



Universidade do Porto

**FEUP** Faculdade de Engenharia

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE**

# **Critérios de decisão de remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água. Aplicação a um trecho de um rio da área de jurisdição da ARH do Norte I.P.**

**Tiago Joaquim Magalhães Pinto**

Dissertação submetida para obtenção do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE – RAMO DE GESTÃO**

**Presidente do Júri:** Manuel Afonso Magalhães da Fonseca Almeida  
(Professor Associado do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

---

**Orientador académico:** Rodrigo Jorge Fonseca de Oliveira Maia  
(Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil: Secção de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

---

**Orientador na empresa:** Maria de Lurdes Resende  
(Engenheira Chefe da Divisão de Licenciamento e Fiscalização do Departamento de Recursos Hídricos Interiores da ARH do Norte I.P.)

*Porto, Julho de 2011*

## **MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2010/2011**

*Editado por*

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351 22508 1400

Fax +351 22508 1440

Correio electrónico: feup@fe.up.pt

Endereço electrónico: <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 – 2010/2011 – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011*.

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

## Agradecimentos

Ao Prof. Rodrigo Maia, agradeço a orientação, amizade, confiança, incentivo e motivação à realização deste trabalho.

À Eng. Lurdes Resende agradeço todas as condições que me proporcionou, a sua orientação, amizade e disponibilidade total.

Ao Prof. António Guerreiro Brito agradeço todas as condições e oportunidades que me proporcionou.

À Dra. Maria José Moura agradeço a sua ajuda e disponibilidade nos processos administrativos.

À Elsa Bessa, Ana Paula Araújo e ao Dr. Joaquim Cortes agradeço a companhia e a ajuda durante a realização deste trabalho

Ao Dr. Pedro Moura e ao Eng. João Mamede agradeço a disponibilidade total e ajuda no trabalho em SIG.

Ao Dr. Cheng e à Patrícia do Laboratório de Engenharia Sanitária da FEUP agradeço o apoio na realização das análises químicas.

Ao Serviço de Protecção de Natureza e do Ambiente (SEPNA) da GNR, nas pessoas do Capitão Cabral Costa, Cabo Gonçalves e Cabo Azevedo do destacamento de Braga agradeço o apoio no vasto e moroso trabalho de campo, nomeadamente no transporte até aos açudes e recolha de amostras.

A todos os proprietários dos açudes que estiveram envolvidos neste trabalho, agradeço a simpatia e a colaboração.

*Dedico esta tese aos meus pais e família por todas as condições que me ofereceram.*

*Dedico também à minha namorada pela força e ânimo nos momentos mais difíceis.*

*Louvo a Deus pela obra feita.*



## Resumo

Actualmente, as preocupações com os ecossistemas fluviais levam a questionar a necessidade de remover certas infra-estruturas hidráulicas, que interrompem a conectividade longitudinal dos rios e prejudicam as suas comunidades biológicas. Assim, urge estudar em que medida a permanência dessas infra-estruturas, no rio, compromete o objectivo de alcançar a melhoria do estado ecológico das massas de água, preconizada pela Directiva Quadro da Água.

A presença de infra-estruturas hidráulicas afecta significativamente o desempenho dos ecossistemas fluviais e tem implicações directas nos ecossistemas ribeirinhos, nomeadamente alterações físicas, químicas, biológicas e hidrogeomorfológicas, nas quais é preciso actuar, no sentido de restaurar o habitat do rio, melhorar a qualidade da água, recriar o movimento dos peixes, reabilitar as espécies ameaçadas e em perigo, eliminar as preocupações de segurança, reduzir os custos, melhorar a estética do rio e melhorar as oportunidades de actividades de lazer e recreio.

O objectivo principal deste trabalho passa pela elaboração de uma proposta de metodologia para o processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água, atentos os aspectos ambientais, económicos, sociais e culturais. Para este fim, foi pesquisada a bibliografia existente, onde se destacaram os aspectos mais importantes do conhecimento actual no que concerne à influência de estruturas hidráulicas no ecossistema fluvial, processo de decisão de remoção, seus critérios e indicadores e legislação aplicável.

Posteriormente, a metodologia proposta para avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água foi aplicada ao rio Vizela depois de um prévia selecção criteriosa de entre os rios da área de jurisdição da ARH do Norte I.P.. Os dados foram recolhidos e avaliados no sentido de testar a metodologia em termos da sua exequibilidade no contexto nacional e a possibilidade de ser levada a cabo em tempo útil. A recolha e avaliação dos dados permitiram concluir que os indicadores e índices desenvolvidos aparentam ser úteis e eficazes no processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água.

Concluiu-se, assim, que a proposta de metodologia elaborada é constituída por uma grande diversidade de parâmetros em que a sua ponderação e o envolvimento dos interessados é a chave para uma boa decisão. O presente estudo visou contribuir para a implementação da DQA no sentido da melhoria dos processos de avaliação e decisão, e em síntese, contribuir para o processo de restauro de rios, para a sustentabilidade e qualidade de vida das populações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Património hidráulico; remoção de estruturas hidráulicas; indicadores; critérios de decisão, qualidade ecológica



## Abstract

Current concerns about river ecosystems lead to consider the need to remove certain hydraulic infrastructures, which disrupt the river longitudinal connectivity and damage their biological communities. Thus, it urges the study to what extent the maintenance of those infrastructures in the river will compromise the objective of the Water Framework Directive (WFD) to achieve improvement of the ecological status of the water body.

The presence of obstacles significantly affects the performance of river ecosystems and has direct implications for riparian ecosystems, including physical, chemical, biological and hydrogeomorphic changes, in which action must be taken in order to restore the habitat of the river, improve the quality water, re-create the movement of fish, rehabilitate threatened and endangered species, eliminating the safety concerns, reducing costs, improving the aesthetics of the river and improving opportunities for leisure and recreation.

The objective of this study was to develop and propose a methodology for decision making concerning the removal of hydraulic structures, taking into account the environmental, economic, social and cultural rights. For that purpose, the existing literature was searched, where stood out the most important aspects of current knowledge regarding the influence of hydraulic structures on the river ecosystem, removal decision process, its criteria and indicators and applicable law.

Subsequently, the proposed methodology for assessing the potential need for removal of hydraulic structures of water courses has been applied to Vizela river after a careful pre-selection from among the rivers of the area of jurisdiction of the “ARH do Norte I.P.”. Data were collected and evaluated in order to test the methodology in terms of its feasibility in the national context and the possibility that being carried out in good time. The collection and evaluation of the data concluded that the indicators and indices developed appear to be useful and effective in decision making process for the removal of hydraulic structures of water courses.

It was concluded therefore that the proposed methodology developed consists of a wide range of parameters in which their weight and stakeholder involvement is the key to a good decision. This study aimed to contribute to the implementation of the WFD in order to improve the processes of evaluation and decision, and in short, contribute to the restoration of rivers, to the sustainability and quality life of populations.

**KEYWORDS:** Hydraulic Heritage; Removal of hydraulic structures; indicators, decision criteria, ecological quality



# Índice

|                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Agradecimentos .....</b>                                                                                     | <b>iii</b> |
| <b>Resumo .....</b>                                                                                             | <b>v</b>   |
| <b>Abstract.....</b>                                                                                            | <b>vii</b> |
| <b>Índice .....</b>                                                                                             | <b>ix</b>  |
| <b>Lista de Tabelas.....</b>                                                                                    | <b>xii</b> |
| <b>Lista de Figuras.....</b>                                                                                    | <b>xvi</b> |
| <b>Capítulo 1 .....</b>                                                                                         | <b>1</b>   |
| Introdução .....                                                                                                | 1          |
| 1.1 Enquadramento .....                                                                                         | 1          |
| 1.2 Objectivos.....                                                                                             | 2          |
| 1.3 Organização da dissertação.....                                                                             | 2          |
| <b>Capítulo 2 .....</b>                                                                                         | <b>5</b>   |
| Revisão bibliográfica .....                                                                                     | 5          |
| 2.1 Definições .....                                                                                            | 5          |
| 2.2 Enquadramento Legal.....                                                                                    | 7          |
| 2.2.1 Directiva Quadro da Água e Lei da Água .....                                                              | 7          |
| 2.2.2 Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei n.º 54/2005 de 15 de Novembro) .....                              | 8          |
| 2.2.3 Regime de utilização dos recursos hídricos (Decreto Lei n 226-A/2007 de 31 de Maio).....                  | 9          |
| 2.2.4 Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020) .....                                                       | 10         |
| 2.2.5 Águas piscícolas (Aviso nº12667/2000. DR 194 de 23 de Agosto).....                                        | 11         |
| 2.3 Influência de estruturas hidráulicas no sistema fluvial natural .....                                       | 11         |
| 2.3.1 Impactos positivos da remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água .....                           | 13         |
| 2.3.2 Impactos negativos da remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água .....                           | 16         |
| 2.4 Processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água.....                 | 17         |
| 2.5 Critérios e indicadores de decisão de remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água ..... | 21         |
| 2.5.1 Critérios gerais .....                                                                                    | 21         |
| 2.5.2 Indicadores e Índices.....                                                                                | 22         |
| 2.5.2.1 Índice do Grau de Qualidade do Canal (Cortes et al., 1999) .....                                        | 22         |
| 2.5.2.2 Análise de Risco da Agência de Água Catalã (ACA, 2006) .....                                            | 26         |
| 2.5.2.3 Riparian Quality Index (Tánago, 2006) .....                                                             | 28         |
| 2.5.2.4 Índices da Confederação Hidrográfica do Douro (CHD, 2010).....                                          | 34         |
| 2.5.2.5 Indicadores propostos pela associação HJHC (2002).....                                                  | 42         |
| 2.5.2.6 Nível de assoreamento (baseado no método de Acker & White) .....                                        | 51         |
| 2.5.2.7 Classificação da bacia hidrográfica (com base na estratégia da ARH, 2010) .....                         | 53         |
| 2.6 Casos de estudo .....                                                                                       | 54         |
| 2.6.1 Barragem de Matilija (Califórnia, EUA) (USDIBR, 2000).....                                                | 55         |
| 2.6.2 Barragem de Newport (Vermont, EUA) (AR, 1999).....                                                        | 56         |
| 2.6.3 Barragem de Sandstone (Minnesota, EUA) (AR, 1999).....                                                    | 57         |
| 2.6.4 Barragem de Cerro Alarcón (Madrid, Espanha) (Marchamalo et al., 2002) .....                               | 59         |
| 2.6.5 Barragem de Palomera (Cantábria, Espanha) (Marchamalo et al., 2002) .....                                 | 60         |
| 2.6.6 Barragem de Agrio (Sevilha, Espanha) (Marchamalo et al., 2002).....                                       | 61         |

