>• 5 – 12 € / planta (florestação) (Zeh 2007)</li> <li>• 12,3 € / valor global (fornecimento, transporte e plantação de árvores, incluindo abertura de cova, tutores de madeira tratada (2 por árvore), fornecimento de terra de mistura e fertilização) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 2,5 € / valor global (fornecimento, transporte e plantação de arbustos de grande porte, incluindo abertura de cova) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 8 €/unidade (abertura de caldeiras manual ou mecânica, para plantação de árvores com 1,2x1,2m interiores e profundidade de 1m preenchida com terra vegetal de boa qualidade e estrume bem curtido à razão 0,1m<sup>3</sup> por cova) (Sousa 2005)</li> <li>• 3 €/unidade (abertura de caldeiras manual ou mecânica, para plantação de arbustos com 0,4x0,4m interiores e profundidade de 1m preenchida com terra vegetal de boa qualidade e estrume bem curtido à razão 0,1m<sup>3</sup> por cova) (Sousa 2005)</li> <li>• 7,5 €/unidade (fornecimento e instalação de tutores em tripé em toros de madeira torneada tratada com <math>\phi</math> de 8cm e altura de 2,5m incluindo fixação com cinta elástica e todos os trabalhos) (Sousa 2005)</li> </ul>
<b>Combinação de técnicas construtivas</b>	A determinar com base nos valores mencionados
<b>Limpeza e desobstrução de linhas de água</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 13,08 €/m (limpeza e remoção de resíduos) (R. Lemos 2010)</li> </ul>
<b>Limpeza de espécies exóticas e/ou invasoras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5 €/m<sup>2</sup> (limpeza e desmatação de infestantes da área composta principalmente por prados em médio e mau estado de conservação e zonas arbóreas existentes) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 6,54 €/m (limpeza e desmatação seletiva da vegetação) (AMP 2010)</li> </ul>

Tabela F.2 – Custos aproximados das medidas estruturantes.

Soluções	Custos aproximados
<b>Medidas estruturantes</b>	
<b>Gestão da vida animal</b>	Não definido.
<b>Boas práticas agrícolas</b>	Não definido.
<b>Boas práticas em zonas urbanas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 380 €/unidade (fornecimento e colocação de papeleiras) (R. Lemos 2010)</li> </ul>
<b>Educação ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 € (Kit Projeto Rios)</li> <li>• 1100 €/mês (recursos humanos, deslocações)</li> </ul>
<b>Fiscalização ambiental</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1100 €/mês (técnico, deslocações)</li> </ul>
<b>Mecanismos de incentivo à ligação à rede de saneamento</b>	Deve estar definido no plano de concessão da Câmara Municipal de Gondomar à empresa Águas de Gondomar S. A..
<b>Criação de espaços de lazer</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 271,65 €/m<sup>2</sup> (conceção da estrutura da ponte pedonal em madeira lamelada para atravessamento do rio) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 70 €/m<sup>3</sup> (fornecimento e aplicação de fundações em betão para suporte de mobiliário urbano) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 1480 €/unidade (fornecimento e colocação de bancos com e sem costas em madeira de pinho) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 380 €/unidade (fornecimento e colocação de papeleiras) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 1500 €/unidade (fornecimento e colocação de novos postes de iluminação com 4m de altura) (R. Lemos 2010)</li> <li>• 2,73 €/m (placas indicativas) (AMP 2010)</li> <li>• 16,35 €/m (reposição e reabilitação de pavimentos existentes) (AMP 2010)</li> <li>• 10.924,76 €/m (pontes) (AMP 2010)</li> <li>• 191 €/m (pavimentação) (AMP 2010)</li> <li>• 13 €/m (equipamentos, mobiliário urbano e iluminação) (AMP 2010)</li> <li>• 6 €/m<sup>2</sup> (fornecimento de tout-venant, espalhamento, rega, com 0,2 m de altura) (Sousa 2005)</li> <li>• 5 €/m<sup>2</sup> (fornecimento de agregado britado(tufo grosseiro e fino) com 0,2m de espessura) (Sousa 2005)</li> </ul>
<b>Instrumentos de planeamento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1100 €/mês (Técnico, suas deslocações e medições)</li> </ul>

## ANEXO G



# Projeto Rios

Une Pessoas e Rios



 **GONDOMAR**  
CÂMARA MUNICIPAL | PELOURO DO AMBIENTE

Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

O Projeto Rios tem por **objetivos**:

- Participação social na **conservação dos espaços fluviais**;
- Contribuir para a implementação da **Carta da Terra** e da **Diretiva Quadro da Água**.

↓

Para isso:

- Adota-se **500 metros de um troço de um rio ou ribeira**.