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.7 Conclusão .....                                                                                                          | 61         |
| <b>Capítulo 3 .....</b>                                                                                                      | <b>63</b>  |
| Proposta de metodologia para avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas.....                              | 63         |
| 3.1 Informações gerais .....                                                                                                 | 63         |
| 3.2 Definição das metas e objectivos .....                                                                                   | 64         |
| 3.3 Identificação dos critérios a considerar.....                                                                            | 64         |
| 3.4 Recolha e avaliação de dados.....                                                                                        | 67         |
| 3.5 Tomada de decisão .....                                                                                                  | 67         |
| <b>Capítulo 4 .....</b>                                                                                                      | <b>69</b>  |
| Aplicação da metodologia proposta a um rio da área de jurisdição da ARH do Norte I.P. ....                                   | 69         |
| 4.1 Selecção do trecho de rio a estudar .....                                                                                | 69         |
| 4.2 Caracterização do trecho em estudo .....                                                                                 | 73         |
| 4.3 Definição das metas e objectivos .....                                                                                   | 75         |
| 4.4 Avaliação dos Indicadores e índices.....                                                                                 | 77         |
| 4.4.1 Segmentação da rede do rio (Critérios Físicos).....                                                                    | 77         |
| 4.4.2 Geomorfologia de Montante (critérios Físicos).....                                                                     | 80         |
| 4.4.3 Qualidade da água a montante (critérios químicos).....                                                                 | 82         |
| 4.4.4 Ecossistemas ribeirinhos (critérios ecológicos) .....                                                                  | 83         |
| 4.4.5 Ecossistemas aquáticos (critérios ecológicos) .....                                                                    | 84         |
| 4.4.6 Serviços económicos da estrutura (critérios económicos).....                                                           | 87         |
| 4.4.7 Economia regional (Critérios económicos).....                                                                          | 89         |
| 4.4.8 Protecção e segurança (Critérios Sociais) .....                                                                        | 90         |
| 4.4.9 Valor Cultural e estético da estrutura (critérios culturais).....                                                      | 90         |
| 4.4.10 Índice de Prioridade de Actuação e Classificação da bacia hidrográfica (Multi-critério) .....                         | 91         |
| 4.5 Tomada de decisão .....                                                                                                  | 92         |
| 4.6 Consulta Pública.....                                                                                                    | 98         |
| <b>Capítulo 5 .....</b>                                                                                                      | <b>101</b> |
| Conclusões .....                                                                                                             | 101        |
| <b>Bibliografia.....</b>                                                                                                     | <b>104</b> |
| <b>Anexos .....</b>                                                                                                          | <b>108</b> |
| A1-Ficha de campo - Informações gerais das estruturas hidráulicas do trecho em estudo ...                                    | 108        |
| A2-Ficha de campo - Nível de assoreamento.....                                                                               | 109        |
| A2.1 - Procedimento do ensaio de peneiração para determinação do diâmetro característico dos sedimentos .....                | 109        |
| A2.2 - Determinação da massa volúmica dos sedimentos.....                                                                    | 110        |
| A3-Protocolos de análises químicas da qualidade da água a montante (métodos standart).....                                   | 111        |
| A4-Ficha de campo - Riparian Quality Index.....                                                                              | 114        |
| A5-Ficha de campo - Índice do Grau de Qualidade do canal.....                                                                | 114        |
| A6- Ficha de campo – Análise de risco da ACA .....                                                                           | 116        |
| A7 – Ficha de campo - Índice de permeabilidade .....                                                                         | 117        |
| A8- Ficha de campo - Índice de compartimentação, índice de continuidade longitudinal e índice de prioridade de actuação..... | 118        |
| A9 – Ficha de campo - Análise económica.....                                                                                 | 119        |
| A10- Ficha de campo- Análise Social .....                                                                                    | 120        |
| A11- Ficha de campo - Análise Cultural .....                                                                                 | 120        |
| A12- Material de campo e de laboratório .....                                                                                | 121        |
| B1- Informações gerais relativas a cada estrutura .....                                                                      | 122        |
| B2- Resultados da avaliação do nível do assoreamento .....                                                                   | 126        |
| B3- Resultados das análises químicas da zona de albufeira .....                                                              | 128        |
| B4- Resultados da avaliação do Riparian Quality Index.....                                                                   | 129        |

|                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| B5- Resultados da avaliação do Índice do Grau de Qualidade do Canal .....                                                           | 131 |
| B6- Resultados da análise de risco da ACA.....                                                                                      | 133 |
| B7- Resultados da avaliação do Índice de permeabilidade .....                                                                       | 135 |
| B8- Resultados da avaliação do índice de prioridade de actuação .....                                                               | 155 |
| B9- Resultados da Análise económica.....                                                                                            | 157 |
| B10-Resultados da Análise Social.....                                                                                               | 159 |
| B11- Resultados da Análise Cultural .....                                                                                           | 161 |
| C1- Classificação das águas piscícolas.....                                                                                         | 162 |
| D1-Modelo de edital de consulta pública .....                                                                                       | 163 |
| E1- Mapa dos aproveitamentos hidroeléctricos em exploração e antigas concessões e respectiva classificação das massas de água ..... | 165 |
| E2- Mapa da bacia hidrográfica do rio Vizela e respectiva classificação das massas de água associadas .....                         | 166 |
| E3 – Mapa das estruturas hidráulicas no trecho do rio Vizela em estudo .....                                                        | 167 |
| E4 – Mapa das zonas protegidas e sítios de interesse comunitário na área de jurisdição da ARH do Norte I.P. ....                    | 168 |
| F- Reportagem Fotográfica .....                                                                                                     | 169 |
| F1-Moinhos do Ramalho .....                                                                                                         | 169 |
| F2-Moinhos do Lopes Mudo .....                                                                                                      | 169 |
| F3-Azenhas de Cabreira .....                                                                                                        | 170 |

## Lista de Tabelas

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2.1: Classes de qualidade do índice GQC em função da pontuação final (Cortes et al, 1999) .....                                                    | 23 |
| Tabela 2.2: Índice GQC - Parâmetro presença de estruturas de retenção: escala de pontuações.....                                                          | 23 |
| Tabela 2.3: Índice GQC - Parâmetro estrutura do canal: escala de pontuações .....                                                                         | 23 |
| Tabela 2.4: Índice GQC - Parâmetro sedimentos e estabilidade do canal: escala de pontuações.....                                                          | 23 |
| Tabela 2.5: Índice GQC - Parâmetro estrutura das margens: escala de pontuações .....                                                                      | 24 |
| Tabela 2.6: Índice GQC - Parâmetro alteração artificial das margens: escala de pontuações.....                                                            | 24 |
| Tabela 2.7: Índice GQC - Parâmetro heterogeneidade do canal: escala de pontuações.....                                                                    | 24 |
| Tabela 2.8: Índice GQC - Tipologia e estrutura do leito .....                                                                                             | 24 |
| Tabela 2.9: Índice GQC - Parâmetro estrutura do leito para troços do Tipo 1 (troço em que predomina a erosão): escala de pontuações .....                 | 25 |
| Tabela 2.10: Índice GQC - Parâmetro estrutura do leito para troços do Tipo 2 (troço em que predomina o transporte): escala de pontuações .....            | 25 |
| Tabela 2.11 Índice GQC - Parâmetro estrutura do leito para troços do Tipo 3 (troço em que predomina a sedimentação): escala de pontuações .....           | 25 |
| Tabela 2.12: Índice GQC - Parâmetro deposição de finos intersticiais: escala de pontuações.....                                                           | 25 |
| Tabela 2.13: Análise de risco da ACA: Categorias de risco de incumprimento (RI) devido à presença de estruturas hidráulicas.....                          | 26 |
| Tabela 2.14: Classificação do risco de incumprimento que as pressões podem potenciar (ACA, 2007). .....                                                   | 28 |
| Tabela 2.15: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a continuidade longitudinal da vegetação ripária natural (extracto arbóreo e arbustivo) ..... | 29 |
| Tabela 2.16: RQI: Classificação do estado ecológico segundo as dimensões em largura do espaço ripário com vegetação natural associada ao rio .....        | 29 |
| Tabela 2.17: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a composição e estrutura da vegetação ripária .....                                           | 30 |
| Tabela 2.18: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a regeneração natural da vegetação ripária (estrato arbóreo e arbustivo) .....                | 31 |
| Tabela 2.19: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a condição das margens .....                                                                  | 32 |

|                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 2.20: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a conectividade transversal do leito e a largura de inundação (leito de cheia) - a jusante.....                                                | 32 |
| Tabela 2.21: Classificação do estado ecológico segundo a permeabilidade e grau de alteração do relevo e solo ripário .....                                                                                 | 33 |
| Tabela 2.22: RQI: Caracterização do estado do troço do rio, descrição da condição ecologia e definição de estratégias de gestão de acordo com as pontuações obtidas (adaptado de Tánago et al. 2006) ..... | 34 |
| Tabela 2.23: Coeficiente de prioridade ki: Factor multiplicativo <i>N</i> para cada tipo de espécie.....                                                                                                   | 38 |
| Tabela 2.24: Coeficiente de prioridade ki: Parâmetro <i>Mov</i> para cada tipo de espécie .....                                                                                                            | 38 |
| Tabela 2.25: Coeficiente de prioridade ki: Parâmetro <i>Vn</i> para cada tipo de espécie .....                                                                                                             | 38 |
| Tabela 2.26: IPA: Factor de áreas protegidas e factor de sítios de interesse comunitário .....                                                                                                             | 41 |
| Tabela 2.27: Indicadores chave para a decisão de remover barragens (HCHJ, 2002) .....                                                                                                                      | 42 |
| Tabela 2.28: Classificação da albufeira segundo a turvação .....                                                                                                                                           | 44 |
| Tabela 2.29: Classificação da albufeira segundo os níveis de oxigénio dissolvido (INAG,2002) .....                                                                                                         | 45 |
| Tabela 2.30: Classificação da qualidade química da água em função do pH (INAG).....                                                                                                                        | 45 |
| Tabela 2.31: Indicadores económicos a favor e contra a remoção da estrutura .....                                                                                                                          | 46 |
| Tabela 2.32: Critério de decisão segundo a viabilidade económica da estrutura e respectiva classificação .....                                                                                             | 46 |
| Tabela 2.33: Critério de decisão segundo os custos de remoção e respectiva classificação ....                                                                                                              | 48 |
| Tabela 2.34: Critério de decisão segundo o nº de empregos gerados e respectiva classificação .....                                                                                                         | 48 |
| Tabela 2.35: Classificação dos aspectos sociais a considerar .....                                                                                                                                         | 49 |
| Tabela 2.36: Critério de decisão segundo o valor histórico e estético da estrutura.....                                                                                                                    | 50 |
| Tabela 2.37: Coeficientes usados no método de Acker & White (Acker & White, 1973).....                                                                                                                     | 51 |
| Tabela 2.38: Categorias de classificação do assoreamento da albufeira .....                                                                                                                                | 53 |
| Tabela 2.39: Classificação da bacia segundo a sua aptidão para conservação, restauro ou valorização energética .....                                                                                       | 54 |
| Tabela 2.40: Comparação de Custo e tempo das alternativas a estudar no caso da Barragem de Matilija (adaptado de USDIBR, 2000) .....                                                                       | 56 |
| Tabela 2.41: Efeitos e impactos das alternativas de desactivação da barragem de Matilija (adaptado de USDIBR, 2000).....                                                                                   | 56 |
| Tabela 3.1: Objectivos a considerar no processo de decisão. ....                                                                                                                                           | 64 |
| Tabela 3.2: Matriz de Critérios de decisão para remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água .....                                                                                       | 65 |

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 3.3: Dados gerais da estrutura hidráulica .....                                                                                     | 67 |
| Tabela 4.1: Cursos de água classificados com estado ecológico <i>mau</i> e correspondente nº de aproveitamentos hidroeléctricos .....      | 71 |
| Tabela 4.2: Cursos de água classificados com estado ecológico <i>mediocre</i> e correspondente nº de aproveitamentos hidroeléctricos ..... | 72 |
| Tabela 4.3: Estruturas hidráulicas presentes no trecho em estudo, situação actual e seu respectivo proprietário/concessionário .....       | 74 |
| Tabela 4.4: Informações gerais de base para definição dos objectivos relativamente ao <i>AH de Caniços</i> .....                           | 75 |
| Tabela 4.5: Índice de compartimentação do trecho em estudo .....                                                                           | 78 |
| Tabela 4.6: Espécies de peixes presentes no rio Vizela segundo a carta piscícola nacional ...                                              | 78 |
| Tabela 4.7: Coeficiente de prioridade para as para as espécies presentes na bacia do rio Vizela .....                                      | 79 |
| Tabela 4.8: Índice de continuidade longitudinal para as estruturas em estudo .....                                                         | 79 |
| Tabela 4.9: Parâmetros de cálculo do método de Acker & White para o <i>AH de Caniços</i> .....                                             | 80 |
| Tabela 4.10: Parâmetros para determinação do nível de assoreamento para o <i>AH de Caniços</i> .....                                       | 82 |
| Tabela 4.11: Exemplo de cálculo do risco de incumprimento por regularização por barragens para o <i>AH de Caniços</i> .....                | 82 |
| Tabela 4.12: Resultados das análises químicas da zona de albufeira para o <i>AH de Caniços</i> ...                                         | 83 |
| Tabela 4.13: Índice GQC para o <i>AH de Caniços</i> .....                                                                                  | 83 |
| Tabela 4.14: Pontuação de cada atributo do RQI para o <i>AH de Caniços</i> .....                                                           | 84 |
| Tabela 4.15: Espécies de peixes presentes no rio Vizela e sua classificação em famílias segundo Ribeiro et al. (2007) .....                | 85 |
| Tabela 4.16: Valores de referência para avaliação da permeabilidade de uma estrutura (adaptado de CHD,2010).....                           | 85 |
| Tabela 4.17: Classificação da estrutura hidráulica segundo a permeabilidade à passagem de peixes .....                                     | 86 |
| Tabela 4.18: Exemplo do cálculo do risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas para o <i>AH de Caniços</i> .....       | 86 |
| Tabela 4.19: Exemplo de cálculo do risco de incumprimento por captações para o <i>AH da Companhia de Banhos do Vizela</i> .....            | 87 |
| Tabela 4.20: Exemplo de cálculo da viabilidade económica de uma dada estrutura (base anual) .....                                          | 88 |
| Tabela 4.21: Dados de base para cálculo dos custos de modernização e de re-licenciamento para o <i>AH de Caniços</i> .....                 | 88 |
| Tabela 4.22: Custos de remoção do <i>AH de Caniços</i> .....                                                                               | 89 |

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 4.23: Resultados da avaliação da protecção e segurança do AH de Caniços .....                                                                      | 90 |
| Tabela 4.24: IPA: Classificação da prioridade de actuação segundo o índice determinado .....                                                              | 91 |
| Tabela 4.25: Cálculo do Índice de prioridade de actuação para o <i>AH de Caniços</i> .....                                                                | 92 |
| Tabela 4.26: Proposta final de pesos a atribuir a cada tipo de critério e indicador .....                                                                 | 93 |
| Tabela 4.27: Escala de pontuações para ponderação final .....                                                                                             | 94 |
| Tabela 4.28: Índice de estado da estrutura de acordo com a pontuação final ponderada .....                                                                | 94 |
| Tabela 4.29: Classificação final de todos os indicadores de decisão e pontuação final<br>ponderada de cada uma das estruturas hidráulicas em estudo ..... | 95 |

## Lista de Figuras

|                                                                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1:Esquema tpico da deposição de sedimentos a montante de uma estrutura de retenção (Lencastre e Franco, 1984) .....                                                                                          | 12 |
| Figura 2.2: Método geral para tomada de decisão de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água adaptado de HJHC (2002).....                                                                                    | 18 |
| Figura 2.3: Efeito da barragem de Cerro Alarcón no perfil longitudinal das populações piscícolas (Marchamalo et al.,2002) .....                                                                                        | 60 |
| Figura 4.1: Esquema conceptual do sistema de classificação do Estado das massas de águas de superfície em <i>E-excelente</i> , <i>B-Bom</i> , <i>R-razoável</i> , <i>Md-medíocre</i> e <i>M-Mau</i> (INAG, 2009) ..... | 70 |

## **Símbolos e abreviaturas**

ACA – Agência de Água Catalã

AH- Aproveitamento Hidroeléctrico

ARH- Administração da Região Hidrográfica

AIA – Avaliação dos Impactes Ambientais

CHD- Confederação Hidrográfica do Douro

DQA – Directiva quadro da Água

EIA – Estudo de Impacte Ambiental

ENE- Estratégia Nacional para a Energia

EPA – *Environmental Protection Agency*

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GQC – Grau de Qualidade do Canal

ICNB- Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade

IP- Índice de Permeabilidade

INAG – Instituto Nacional da Água

IPA- Índice de Prioridade de Actuação

NPA – Nível Pleno de Armazenamento

PGRH-Norte – Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas do Norte

RQI – *Riparian Quality Index*

SI – Sistema Internacional

SIG – Sistema de Informação Geográfica



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Enquadramento

Na sociedade actual o restauro dos rios surge como meio para reactivar os serviços de ecossistema que foram inactivos devido a decisões erradas do passado. A Directiva Quadro da Água (DQA) preconiza uma maior valorização dos aspectos ambientais, o que leva a questionar a necessidade de certas infra-estruturas, obsoletas e supérfluas que afectam significativamente o desempenho dos ecossistemas fluviais.

As pequenas barragens abandonadas e que não possuem dispositivos para passagem de peixes prejudicam, de modo geral, a continuidade do sistema fluvial, criando obstáculos para os processos geomorfológicos naturais e biológicos que garantem a saúde do ecossistema.

Assim, torna-se necessário e importante rever a utilidade de muitas dessas estruturas, tendo em conta os aspectos ambientais relacionados com a saúde do ecossistema fluvial. Também é necessário ter em conta os aspectos económicos da manutenção ou remoção da estrutura e ainda factores sociais e culturais que pesam na decisão da remoção de uma estrutura hidráulica presente num curso de água

Também a operação de estruturas presentes em cursos de água deve garantir a integridade dos habitats e a manutenção dos serviços dos rios numa perspectiva da sua sustentabilidade.

No actual quadro de planeamento e gestão dos recursos hídricos, uma metodologia de avaliação das estruturas hidráulicas, torna-se uma ferramenta importante para uma qualquer Administração de Região Hidrográfica (ARH) atingir o objectivo preconizado pela DQA de melhoria do estado ecológico das massas de água.

A presente dissertação foi desenvolvida em ambiente empresarial, nas instalações da ARH do Norte I.P. em colaboração com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

## 1.2 Objectivos

No presente trabalho, apresenta-se uma metodologia de avaliação de estruturas hidráulicas no sentido da tomada de decisão da sua remoção ou permanência, desenvolvida com a finalidade de apoiar a elaboração de processos de restauro de um troço de um rio. Assim, foi desenvolvida uma matriz de critérios para decisão de eliminação de estruturas hidráulicas, no âmbito geral da aplicação ao território Português, ainda que mais concretamente à área de jurisdição da Administração da Região Hidrográfica do Norte (ARH do Norte I.P.).

Neste sentido, constituem objectivos específicos desta dissertação:

- Análise e enquadramento da problemática e necessidades de potencial remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água, atentos aspectos hidráulicos e ambientais, e também culturais, sociais e económicos.
- Definição de indicadores e critérios de decisão para a eventual remoção no quadro da recuperação do estado ecológico das massas de água.
- Análise do enquadramento legal.
- Aplicação ao caso de um trecho de um rio, a escolher, com base em inventariação das estruturas e património hidráulico construído, realizado a partir da zona estuarina e para montante, em extensão a definir.
- Identificação dos potenciais interessados a auscultar. Indicação das estruturas a remover e a manter.

Assim, o objectivo genérico passa pela elaboração e teste de exequibilidade de uma metodologia de avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas com a finalidade futura de apoiar as decisões da ARH do Norte I.P. neste âmbito.

## 1.3 Organização da dissertação

A presente dissertação teve como base uma revisão bibliográfica enquadrada e cuidada, cujo objectivo foi enriquecido pelo conteúdo transmitido na conferência-debate “Ambicionar a compatibilização da construção de pequenos aproveitamentos hidroeléctricos com a conservação da natureza e da biodiversidade” promovida em Março de 2011 pela ARH do Norte I.P. no Porto. Assim, contextualiza-se a problemática da remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água através da revisão do que já é conhecido, quer ao nível de artigos publicados, quer ao nível de opiniões de partes envolvidas (e.g. câmaras municipais, concessionários, ICNB, ARH do Norte I.P., Direcção Geral da Energia, Faculdades)

Propõe-se, assim, uma metodologia de avaliação da viabilidade da existência de estruturas hidráulicas presentes em cursos de água, que se espera poder contribuir para eventuais programas de restauro de rios e no quadro da melhoria do estado ecológico de massas de água no contexto da DQA.

Assim, o presente documento encontra-se organizado em cinco capítulos e respectivos anexos.

O actual capítulo enquadra a problemática, define os principais objectivos e apresenta a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo refere-se à revisão de bibliografia da especialidade que enquadra legalmente o tema, revê metodologias, critérios e indicadores de decisão de remoção estruturas hidráulicas e apresenta casos de estudo no contexto da Península Ibérica e Estados Unidos da América.

No capítulo três é apresentada uma proposta de metodologia de avaliação da necessidade da potencial remoção de estruturas hidráulicas à luz do que fora revisto no capítulo transacto.

Segue-se o capítulo quatro, onde se aplica a metodologia proposta a um rio da área de jurisdição da ARH do Norte I.P. e onde se propõe a remoção de algumas estruturas.

No capítulo cinco são apresentadas as conclusões e contributos do estudo, bem como eventuais recomendações para trabalhos posteriores.

Os anexos foram organizados de forma facilitar a sua consulta e não estão ordenados de acordo com a sequência no texto. Assim, o anexo A corresponde às fichas de campo para avaliação de cada um dos indicadores da metodologia proposta no capítulo 3, o anexo B corresponde aos resultados da avaliação dos indicadores, o anexo C corresponde à classificação das águas piscícolas, o anexo D corresponde ao edital de consulta pública para levantamento de objecções à potencial remoção de uma dada estrutura, o anexo E corresponde a mapas e, por fim, o anexo F corresponde à reportagem fotográfica.



## Capítulo 2

### Revisão bibliográfica

No presente capítulo é levada a cabo uma revisão bibliográfica extensa acerca da temática em discussão com base em artigos científicos da especialidade, legislação e conteúdos abordados em conferências subordinadas ao tema. Depois de definidos alguns conceitos básicos relacionados com a problemática em questão, analisam-se as influências de estruturas hidráulicas no sistema fluvial natural. De seguida, são revistos critérios e indicadores de decisão de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água. Por último, são apresentados, casos de estudo associados à remoção de barragens.

#### 2.1 Definições

“Açude” - termo popular para designar uma barragem, em geral de pequenas dimensões (INAG, 2008).

“Aproveitamentos hidroeléctricos” - visam a produção de energia eléctrica, a partir da energia potencial da água dos rios que, em regime natural, se dissipa ao longo do leito. Os aproveitamentos hidroeléctricos podem funcionar em regime de fio de água, isto é, aproveitando a energia dos caudais fluviais em regime natural, ou podem armazenar, na albufeira, os volumes correspondentes aos caudais que ocorrem em regime natural, para a utilização posterior em condições mais vantajosas, isto é, durante as pontas de consumo, ou durante os períodos mais secos, alterando o regime natural dos caudais afluentes ao aproveitamento. Quanto maior for a capacidade da albufeira relativamente aos caudais afluentes, maior é a eficiência com que o aproveitamento pode produzir energia nas horas de ponta de consumo ou nos períodos secos, sendo, consequentemente, maior o valor da energia produzida.

“Assoreamento” - depósito, num leito fluvial, de sedimentos resultantes da erosão de solos e rochas, por acção das águas, ventos, processos químicos ou físicos. A presença de estruturas

hidráulicas provoca um aumento do assoreamento a montante das mesmas devido à diminuição de velocidade na zona de albufeira.

“Barragem” - em sentido lato, é o conjunto formado pela estrutura de retenção, sua fundação, zona vizinha a jusante, órgãos de segurança e exploração e albufeira; ou, em sentido restrito, a estrutura de retenção com ou sem outras componentes, devendo o sentido, em cada caso, ser deduzido do contexto (INAG, 2008).