↓

Assim:

- Aprende-se a **valorizar a importância das linhas de água!**

 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente

Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Fazendo parte do projeto rios terão acesso a um kit didático que contém:

- ◆ Caixa ;
- ◆ Manual do Projeto Rios;
- ◆ Apresentação geral do Projeto Rios;
- ◆ Lupa;
- ◆ Lápis;
- ◆ Pinça;
- ◆ Fitas de medição de pH, nitratos e nitritos;
- ◆ Termómetro (de 3 a 50 °C);
- ◆ Fita métrica (10 m);
- ◆ Camaroeiro;
- ◆ Prancheta;
- ◆ Fichas de campo (ficha da primeira saída de campo e ficha da segunda e seguintes saídas de campo)
- ◆ Fichas de identificação:



 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

• **Etapas do projeto:**

-  **Apresentação do projeto;**
-  **Monitorizar e inspecionar o troço do rio para avaliar o grau de qualidade da linha de água adotada;**
-  **Apresentação do relatório final do projeto à Câmara Municipal de Gondomar e Projeto Rios.**

 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 

**Apresentação do projeto :**

- ◆ Adotar um troço de um rio;
- ◆ Preencher a ficha de inscrição no projeto;
- ◆ Identificar o troço através do Google;
- ◆ Levantar elementos sobre o rio (nascente, foz e percurso) e caracterizar a localização do troço.

 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 1

Adotar um troço de um rio

Troço do rio



Escola

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente

Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 1

Adotar um troço de um rio

É preciso conhecer o rio:

Nascente

Percurso Intermediário

Foz



Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente

Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 1

Adotar um troço de um rio

É preciso conhecer o rio:

lendas

histórias

brincadeiras

contos



Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente

Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 

**Monitorizar e inspecionar o troço do rio para avaliar o grau de qualidade da linha de água adotada :**

- 💧 Preenchimento da Ficha de Campo número 1;
- 💧 Apresentação de regras de limpeza das margens do rio;
- 💧 Limpeza de plantas exóticas e de resíduos nas margens e no leito do rio;
- 💧 Preenchimento da Ficha de Campo número 2.

 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 

💧 Preenchimento da Ficha de Campo número 1:

**6. Biodiversidade da fauna:**

6.1 Existem aves?

6.2 Existem anfíbios?

6.3 Existem répteis?

6.4 Existem peixes?

6.5 Existem mamíferos?

6.6 Existem insectos?

6.7 Existem moluscos?

6.8 Existem peçadas ou outras marcas?

	A	B	C	D
6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Diferentes locais no troço do rio que vamos analisar

Cada grupo assinalará a presença de determinado tipo de biodiversidade no local

Conjunto dos animais (domésticos ou selvagens) de uma região ou de um país



 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 

💧 Preenchimento da Ficha de Campo número 1:

**6. Biodiversidade da fauna:**

6.1 Existem aves?

6.2 Existem anfíbios?

6.3 Existem répteis?

6.4 Existem peixes?

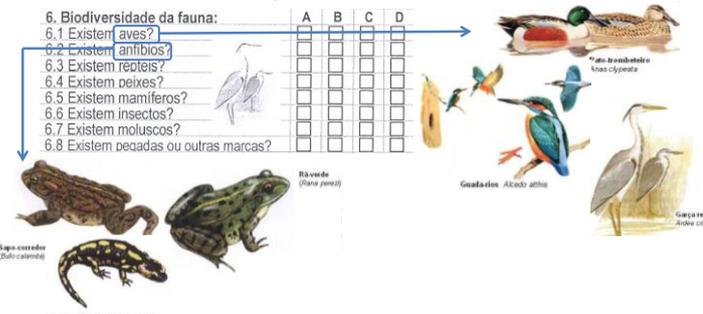
6.5 Existem mamíferos?

6.6 Existem insectos?

6.7 Existem moluscos?

6.8 Existem peçadas ou outras marcas?

	A	B	C	D
6.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número **2**



Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

**6. Biodiversidade da fauna:**

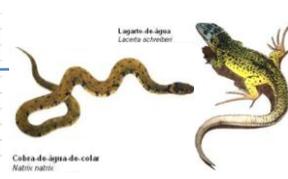
	A	B	C	D
6.1 Existem aves?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Existem anfíbios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Existem répteis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Existem peixes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 Existem mamíferos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6 Existem insetos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7 Existem moluscos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8 Existem pegadas ou outras marcas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Anterior direita  
Posterior direita



Rato-de-água (Arvicola sapidus)



Lagarto-de-água  
Lacerta achinensis

Cobra-de-água-de-colar  
Natrix natrix




Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número **2**



Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

**6. Biodiversidade da fauna:**

	A	B	C	D
6.1 Existem aves?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.2 Existem anfíbios?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.3 Existem répteis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.4 Existem peixes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.5 Existem mamíferos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.6 Existem insetos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.7 Existem moluscos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8 Existem pegadas ou outras marcas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Libélula



Plecoptero  
(mosca-de-pedra)



Família Pieridae - Anthochloris cardamines



caracol de mar  
classe Gastropoda

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número **2**



Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

**7. Indicadores infestantes e exóticas?**

	A	B	C	D
7.1 Líquenes fruticulosos (com/pêlo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 Musgos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 Fauna infestante ou exótica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4 Flora infestante ou exótica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Musgo (Briófitas)



Ramalina fraxinea (L.) Ach.