“Caudal ecológico” - pode ser definido como o caudal que permite assegurar a conservação e manutenção dos ecossistemas aquáticos naturais, a produção das espécies com interesse desportivo ou comercial, assim como, a conservação e manutenção dos ecossistemas ripícolas e os aspectos estéticos da paisagem ou outros de interesse científico ou cultural (ALVES & HENRIQUES, 1994).

“Centrais de albufeira” - aquelas cuja operação corrente conduz a uma duração de esvaziamento da albufeira maior ou igual a 100 horas.

“Centrais de fio de água” - aquelas cuja corrente conduz a uma duração de esvaziamento da albufeira menor que 100 horas.

“Infra-estrutura hidráulica” - qualquer obra ou conjuntos de obras, instalações ou equipamentos instalados com carácter fixo nos leitos ou margens destinadas a permitir a utilização das águas para fins de interesse geral (INAG, 2008).

“Mini-Hídricas” - centrais de aproveitamento hidroeléctrico com potências instaladas inferiores a 10 MVA

“Nível máximo de exploração”- É o nível de água mais alto permitido normalmente numa albufeira de um aproveitamento hidroeléctrico (sem ter em conta as sobre-elevações devidas a cheias). Corresponde ao nível de pleno armazenamento da albufeira (NPA).

“Queda bruta “ Diferença entre o nível de água na extremidade da albufeira e o nível de água na secção transversal da corrente em que tem lugar a restituição.

“Produtibilidade líquida de um aproveitamento hidroeléctrico” - quantidade máxima de energia, medida à saída da central, isto é, descontando o consumo nos serviços auxiliares e as perdas de transformação, que as afluências de água ao aproveitamento hidroeléctrico permitem emitir ou armazenar, supondo que toda a central está em estado de funcionar permanentemente, que as afluências são utilizadas no máximo e que toda a energia emitida é consumida.

“Reabilitação” - A reabilitação é o processo de reposição sustentada e integrada, da situação de boa qualidade ambiental que já existiu no local, de acordo com os valores culturais, seguindo

os princípios da reabilitação e com recurso a medidas não estruturais e estruturais quando necessário (TEIGA, 2003).

“Restauração” - Entende-se como o objectivo essencial da restauração ambiental a devolução ao ecossistema, da sua resiliência, ou seja, o retorno ao ponto em que seja auto-sustentável e tenha um grau de resistência natural a impactos negativos (TEIGA, 2003).

“Segurança” (de uma barragem) - capacidade da barragem para satisfazer as exigências de comportamento relativas a aspectos estruturais, hidráulico-operacionais e ambientais, complementada com outras disposições, de modo a evitar a ocorrência de acidentes e incidentes ou a minorar as suas consequências, ao longo da vida da obra (INAG, 2008).

## **2.2 Enquadramento Legal**

### **2.2.1 Directiva Quadro da Água e Lei da Água**

A Directiva Quadro da Água (DQA), Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, “estabelece um quadro de acção comunitária no domínio da política da água”. Pretende-se que, através do planeamento e gestão dos recursos hídricos e uma “abordagem abrangente e integrada de protecção e gestão da água”, ambicionar o alcance do bom estado de todas as massas de águas em 2015. Assim, a DQA preconiza uma maior valorização dos aspectos ambientais, o que leva a questionar a necessidade de certas infra-estruturas, obsoletas e supérfluas que afectam significativamente o desempenho dos ecossistemas fluviais.

Através da Lei da Água (Lei 58/2005 de 29 de Dezembro) que “estabelece o enquadramento para a gestão das águas superficiais, designadamente as águas interiores, de transição e costeiras, e das águas subterrâneas” e assegura a transposição da DQA, são criadas as seguintes regiões hidrográficas em Portugal Continental:

- a) Minho e Lima (RH 1),
- b) Cávado, Ave e Leça (RH 2),
- c) Douro (RH 3),
- d) Vouga, Mondego, Lis e Ribeiras do Oeste (RH 4),
- e) Tejo (RH 5)
- f) Sado e Mira (RH 6),
- g) Guadiana (RH 7),
- h) Ribeiras do Algarve (RH 8),

Neste sentido foram criadas 5 Administrações de Região Hidrográfica. Cabe a estes organismos de gestão das águas, o respectivo planeamento, licenciamento e fiscalização.

- a) A ARH do Norte, com sede no Porto, abrangendo as RH 1, 2 e 3;
- b) A ARH do Centro, com sede em Coimbra, abrangendo a RH 4;
- c) A ARH do Tejo, com sede em Lisboa, abrangendo a RH 5;
- d) A ARH do Alentejo, com sede em Évora, abrangendo as RH 6 e 7;
- e) A ARH do Algarve, com sede em Faro, abrangendo a RH 8

No actual quadro de planeamento e gestão dos recursos hídricos, uma metodologia de avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas, torna-se uma ferramenta importante para que uma qualquer Administração de Região Hidrográfica (ARH) possa atingir o objectivo preconizado pela DQA, mormente os objectivos ao nível da melhoria do estado ecológico das massas de águas superficiais mencionados no artigo 46.º da Lei da Água.

### **2.2.2 Titularidade dos Recursos Hídricos (Lei n.º 54/2005 de 15 de Novembro)**

O domínio público hídrico compreende o domínio público marítimo, o domínio público lacustre e fluvial e o domínio público das restantes águas. O domínio público hídrico pode pertencer ao Estado, às Regiões Autónomas e aos municípios e freguesias.

O domínio público hídrico pode ser afecto por lei à administração de entidades de direito público encarregadas da prossecução de atribuições de interesse público (ARH) a que ficam afectos, sem prejuízo da jurisdição da autoridade nacional da água.

A gestão de bens do domínio público hídrico por entidades de direito privado só pode ser desenvolvida ao abrigo de um título de utilização, emitido pela autoridade pública competente para o respectivo licenciamento (ARH).

O regime económico e financeiro promove a utilização sustentável dos recursos hídricos, mediante:

- A recuperação dos custos das prestações públicas que proporcionem vantagens aos utilizadores ou que envolvam a realização de despesas públicas, designadamente através das prestações dos serviços de fiscalização, planeamento e de protecção da quantidade e da qualidade das águas;
- A recuperação dos custos dos serviços de águas, incluindo os custos de escassez.

Os utilizadores dos recursos hídricos que utilizem bens do domínio público e todos os utilizadores de recursos hídricos públicos ou particulares que beneficiem de prestações públicas que lhes proporcionem vantagens ou que envolvam a realização de despesas públicas estão sujeitos ao pagamento da taxa de recursos hídricos.

### **2.2.3 Regime de utilização dos recursos hídricos (Decreto Lei n 226-A/2007 de 31 de Maio)**

Segundo a Lei da Água, considera-se utilização privativa dos recursos hídricos do domínio público aquela em que *alguém obtiver para si a reserva de um maior aproveitamento desses recursos do que a generalidade dos utentes ou aquela que implicar alteração no estado dos mesmos recursos ou colocar esse estado em perigo.*

O direito de utilização privativa de domínio público só pode ser atribuído por licença ou por concessão, não podendo ser adquirido por usucapião ou por qualquer outro título.

Se for abusivamente ocupada qualquer parcela do domínio público hídrico, ou nela se executarem indevidamente quaisquer obras, a autoridade competente intimará o infractor a desocupá-la ou a demolir as obras feitas, fixando para o efeito um prazo. Os títulos de utilização são atribuídos pela Administração da Região Hidrográfica territorialmente competente

#### *Utilizações sujeitas a licença:*

Segundo a Lei da titularidade dos recursos hídricos, carecem de emissão de licença prévia as utilizações privativas dos recursos hídricos referidas no artigo 60º da Lei da Água, onde se menciona, de entre outros, a implantação de infra-estruturas hidráulicas em domínio público hídrico.

#### *Utilizações sujeitas a concessão:*

De entre outras, estão sujeitas a prévia concessão, que não pode exceder 75 anos, as utilizações privativas dos recursos hídricos do domínio público correspondentes à implantação de infra-estruturas hidráulicas que se destinem a:

- Abastecimento público
- Rega de área superior a 50 ha
- Edificação de empreendimentos turísticos e similares
- Produção de energia

Uma infra-estrutura hidráulica que recaia sobre leitos, margens ou águas particulares, está sujeita à obtenção de um título de utilização – autorização.

#### *Termo da licença*

Segundo a Lei da titularidade dos recursos hídricos, aquando do termo da licença: *o titular procede à entrega do respectivo título junto da autoridade competente no prazo de 15 dias e remove, no prazo que lhe for fixado, as instalações desmontáveis, devendo as obras executadas e*

*as instalações fixas serem demolidas, salvo se a autoridade competente optar pela reversão a título gratuito.*

*A autoridade competente pode impor ao utilizador, no prazo de 30 dias a contar da entrega do título, a adopção de medidas destinadas a eliminar ou minimizar a alteração da composição qualitativa e quantitativa dos efluentes brutos ou após tratamento e o incumprimento dos objectivos ambientais resultantes da utilização*

#### *Termo da concessão*

*Segundo a Lei da titularidade dos recursos hídricos, aquando do termo da concessão: reverter gratuitamente para o Estado os bens e meios afectos à concessão, as obras executadas e as instalações construídas no âmbito da mesma.*

*Quando o titular da concessão tenha realizado investimentos adicionais aos inicialmente previstos no contrato de concessão devidamente autorizados pela autoridade competente e se demonstre que os mesmos não foram ainda nem teriam podido ser recuperados, esta entidade pode optar por reembolsar o titular do valor não recuperado ou, excepcionalmente e por uma única vez, prorrogar a concessão pelo prazo necessário a permitir a recuperação dos investimentos, não podendo em caso algum o prazo total exceder 75 anos.*

### **2.2.4 Estratégia Nacional para a Energia (ENE 2020)**

A Resolução do Conselho de Ministros n.º 29/2010, de 15 de Abril de 2010 aprova a Estratégia Nacional para a Energia 2020. Nela, o governo estabelece uma Estratégia Nacional para a Energia com o horizonte de 2020 (ENE 2020), que tem como principais objectivos:

*i) Reduzir a dependência energética do País face ao exterior para 74% em 2020, produzindo, nesta data, a partir de recursos endógenos, o equivalente a 60 milhões de barris anuais de petróleo, com vista à progressiva independência do País face aos combustíveis fósseis;*

*ii) Garantir o cumprimento dos compromissos assumidos por Portugal no contexto das políticas europeias de combate às alterações climáticas, permitindo que em 2020 60% da electricidade produzida e 31% do consumo de energia final tenham origem em fontes renováveis e uma redução do 20% do consumo de energia final nos termos do Pacote Energia-Clima 20-20-20;*

*iii) Reduzir em 25% o saldo importador energético com a energia produzida a partir de fontes endógenas gerando uma redução de importações de 2000 milhões de euros;*

*iv) Criar riqueza e consolidar um cluster energético no sector das energias renováveis em Portugal, assegurando em 2020 um valor acrescentado bruto de 3800 milhões de euros e criando mais 100 000 postos de trabalho a acrescer aos 35 000 já existentes no sector e que serão consolidados. Dos 135 000 postos de trabalho do sector, 45 000 serão directos e 90 000 indirectos. O impacto no PIB passará de 0,8% para 1,7% até 2020;*

v) *Desenvolver um cluster industrial associado à promoção da eficiência energética assegurando a criação de 21 000 postos de trabalho anuais, gerando um investimento previsível de 13 000 milhões de euros até 2020 e proporcionando exportações equivalentes a 400 milhões de euros;*

vi) *Promover o desenvolvimento sustentável criando condições para o cumprimento das metas de redução de emissões assumidas por Portugal no quadro europeu.*

Assim, na decisão de remoção de estruturas hidráulicas geradoras de energia eléctrica, há que conciliar as metas da ENE 2020 com os objectivos de estado ecológico preconizados pela DQA.

### **2.2.5 Águas piscícolas (Aviso nº12667/2000. DR 194 de 23 de Agosto)**

Segundo o Aviso nº12667/2000: *nos termos do disposto no artigo 33.º do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, e ouvidas as direcções regionais do Ambiente, o Instituto da Água e o Instituto da Conservação da Natureza e da biodiversidade, são classificados como águas piscícolas os cursos de água constantes no anexo C1. Considera-se:*

- Águas de salmonídeos (S)— as águas onde vivem ou poderão viver espécies piscícolas da família *Salmonidae* como sejam o salmão (*Salmo salar* L.) e a truta (*Salmo trutta* L.);
- Águas de ciprinídeos (C) — as águas onde vivem ou poderão viver espécies piscícolas da família *Cyprinidae*, como sejam o escalo (*Leuciscus* sp.), a boga (*Chondrostoma* sp.) o barbo (*Barbus* sp.), bem como espécies pertencentes às restantes famílias que não a salmonídea.

Torna-se importante o conhecimento das águas piscícolas das espécies migradoras de forma a avaliar o efeito das estruturas hidráulicas na conectividade longitudinal do rio. Caso os peixes não consigam transpor a barreira, poderá haver consequências nefastas para o ecossistema e a actividade piscícola. A classificação das águas piscícolas encontra-se patente no anexo C1.

## **2.3 Influência de estruturas hidráulicas no sistema fluvial natural**

A incorporação de estruturas hidráulicas que se atravessam transversalmente em cursos de água tem efeitos muito negativos no estado ecológico das massas de água. O primeiro e mais notório é a mudança nos processos de transporte de água e sedimentos, aumentando os tempos de retenção e, portanto, promovendo a sedimentação a montante (assoreamento) e reduzindo as

contribuições de água e sedimentos para as áreas de jusante. Essas mudanas nos processos de transporte que alteram o fluxo de materiais (sólidos do fluxo de carbono e nutrientes) e alterações de energia de maior ou menor grau na dinâmica físico-química do rio afectam a comunidade biológica que se estabeleceu ao longo do mesmo, a montante e a jusante. A figura 2.1 mostra um esquema tpico da deposição de sedimentos a montante de uma estrutura de retenção num rio.

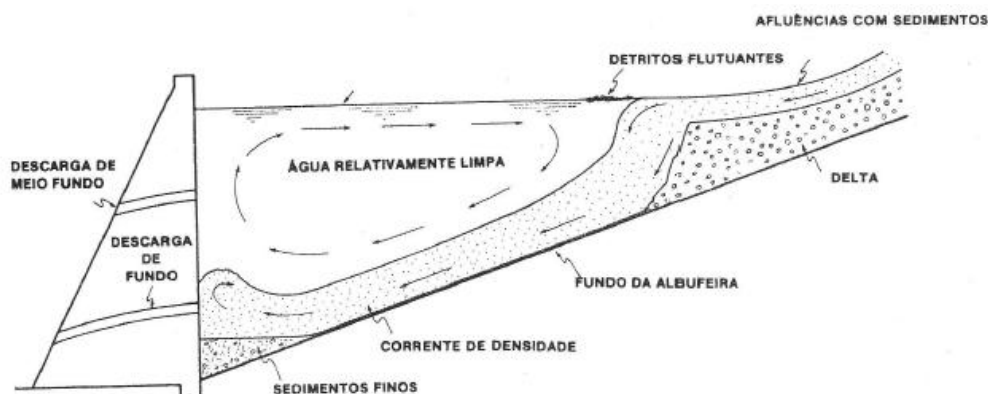


Figura 2.1:Esquema tpico da deposição de sedimentos a montante de uma estrutura de retenção (Lencastre e Franco, 1984)

Os sólidos retidos podem causar a diminuição da capacidade útil da albufeira e podem ser inorgânicos (de argila, areia ou silte) ou orgânicos. Por outro lado, uma estrutura provoca a retenção de materiais flutuantes com impacto visual e na qualidade das guas.

Nos últimos anos são comuns processos de eutrofização em rios, devido à acção conjunta da diminuição da velocidade da corrente e a presena de concentrações elevadas de nutrientes de descargas de águas residuais urbana e rural e da poluição difusa agrícola. O aumento da carência bioquímica de oxigénio ( $CBO_5$ ) e consequente eutrofização dos corpos de água tem um impacto negativo na sua qualidade, e pode mesmo comprometer o uso futuro da gua. Um exemplo claro da perda de qualidade associada  proliferação massiva de fitoplâncton em corpos de água é o aparecimento de algas verde-azuladas (perifiton), algumas delas potencialmente produtoras de microcistinas e cianotoxinas, cuja presena afecta muito as condições de potabilidade e possível uso recreativo da gua.

Um outro efeito que importa considerar por ser deveras importante para as populações animais é o efeito-barreira da estrutura que isola as populações e mitiga os movimentos migratórios de várias espécies, especialmente peixes.

Assim, a barreira destabiliza os ciclos de vida dos peixes de água doce, incluindo os movimentos perdicos ao longo do rio, de magnitude variável, dependendo da espécie em questão. Os movimentos migratórios são muito importantes para certas espécies por estarem relacionados com a obtenção de alimento, com a procura de abrigo e, acima de tudo, com a reprodução.

Durante as últimas três décadas, a comunidade científica tem levado a cabo muita investigação para a compreensão da dinâmica dos rios e tal ajudou a perceber os impactos

negativos significativos que as estruturas hidráulicas têm nos sistemas fluviais. As estruturas transversais interrompem o curso natural de um rio e o seu caudal, alteram a temperatura da água, redireccionam o fluxo e interrompem a sua continuidade longitudinal.

Vários estudos indicam que a remoção de estruturas hidráulicas pode ser uma ferramenta altamente eficaz para reverter os impactos e recuperar um rio.

Na realidade, segundo a associação norte-americana American Rivers (AR, 2002b), as estruturas transversais influenciam:

- O caudal
- A alteração no escoamento do rio
- A qualidade da água (por exemplo, temperatura)
- O transporte de sedimentos
- A conectividade (por exemplo, a migração de peixes e outros organismos).

Deste modo, embora existam algumas consequências ecológicas de curto prazo, a análise dos benefícios a longo prazo da remoção de estruturas hidráulicas como medida de melhoria da qualidade da água, transporte de sedimentos, e migração de espécies, demonstra que a remoção pode ser uma ferramenta eficaz de recuperação a longo prazo do rio.

Assim, a incorporação de uma estrutura de retenção resulta, na maioria dos casos, nos seguintes efeitos negativos:

- Alteração das funções de conectividade do ecossistema
- Inundação do habitat dos animais selvagens
- Alteração do fluxo do rio
- Alteração da temperatura e qualidade da gua
- Retenção de detritos, sedimentos lenhosos e nutrientes
- Mudana da estética e dos valores tradicionais do ambiente natural.

### **2.3.1 Impactos positivos da remoção de estruturas hidráulicas de cursos de gua**

Segundo a Confederação Hidrográfica do Douro (CHD, 2010), os benefícios ecológicos da eliminação de estruturas hidráulicas desnecessárias são evidentes:

- Recuperação do sistema natural, o que contribui significativamente para a biodiversidade. Há inúmeras citações na literatura científica, onde o número de espécies aquáticas actuais duplicou após a remoção de uma estrutura hidráulica.
- Recuperação da planície de inundação e zonas húmidas adjacentes.

- Melhoria da qualidade da água, reduzindo o tempo de retenção hidráulica, especialmente quando há colmatação devido aos sedimentos e  presença de altas concentrações de nutrientes que produzem fenmenos de eutrofização e também, dependendo do tamanho e profundidade da albufeira, fenmenos de estratificação.
- Redistribuição de sedimentos e a facilitação do transporte de sólidos, melhorando a dinâmica do rio e renovação do habitat.
- Melhoria da distribuição de nutrientes e, portanto, da capacidade de auto-depuração do rio.
- Recuperação de conectividade longitudinal, permitindo os movimentos de peixes migradores e outros organismos.

Bednarek (2001) sintetizou os impactos da remoção de uma estrutura hidráulica e afirmou que a sua remoção pode trazer benefícios a longo prazo ao nível dos seguintes aspectos:

- Restabelecimento de um regime de escoamento natural;
- Eliminação da albufeira;
- Mudança na temperatura do rio e dos níveis de oxigénio
- Transporte de sedimentos
- Migração de peixes e outros organismos.

Segundo Bednarek (2001), a remoção não requer um gasto econmico permanente e investimento em tecnologia para manter um funcionamento saudável do ecossistema, ao contrário de outras alternativas, tais como, passagens para peixes.

Hoffert-hay (2008) afirma que os encargos financeiros de manutenção de uma estrutura envelhecida podem superar os benefícios de mantê-la.

Os custos correspondentes a atingir uma situação de conformidade com a Directiva Quadro da água podem superar os benefícios de manter a estrutura. Além disso, os custos relacionados com o risco  segurança pública podem ser superiores aos benefícios da estrutura hidráulica.

A associação H. John Heinz III Center For Science, Economics and the Environment, daqui em diante referida no texto abreviadamente por HJHC, apresenta as diferentes razões para a remoção de uma estrutura hidráulica de um curso de água, das quais se podem salientar algumas seguidamente desenvolvidas (HJHC, 2002): obsolência estrutural, segurança, oportunidades de lazer, qualidade e quantidade da água e restauro do ecossistema.

- Obsolncia estrutural: Há uma grande despesa associada  manutenção de estruturas envelhecidas e reparações estruturais necessárias. Muitas estruturas hidráulicas exigem revisão substancial após várias décadas de operação contínua. A erosão dos elementos expostos  inevitável e muitas vezes assiste-se  lixiviação do carbonato de cálcio do cimento e argamassas, resultando numa redução da coesão e desintegração da estrutura. Sem a devida manutenção, a

deterioração estrutural pode levar ao colapso. As estruturas que foram instaladas há mais de 50 anos atrás podem exigir um investimento substancial para serem devolvidas à condição de operação segura e moderna. Em muitos casos, se o proprietário for uma pessoa individual ou uma pequena empresa, a remoção é a única alternativa razoável e económica.

- **Segurança:** Falhas na operação de uma estrutura hidráulica podem inundar as áreas a jusante com consequências inesperadas e desastrosas. É o caso da barragem a montante de Johnstown, Pensilvânia, que desabou durante uma tempestade de 1889 e a consequente inundação matou 2.209 pessoas (McCullough, 1968). Assim, o proprietário de uma barragem pode achar mais económico retirar a estrutura do que mitigar os impactes da operação contínua.

- **Obsolescência económica:** O desenvolvimento de redes regionais de energia alimentadas por maiores e mais eficientes fontes de energia eléctrica renovável, tornaram muitas das mini-hídricas economicamente obsoletas. Ainda que a obra em causa já não produza energia, há despesas que continuam a existir, incluindo a manutenção e custos de seguros. Os proprietários podem optar por remover uma estrutura hidráulica para eliminar os seus deveres de responsabilidade sobre acidentes derivados da existência da estrutura. A ameaça de responsabilidade por danos na sequência de um colapso oferece aos proprietários um incentivo para proceder à reparação ou remoção, havendo a possibilidade desta última ser mais barata.

- **Oportunidades de lazer:** Quando existe uma albufeira, embora a remoção de uma estrutura hidráulica a elimine, muitas vezes são melhoradas as oportunidades de lazer a jusante. A pesca desportiva é uma oportunidade que surge aquando do aumento da conectividade do rio e consequente proliferação de espécies de peixes migradores.