Ramalina farinacea (L.) Ach.

Infestante – Naturalizada e reproduz-se abundantemente.  
Exótica – Alóctone mas não consegue manter as suas populações por longos períodos.

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

**Etapa número 2**

• Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

7. Indicadores, infestantes e exóticas?	A	B	C	D
7.1 Líquenes fruticulosos (com/pêlo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.2 Musgos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.3 Fauna infestante ou exótica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.4 Flora infestante ou exótica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



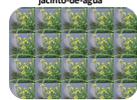
jacinto-de-água



gambúsia



acácia



lírio-amarelo-dos-pântanos



carpa



lagostim-vermelho-do-louisiana

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente
Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

**Etapa número 2**

• Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

10. A continuidade do bosque ribeirinho:	A	B	C	D
10.1 Total a sobreposição de copas das árvores e arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.2 Vegetação ripícola com >10 m altura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.3 Alguma sobreposição de copas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.4 Pequenas manchas de árvores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.5 Árvores isoladas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.6 Arbustos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.7 Herbáceas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.8 Outra:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



Vegetação rasteira ou trepadeira



Menores de 7 metros



Maiores de 7 metros e distanciada de 10 em 10 metros

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente
Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

**Etapa número 2**

• Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

11. Higiene e salubridade global:	A	B	C	D
11.1 Descargas de lixos <10 m l'água	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.2 Queimadas <10 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.3 Fossas/latrinas <10 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.4 Esqotos a céu aberto <10 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.5 Animais domésticos à solta <10 m	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>







Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente
Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número

Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

**22. Parâmetros Físico-químicos**

	A	B	C	D
22.1 Temperatura				
22.2 pH				
22.3 Nitratos (NO <sub>3</sub> )				
22.4 Nitritos (NO <sub>2</sub> )				
22.5 Carbonatos (CO <sub>3</sub> )				
22.6 Transparência				
22.7 Outro 1:				
22.8 Outro 2:				
22.9 Outro 3:				

Avaliam a qualidade da água

Apontar os valores dos parâmetros para cada local

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número

Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

**23. Macroinvertebrados**

	Número	Número	Número	Número
23.1 Planárias	1		1	
23.2 Oligoquetas/hirudíneos (minhocas/sanguessugas)		2		
23.3 Díptera (larvas de mosquitos)		4		
23.4 Moluscos (bivalves, conchas)			3	
23.5 Coleópteros (escaravelho da água)				
23.6 Trichóptera (mosca d'água)	3			
23.7 Odonatas (larva de libélula)				
23.8 Heterópteros (alfaiate, escorpião-de-água)		1		2
23.9 Plecópteros (mosca-de-pedra)				1
23.10 Efémerópteros (efémera)				

Avaliam a qualidade da água

Contar o número de macroinvertebrados em cada local

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número

Preenchimento da Ficha de Campo número 1;

Intolerantes às perturbações ← → Tolerantes à poluição (às perturbações)

Níveis	Intolerantes às perturbações										Tolerantes à poluição (às perturbações)				
	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera	Trichoptera
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

1 Rio em EXCELLENTE estado (água não poluída ou com perturbações não significativas)

2 Rio em BOM estado (ligeiramente poluído)

3 Rio em MÉDIO estado (moderadamente poluído)

4 Rio em MAU estado (muito poluído)

5 Rio SEM VIDA (fortemente poluído)

Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Etapa número 

**Apresentação do relatório final do projeto à Câmara Municipal de Gondomar e Projeto Rios:**

- 🔹 Apresentação do relatório final do projeto à Câmara Municipal de Gondomar e ao Projeto Rios.

 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

**Para o próximo ano letivo:**

- 🔹 Na primeira saída (no Outono) retomar-se-á o que foi realizado pelos alunos do ano anterior.



 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

**Material necessário:**

 galochas	 boné	
 luvas	 água	 protetor solar

 Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Projeto Rios

Une pessoas e rios

Então o que é que queremos?



Câmara Municipal de Gondomar – Pelouro do Ambiente Ano Letivo 2011/2012

## Ficha Técnica

Apresentação realizada por:

Joana Correia – Estagiária de Engenharia do Ambiente no Departamento de Ambiente

Com orientação de:

Dr.ª Iva Ferreira – Chefe de Divisão do Departamento de Ambiente  
Lassalette Cristóvão – Monitora de Educação Ambiental no Departamento de Ambiente  
Ana Carvalho – Monitora de Educação Ambiental no Departamento de Ambiente

Obrigada pela atenção  
e  
mãos à obra!



 GONDOMAR  
CÂMARA MUNICIPAL | PELOURO DO AMBIENTE