- **Qualidade e quantidade da água:** A remoção de uma estrutura hidráulica afecta a qualidade e quantidade da água, pois muitas albufeiras fornecem água potável para rega e consumo humano. Se a estrutura é removida, a população local pode ter de recorrer a fontes de água subterrânea, que pode ser mais contaminada, nomeadamente por intrusão salina, e mais cara de obter. Por outro lado, a remoção de uma estrutura pode melhorar a qualidade da água em pelo menos dois aspectos químicos importantes:

- Aumento da quantidade de oxigénio dissolvido
- Retorno da temperatura da água às condições naturais.

A remoção de uma estrutura hidráulica pode também promover a libertação de sedimentos acumulados na albufeira. Estes sedimentos podem reduzir a qualidade da água a jusante para consumo humano, podendo ser responsáveis pelo aumento dos custos do tratamento da água de abastecimento, no entanto, este efeito é normalmente temporário. No longo prazo e devido à libertação dos sedimentos deverá ocorrer o restauro gradual do habitat.

- **Restauração do ecossistema:** Quando uma estrutura hidráulica é removida do curso de um rio, os volumes de água acumulados na albufeira são restabelecidos para os trechos de rio a jusante da estrutura removida. Também para os organismos aquáticos, que muito frequentemente são impedidos de efectuar as suas migrações reprodutivas, a remoção do açude constitui uma solução para conectar o sistema. Para muitos investigadores, a recuperação de um rio implica que os componentes físicos e biológicos voltem ao mesmo nível que tinham antes da construção da estrutura hidráulica. No entanto, tal pode não ser possível, nomeadamente devido a outros impactos e mudanças que entretanto ocorreram na bacia hidrográfica. Da mesma forma muitos outros investigadores assumem que a recuperação não exige mais acções por parte das pessoas, pelo que a remoção de uma estrutura hidráulica resultará automaticamente na plena recuperação do rio ou da espécie.

Em suma, apresentam-se os potenciais benefícios da remoção de uma estrutura hidráulica de retenção:

- Restaurar o habitat do rio
- Melhorar a qualidade da água
- Recriar o movimento dos peixes
- Reabilitar as espécies ameaçadas e em perigo
- Eliminar as preocupações de segurança associadas à existência de barragens
- Redução de custos para os contribuintes
- Melhoria da estética do rio
- Melhoria das oportunidades de pesca
- Melhorar das oportunidades de actividades de lazer e recreio

### **2.3.2 Impactos negativos da remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água**

Embora existam alguns impactos ecológicos negativos associados à remoção de estruturas hidráulicas, Bednarek (2001), observa que a maioria desses impactos tem efeitos de curto prazo no sistema fluvial. Além disso, algumas das consequências de curto prazo associadas à remoção de uma estrutura hidráulica podem ser minimizadas através do planeamento cuidadoso da remoção. O mesmo autor conclui que os estudos para determinar a melhor abordagem para minimizar os impactos ecológicos de curto prazo devidos à remoção da estrutura hidráulica são críticos para os tomadores de decisão. A remoção de uma estrutura de retenção pode provocar inundações temporárias em algumas áreas de jusante, tendo o planeamento de considerar esse aspecto e eventuais indemnizações necessárias. A decisão de retirar uma estrutura hidráulica de um curso de água deve incluir um exame cuidadoso de todo o potencial ecológico e impactos da sua remoção, bem como os impactos ecológicos caso permaneça no leito do rio.

É essencial avaliar cada estrutura no contexto de outros assuntos da comunidade pois a recuperação de ecossistemas pode ser a razão mais controversa para a sua remoção. Muitas pessoas vêem as albufeiras como componentes normais e naturais do ecossistema e qualquer mudança vai destruir os habitats da vida selvagem existentes actualmente. Muitas pessoas preferem manter as albufeiras, como também preferem pescar robalo e bagre (sem exigências migratórias) do que salmão e truta (com exigências migratórias).

## **2.4 Processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água**

Hoffert-hay (2008) estabelece que o processo de decisão passa pela resposta às seguintes questões:

- Quais os benefícios da permanência da estrutura?
- Quais os benefícios da remoção da estrutura?

A associação HJHC (2002) estabelece que a decisão de remoção ou permanência de uma estrutura hidráulica deve ter em conta factores administrativos, políticos, sociais e ambientais e económicos. Assim, e de acordo com aquela instituição, o método geral para a tomada de decisões sobre a remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água envolve quatro etapas básicas, desenvolvidas esquematicamente na figura 2.2.

- Etapa 1: Definição das metas e objectivos
- Etapa 2: Identificação dos principais critérios a considerar
- Etapa 3: Recolha e avaliação de dados
- Etapa 4: Tomada de decisão



Figura 2.2: Método geral para tomada de decisão de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água adaptado de HJHC (2002)

- *Etapa 1: Definição das metas e objectivos:*

Nesta etapa, são abordadas, duas questões fundamentais:

Será a estrutura hidráulica capaz de satisfazer os objectivos para os quais foi construída?

Que objectivos adicionais não estão a ser cumpridos devido à presença da estrutura?

Os desafios da primeira pergunta são a necessidade de determinar se a estrutura ainda respeita os seus objectivos declarados inicialmente. Para tal, devem ser considerados os serviços prestados pela estrutura, sintetizados na figura 2.2. Para a segunda questão, há que ter em conta os aspectos relacionados com os objectivos que pesam no sentido da remoção da estrutura mencionados na figura 2.2.

- *Etapa 2: Identificação os principais critérios a considerar*

A revisão dos critérios deve ser realizada numa forma aberta e transparente, utilizando os conhecimentos e valores de um vasto leque de pessoas e instituições na bacia hidrográfica. A

mais ampla participação possível de interessados na identificação das questões é a chave para o sucesso para alcançar uma boa decisão, devendo incluir:

- Questões ambientais
- Questões de protecção e segurança
- Questões legais e administrativas
- Temas sociais
- Assuntos económicos
- Problemas de gestão

Uma vez definidos os critérios, é crucial a definição de indicadores que os permita medir e avaliar de uma forma objectiva.

- *Etapa 3: Recolha e avaliação de dados*

Nesta etapa, deverão ser recolhidos os dados necessários através de trabalho de campo. Os parâmetros a recolher deverão ser das seguintes naturezas: físicos, biológicos, económicos, sociais e legais. A recolha servirá de base à avaliação posterior de todos os indicadores.

- *Etapa 4: Tomada de decisão*

A decisão final de retirar ou não uma estrutura hidráulica deverá resultar do balanço e ponderação entre os seguintes aspectos:

- Segurança
- Análise económica comparativa entre a manutenção e remoção da estrutura hidráulica ou outras alternativas
- Ganhos ecológicos potenciais
- Considerações sociais
- Questões legais
- A opinião do público
- Interesses locais, regionais e nacionais.

A maioria das estruturas hidráulicas tem impactos positivos e negativos. O desafio em fazer uma boa decisão sobre se a mesma deve ou não ser retirada consiste em identificar todos os custos e benefícios da estrutura específica, bem como os custos e benefícios de a remover, e ponderar os resultados para determinar a melhor opção.

Assim, devem ser identificadas as questões chave para a tomada de decisão. No entanto, não significa, contudo, que cada questão deve ser cuidadosamente analisada para cada processo de decisão. Alguns critérios podem não se aplicar a todos os casos e outros podem ser respondidos sem uma análise aprofundada. Em alguns casos, uma análise mais aprofundada pode ser necessária para verificar a conformidade com o critério.

Outro desafio para a decisão é determinar como lidar com a incerteza dos resultados pois têm sido estudados ou até mesmo descritos em relatórios disponíveis, muito poucos casos.

Existem incertezas sobre o processo de decisão de remoção de uma estrutura hidráulica de um curso de água e como o rio, peixes, animais selvagens, e comunidade vizinha vão responder, uma vez concretizada a remoção. A incerteza é um factor de natureza mais ecológica que empresarial. A incerteza numa área ainda relativamente nova pode tomar algumas decisões de remoção das estruturas mais complexa. Algum nível de cuidado deve ser exercitado quando o processo não tem certeza científica.

O balanço final conducente à decisão depende de muitos factores que irão variar de caso para caso. Assim, podem ser desenvolvidas heurísticas para determinar a decisão adequada em cada caso.

Uma vez que toda a informação esteja recolhida, a decisão final será afectada por vários factores, incluindo:

- As condições ecológicas
- As circunstâncias económicas
- O contexto jurídico e político em que uma decisão deve ser feita;
- O impulso inicial para considerar a remoção (por exemplo, a pesca, o restauro do rio ou a preocupação de segurança);
- A identidade dos tomadores de decisão (por exemplo, o proprietário da estrutura, as agências estatais);
- A controvérsia em torno da decisão;
- Identidade e força das diversas partes interessadas.

Ao elaborar uma decisão final, recomenda-se que todos os factores sejam examinados para compreender as influências sobre a decisão. Diversos autores, tais como, Marchamalo et al. (2002) e a associação HJHC (2002) mencionam que talvez o mais significativo dos factores seja o impulso inicial para a consideração de remoção, ou seja, a vontade política inicial devido ao incumprimento de algum objectivo, tal como a segurança ou a melhoria do estado ecológico do rio.

## **2.5 Critérios e indicadores de decisão de remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água**

### **2.5.1 Critérios gerais**

Diversos autores, tais como, Marchamalo et al. (2002) e a associação HJHC (2002), abordam a temática da remoção apontando os seguintes tipos de critérios:

- Ambientais
- Administrativos
- Sociais
- Económicos
- Culturais

Segundo Marchamalo et al. (2002), para cada um desses critérios, especificam-se alguns aspectos, a saber:

#### **1) Aspectos Ambientais**

• Mudança da dinâmica do rio e efeitos sobre os processos naturais que regulam o ecossistema:

- Aumento da erosão a jusante
- Sedimentação na albufeira
- Perda de carga sólida a jusante
- Alteração do regime hidrológico
- Incumprimentos do caudal ecológico
- Diminuição de oxigénio dissolvido
- Variação do regime de temperatura
- Criação de barreiras para a fauna nativa
- Criação de habitat de espécies exóticas.

#### **2) Aspectos Sociais**

- Risco para as populações humanas
- Risco para a propriedade pública e privada
- Estado de degradação da estrutura
- Defeitos nas fundações
- Fugas e infiltrações

#### **3) Aspectos Administrativos:**

- Condições da concessão.

- Revisão dos usos da estrutura

#### 4) Aspectos económicos

- Declínio no desempenho econmico por perda de função ou aumento dos custos de manutenção e operação
- Maior responsabilidade financeira pelos impactos actuais e futuros da estrutura hidráulica.

Segundo Marchamalo et al. (2002), o último aspecto referido está a levar muitos proprietários de barragens obsoletas a considerar a remoção da estrutura.

Estes motivos devem ser analisados de forma abrangente, tentando obter um diagnóstico e revisão de um açude ou concessão hídrica.

### 2.5.2 Indicadores e Índices

Para a avaliação de estruturas hidráulicas torna-se de extrema importância o estabelecimento de indicadores e índices por se tratarem de instrumentos frequentemente usados para obter uma análise simples e resumida do estado da estrutura. No âmbito da presente comunicação, os indicadores e índices, permitem levar a cabo a avaliação das estruturas hidráulicas em termos ecológicos, económicos, sociais e culturais. Nas seguintes subsecções são apresentados índices recolhidos da bibliografia consultada e que permitem avaliar os crITÉrios mencionados em 2.5.1.

Os indicadores e índices apresentados nas seguintes subsecções são o resultado de uma análise mais extensa e elaborada que teve como objectivo a selecção de indicadores e índices que possam constar de uma matriz final de avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas. Assim, devido à grande quantidade de informação, apenas são apresentados, nas seguintes subsecções, os indicadores e índices que poderão constar na referida matriz. Cada um dos indicadores e índices apresenta uma escala de classificação que usa as cores; *azul*, *verde*, *amarelo*, *laranja* e *vermelho* em que *azul* corresponde ao melhor estado da estrutura ou do rio e *vermelho* ao pior dos estados. A escala de cores servirá para, numa fase futura, proceder à ponderação de todos os crITÉrios.

#### 2.5.2.1 Índice do Grau de Qualidade do Canal (Cortes et al., 1999)

Foram desenvolvidos índices, adaptados a rios da Península Ibérica, que permitem a avaliação dos habitats fluviais como  o caso do ndice do Grau de Qualidade do Canal (GQC) relativamente à qualidade do canal de escoamento do rio (Cortes et al., 1999). Depois de somadas as pontuações relativas a cada um dos parâmetros de base considerados (presença de estruturas de retenção, estrutura do canal, sedimentos e estabilidade do canal, estrutura das margens, alteração artificial das margens, heterogeneidade do canal, estrutura do leito e deposição de finos intersticiais),  obtida a pontuação final que classifica o canal de escoamento do rio segundo a sua

qualidade. A tabela 2.1 mostra as classes de qualidade do índice GQC de acordo com a pontuação final obtida. Assim, tendo em conta o âmbito do presente trabalho, a metodologia sugere a aplicação de GQC ao canal natural de escoamento do rio junto à estrutura hidráulica.

**Tabela 2.1: Classes de qualidade do índice GQC em função da pontuação final (Cortes et al, 1999)**

| <b>Índice GQC<br/>(pontuação)</b> | <b>Classe</b> | <b>Significado<br/>(em termos de qualidade do canal)</b> |
|-----------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------|
| <b>8 - 13</b>                     | <b>V</b>      | Canal completamente alterado                             |
| <b>14 - 19</b>                    | <b>IV</b>     | Grande alteração do canal                                |
| <b>20 - 25</b>                    | <b>III</b>    | Início de importante alteração do canal                  |
| <b>26 - 30</b>                    | <b>II</b>     | Canal ligeiramente perturbado                            |
| <b>&gt; 30</b>                    | <b>I</b>      | Canal sem alterações                                     |

Nas tabelas 2.2 a 2.12, apresentam-se as escalas de pontuações, segundo Cortes et al. (1999), para cada um dos 8 parâmetros a caracterizar para a obtenção do índice GQC.

**Tabela 2.2: Índice GQC - Parâmetro presença de estruturas de retenção: escala de pontuações**

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Ausência de estruturas        | 4 |
| Açude rústico semi-degradado  | 3 |
| Açude rústico bem consolidado | 2 |
| Açude ou barragem de betão    | 1 |

**Tabela 2.3: Índice GQC - Parâmetro estrutura do canal: escala de pontuações**

|                                                    |   |
|----------------------------------------------------|---|
| $W/D < 7$ , não ocorre inundação das margens       | 4 |
| $8 < W/D < 15$ , inundação nas margens rara        | 3 |
| $15 < W/D < 25$ , inundação frequente das margens  | 2 |
| $W/D > 25$ , inundação muito frequente nas margens | 1 |

Em que:

W- média da largura do leito molhado

D- média da profundidade máxima obtida

**Tabela 2.4: Índice GQC - Parâmetro sedimentos e estabilidade do canal: escala de pontuações**

|                                                                                            |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ausência de alargamento do canal ou de acumulações de materiais transportados; canal único | 4 |
| Algumas acumulações de materiais transportados; canal único                                | 3 |
| Línguas de cascalho, areia e limo, o leito de cheia apresenta canais independentes         | 2 |
| Canal dividido em múltiplas línguas de areia e limo (ou rio canalizado)                    | 1 |

**Tabela 2.5: Índice GQC - Parâmetro estrutura das margens: escala de pontuações**

|                                                                                                                         |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Margens estáveis com vegetação ripária contínua e estruturalmente complexa<br>(árvores e arbustos) sem sinais de erosão | 4 |
| Margens estáveis mas com vegetação ripária fragmentada, alguns regos<br>desprovidos de vegetação                        | 3 |
| Margens pouco consolidadas mantidas por uma vegetação esparsa de herbáceas<br>e arbustos                                | 2 |
| Margens com vegetação muito escassa e uniforme, rebaixadas pela erosão ao<br>longo do troço                             | 1 |

**Tabela 2.6: Índice GQC - Parâmetro alteração artificial das margens: escala de pontuações**

|                                                                                                                                                               |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Ausência quase completa de alteração artificial das margens                                                                                                   | 4 |
| Uma das margens apresenta alterações moderadas (e.g.. enrocamentos ><br>30% do comprimento do troço)                                                          | 3 |
| Ambas as margens apresentam alterações moderadas (e.g. enrocamentos ><br>30%), ou uma delas está alterada significativamente (e.g. linearização da<br>margem) | 2 |
| Idêntico ao anterior, mas com a estrutura de protecção da margem de betão<br>armado ou ciclópico                                                              | 1 |

**Tabela 2.7: Índice GQC - Parâmetro heterogeneidade do canal: escala de pontuações**

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| Canal curvilíneo e sequência lótica/lêntica muito marcada  | 4 |
| Canal rectilíneo com reduzida sequência lótica/lêntica     | 3 |
| Velocidade praticamente constante ao longo de todo o troço | 2 |
| Zona lêntica artificial ou rio canalizado                  | 1 |

Quando ao parâmetro “Estrutura do leito”, é necessário definir previamente a tipologia do leito, de acordo com a tabela 2.8, para posteriormente aplicar as tabelas correspondentes (tabelas 2.9 a 2.11).

**Tabela 2.8: Índice GQC - Tipologia e estrutura do leito**

|        |                                                                                                                                 |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo 1 | Troços encaixados, normalmente de cabeceira e com muita rocha, baixa<br>potencialidade de suportar um extenso bosque ribeirinho |
| Tipo 2 | Troços com desníveis médios das margens, potencialidade intermédia para<br>suportar um bosque ribeirinho, “zonas médias do rio” |
| Tipo 3 | Troços com desníveis das margens muito pouco acentuados, potencialidade<br>elevada para suportar um bosque ribeirinho           |

**Tabela 2.9: Índice GQC - Parâmetro estrutura do leito para troços do Tipo 1 (troço em que predomina a erosão): escala de pontuações**

|                                                                     |   |
|---------------------------------------------------------------------|---|
| > 50% do material é constituído por granulometria > 25cm (blocos)   | 8 |
| > 50% do material é constituído por granulometria > 6,5 cm (pedra)  | 6 |
| > 50% do material é constituído por granulometria > 2,0 cm (saibro) | 3 |
| Predomina a areia e o limo (>50%)                                   | 1 |

**Tabela 2.10: Índice GQC - Parâmetro estrutura do leito para troços do Tipo 2 (troço em que predomina o transporte): escala de pontuações**

|                                                                 |   |
|-----------------------------------------------------------------|---|
| > 50% do material é constituído por blocos e pedras (> 6,5 cm)  | 8 |
| 50% do material é constituído por pedra ou superior (> 6,5 cm)  | 6 |
| > 25% do material é de dimensões superiores a cascalho > 1,5 cm | 3 |
| O material grosseiro (>1,5cm) é inferior a 10%                  | 1 |

**Tabela 2.11 Índice GQC - Parâmetro estrutura do leito para troços do Tipo 3 (troço em que predomina a sedimentação): escala de pontuações**

|                                                                                                                                  |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| > 50% do material é constituído dimensões superiores a areia grosseria (> 0,5 cm)                                                | 8 |
| 30-50% do material é constituído por dimensões superiores a areia grosseria (> 0,5 cm) e o resto é formado por limo e areia fina | 6 |
| > 30% do material é constituído por dimensões superiores a areia grosseria (0,5cm) e o resto é formado por limo e areia fina     | 3 |
| O leito é exclusivamente de limo e areia fina (<0,125cm)                                                                         | 1 |

**Tabela 2.12: Índice GQC - Parâmetro deposição de finos intersticiais: escala de pontuações**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| A percentagem de finos é <5%       | 4 |
| A percentagem de finos é de 5-25%  | 3 |
| A percentagem de finos é de 25-50% | 2 |
| A percentagem de finos é >50%      | 1 |

Para os rios tipo 1 os finos consideram-se <0,5 cm

Para os rios tipo 2 e 3 os finos consideram-se <0,125 cm

### 2.5.2.2 Análise de Risco da Agência de Água Catalã (ACA, 2006)

Segundo a Agência de Água Catalã (ACA), a análise do risco é feita primordialmente pela identificação das pressões e dos impactos relativos a essas pressões. Deve entender-se como pressão, a actividade ou acção antropogénica que pode repercutir-se sobre o estado dos sistemas aquáticos. A metodologia de análise risco da ACA define quatro categorias de risco de incumprimento (RI) a partir das pressões, a saber:

1. Alterações morfológicas
2. Alteração do regime de caudais
3. Uso do solo nas margens
4. Fontes de poluição

Neste caso, as estruturas hidráulicas foram consideradas como grandes fontes da pressão sobre o sistema aquático. De entre os critérios da análise de risco da ACA (2006), foram seleccionados aqueles que se relacionam directamente com as estruturas hidráulicas, estando patentes na tabela 2.13.

**Tabela 2.13: Análise de risco da ACA: Categorias de risco de incumprimento (RI) devido à presença de estruturas hidráulicas**

| Categoria de risco                | Risco de incumprimento                  |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. Alterações morfológicas        | Represas e açudes                       |
|                                   | Desvio para mini-hídricas               |
| 2. Alteração do regime de caudais | Regularização por Barragens             |
|                                   | Captações de água Internas <sup>1</sup> |

Assim, para medir o potencial risco, analisam-se as pressões considerando a correspondente magnitude, a susceptibilidade do meio e ainda objectivos máximos (para cada pressão). No momento de definir um objectivo, a metodologia da ACA considera a estabilidade do ecossistema fluvial em contraposição a cada tipo de pressão, assim como a capacidade de recuperação, ou resiliência do ecossistema.

- *Risco de incumprimento por represas e açudes, (RI<sub>PRA</sub>)*

O valor numérico do objectivo (obj) fixado pela metodologia da ACA é de 0,5 (máximo), que corresponde à existência de uma infra-estrutura por cada 2 km de curso fluvial. A expressão de cálculo do RI<sub>PRA</sub> está patente na equação 2.1.

$$RI_{PRA} = \frac{1}{obj} \times \frac{n^{\circ} de represas e açudes no troço em estudo}{comprimento do troço} \quad (Eq. 2.1)$$

<sup>1</sup> Captações associadas a barragens e açudes

- *Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas, ( $RI_{MH}$ )*

A expressão de cálculo do  $RI_{MH}$  é dada pela equação 2.2.

$$RI_{MH} = \frac{1}{obj} \times \sum \frac{CE}{RN - CC} \quad (\text{Eq. 2.2})$$

em que,

CE = Caudal ecológico

RN = Caudal afluente natural

CC = Caudal de concessão à mini-hídrica

Objectivo=12 (fixado pela metodologia)

- *Risco de incumprimento por regularização por barragens, ( $RI_{RB}$ )*

A expressão de cálculo do  $RI_{RB}$  é dada pela equação 2.3.

$$RI_{RB} = \frac{1}{obj} \times \frac{Volume}{RN} \quad (\text{Eq. 2.3})$$

em que:

Volume = Capacidade de armazenamento da barragem (para o NPA)

RN = Caudal afluente natural anual

Objectivo=0,5 (fixado pelo metodologia)

- *Risco de incumprimento por captações, ( $RI_C$ )*

A expressão de cálculo do  $RI_C$  é dada pela equação 2.4.

$$RI_C = \frac{CE}{RN(50) - CC} \quad (\text{Eq. 2.4})$$

em que:

CE = Caudal Ecológico

RN (50) = Caudal em regime natural que circula em 50% dos dias do ano

CC = Caudal de concessão (volume total captado)

Objectivo=1 (fixado pela metodologia)

As diferentes pressões são assim avaliadas, quantitativamente, através do quociente entre o parâmetro em análise e o comprimento total do troço, a área da bacia ou o caudal em regime natural que circula em pelo menos em 50% dos dias do ano. Estas categorias são equivalentes às utilizadas na análise de impactos, permitindo chegar ao risco de incumprimento, que advém da

combinação entre a análise de pressões e a análise de impactos. Para cada tipo de pressão considerada, pode ser determinada a categoria de risco segundo a classificação da tabela 2.14.

**Tabela 2.14: Classificação do risco de incumprimento que as pressões podem potenciar (ACA, 2007).**

| Amplitude numérica | Categoria do risco |
|--------------------|--------------------|
| $\leq 0,8$         | Nulo               |
| 0,8 - 1,2          | Baixo              |
| 1,2 - 2            | Médio              |
| $\geq 2$           | Alto               |

No anexo A6 está presente a ficha de campo relativa a análise de risco da ACA.

### 2.5.2.3 Riparian Quality Index (Tánago, 2006)

Segundo Tánago (2006), o “Riparian Quality Index” (RQI) constitui uma ferramenta muito útil no contexto da DQA, servindo para a caracterização do estado ecológico dos rios, para a identificação dos problemas existentes, para a formulação de estratégias de gestão, visando a sua recuperação e restauração e para a avaliação, com critérios quantitativos, das acções efectuadas.

O índice RQI aplica-se em troços ou segmentos fluviais, com um comprimento variável desde que se mantenha uma certa homogeneidade dos atributos considerados.

São considerados sete atributos de fácil reconhecimento visual:

- Continuidade longitudinal da vegetação “lenhosa”;
- Largura do espaço ripário ocupado pela vegetação associada ao rio;
- Composição e estrutura da vegetação ripária;
- Regeneração natural das principais espécies lenhosas;
- Condição das margens;
- Conectividade transversal do leito e a largura de inundação (leito de cheia)
- Conectividade vertical através da permeabilidade e/ ou grau de alteração dos materiais e o relevo dos solos ripários.

Cada atributo ripário é classificado de forma independente, segundo as tabelas de aplicação do índice. Os atributos relativos à estrutura do rio são caracterizados em cada margem separadamente, já que as condições podem ser muito diferentes (largura do espaço ripário com vegetação; composição e estrutura da vegetação ripária, condição das margens) com diferentes causas de degradação e alternativas de reabilitação. Os atributos relativos ao funcionamento dinâmico dos rios são caracterizados de forma conjunta em ambas as margens, considerando que as funções ripárias podem ser asseguradas por uma só margem (ex: regeneração natural), visto

que a forma natural poderá ser obtida a partir de uma ou outra margem (segundo o traçado e a dinâmica do leito).

Os sub-índices a determinar foram adaptados à problemática das estruturas hidráulicas e seus efeitos na galeria ripária. As tabelas 2.15 a 2.21 mostram a classificação do estado ecológico do ecossistema ripário segundo cada um dos atributos em que a última linha de cada quadro corresponde às pontuações relativas a cada um dos estados.

**Tabela 2.15: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a continuidade longitudinal da vegetação ripária natural (extracto arbóreo e arbustivo)**

| Estado Ótimo                                                                                                                  | Estado Bom                                                                                                                                                                                                              | Estado Regular                                                                                                                                                                                                               | Estado Mau                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mais de 75% da longitude do espaço ripário contem vegetação arbórea ou arbustiva associada ao rio, formando um corredor denso | A vegetação arbustiva associada ao rio aparece distribuída em bosques que cobrem entre 50% e 75% da longitude do espaço ripário, ou que cobre mais de 75% da longitude do espaço ripário, formando um corredor aclarado | A vegetação arbórea e arbustiva associada ao rio aparece distribuída em bosques que cobrem entre 50 e 75% da longitude do espaço ripário, ou cobre mais de 75% da longitude do espaço ripário, formando um corredor aclarado | A vegetação arbórea e arbustiva refere-se a raízes isoladas ou pequenos grupos de 1 a 3 elementos com menos de 25% de cobertura de vegetação lenhosa; ou não existe, permanecendo só as comunidades de herbáceas |
| 12 11 10                                                                                                                      | 9 8 7                                                                                                                                                                                                                   | 6 5 4                                                                                                                                                                                                                        | 3 2 1                                                                                                                                                                                                            |

**Tabela 2.16: RQI: Classificação do estado ecológico segundo as dimensões em largura do espaço ripário com vegetação natural associada ao rio**

| Estado Ótimo                                                                          | Estado Bom                                                                              | Estado Regular                                                                          | Estado Mau                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| > 5 m, ou uma fileira com vegetação densa (cobertura superior a 75%) associada ao rio | Ao menos uma fileira com vegetação aberta (cobertura entre 75% e 50%), associada ao rio | Ao menos uma fileira com vegetação dispersa (cobertura inferior a 50%) associada ao rio | Sem fileira de vegetação associada ao rio |
| 12 11 10                                                                              | 9 8 7                                                                                   | 6 5 4                                                                                   | 3 2 1                                     |

Tabela 2.17: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a composição e estrutura da vegetação ripária

| Estado Ótimo                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Estado Bom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Estado Regular                                                                                                                                                                                                                                                                      | Estado Mau                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bosques de galeria fechados ou soutos arbustivos muito densos > 2,5 m de altura, sem espécies alóctones, com bosque formado por varias espécies de arbustos ou dominado por herbáceas rupícolas, com escassas silvas (< 30%). Ou vegetação climatófila em estado natural ou muito pouco interferido. | Bosques de galeria ou soutos arbustivos mais ou menos densos e > 2,5 m de altura, com abundância de silvas (> 30%), presença moderada de espécies alóctones (poucos indivíduos isolados), e/ou dominância de herbáceas nitrófilas ou com estratos sub-arbóreos pobres (estrato herbáceo em pequenas manchas, com arbustos ocasionais). | Formações arbóreas ou arbustivas abertas ou < 2,5 m, com abundância de silvas (>30%) e/ou de espécies introduzidas (numerosos indivíduos de uma ou varias espécies) e/ou dominância de herbáceas nitrófilas. ou vegetação climatofila bastante modificada por actuações antrópicas. | Vegetação herbácea dominante ou silvas, no máximo com árvores e/ou arbustos dispersos. Alinhamentos de choupos plantados ou de árvores introduzidas, carriçais alóctones. |
| 12 11 10                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 9 8 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6 5 4                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3 2 1                                                                                                                                                                     |

Tabela 2.18: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a regeneração natural da vegetação ripária (estrato arbóreo e arbustivo)

| Estado Ótimo                                                                                                                                                                                   | Estado Bom                                                                                                                                                                                                                                             | Estado Regular                                                                            | Estado Mau                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Existem exemplares das principais espécies arbóreas e arbustivas, e os espaços abertos, bancos de cascalho e areias nas margens estão colonizados por plântulas de idades inferiores a 2 anos. | Existem exemplares de diferentes idades das principais espécies lenhosas, e nos espaços abertos observam-se exemplares mais jovens, ao menos de arbustos. Regeneração natural levemente ameaçada por actividades agrícolas ou de regulação de caudais. | Regeneração natural moderadamente afectada por práticas agrícolas e regulação de caudais. | Só se observam raízes maduras ou adultas, com muito escassa ou nula presença dos elementos jovens. Regeneração natural severamente afectada por práticas agrícolas ou por regulação de caudais. Abundância de raízes arbóreas secas. |
| 12 11 10                                                                                                                                                                                       | 9 8 7                                                                                                                                                                                                                                                  | 6 5 4                                                                                     | 3 2 1                                                                                                                                                                                                                                |

Tabela 2.19: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a condição das margens

| Estado Ótimo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Estado Bom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Estado Regular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Estado Mau                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mais de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrófitas ou elementos rochosos, e mais de 50% do solo sem esta vegetação tem cobertura herbácea, e as margens não apresentam sintomas de instabilidade induzida por actividades humanas. Linha de margem irregular e sinuosa, sem sintomas de alteração em ambas as margens. | Mais de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrófitas ou elementos rochosos, e menos de 50% do solo sem esta vegetação tem cobertura herbácea alternando com solo desnudo, ou as margens apresentam sintomas de instabilidade leve induzida por actividades humanas. Linha de margens irregular e sinuosa, sem alterações ao menos numa das margens. | Menos de 50% do contorno da lâmina de água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrófitas ou elementos rochosos e mais de 50% do solo restante tem vegetação herbácea, alternando com solo desnudo, ou as margens apresentam sintomas de instabilidade leve ou moderada, causada por actividades humanas. Margens rectificadas, muito pouco sinuosas, consequência de obras de canalização sem estruturas rígidas. | Menos de 50% do contorno da lâmina e água em leito de cheia está em contacto com vegetação lenhosa, macrófitas ou elementos rochosos e menos de 50% do solo restante tem vegetação herbácea, ou as margens apresentam sintomas de erosão moderada a severa originada por actividades humanas. Margens rectificadas, mais ou menos rectas, consequência de obras de canalização com estruturas rígidas. |
| 12 11 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 9 8 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6 5 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3 2 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Tabela 2.20: RQI: Classificação do estado ecológico segundo a conectividade transversal do leito e a largura de inundação (leito de cheia) - a jusante

| Estado Ótimo                                                  | Estado Bom                                             | Estado Regular                                              | Estado Mau                                                |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Margens de muito baixa altura comparado com o nível do leito. | Margens algo sobrelevadas comparadas o nível do leito. | Margens bastante sobrelevadas comparadas ao nível do leito. | Margens muito sobrelevadas comparadas com o leito do rio. |
| 12 11 10                                                      | 9 8 7                                                  | 6 5 4                                                       | 3 2 1                                                     |

**Tabela 2.21: Classificação do estado ecológico segundo a permeabilidade e grau de alteração do relevo e solo ripário**

| Estado Ótimo                                                                                                                                                                                          | Estado Bom                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Estado Regular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Estado Mau                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O solo dos rios não apresenta sintomas de compactação nem selado (impermeabilização), e mantém-se em boas condições de infiltração e permeabilidade no seu perfil. Ausência de escavações e recheios. | Nos rios observam-se pequenos espaços compactados pela passagem de gado, veículos, actividades recreativas, etc. pouco intensos, e não existem sintomas de erosão superficial ou encharcamentos. Solos dos rios com cultivos agrícolas ou florestais. Escavações ausentes ou muito pouco intensas. O relevo dos rios apresenta um grau de alteração ligeira. | Os rios apresentam caminhos ou espaços contínuos muito compactos ou selados que ocupam mais de 20% da sua superfície, que dificultam a infiltração e regeneração da vegetação natural. Foram introduzidos materiais alóctones (escombros, resíduos sólidos, etc.). Ou o relevo dos rios apresenta um grau de alteração moderado por extracções, ou por depósito de terras procedentes do recheio de inundação. | Os solos dos rios estão compactados ou selados em mais de 20% da sua superfície, comprometendo severamente a infiltração das águas. Ou o perfil do solo foi alterado severamente na sua composição granulométrica. As extracções ou os movimentos de terras modificaram severamente o relevo natural. |
| 12 11 10                                                                                                                                                                                              | 9 8 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6 5 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3 2 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

O RQI obtém-se através do somatório das pontuações obtidas para cada atributo. O valor do índice oscila entre os 10 e 120 pontos, este último correspondente ao melhor estado de conservação, e o 10 relativo ao estado mais degradado. A conversão do valor do RQI em termos de estado do troço do rio está presente na tabela 2.22, bem como a descrição da condição ecológica respectiva e estratégias de gestão.

**Tabela 2.22: RQI: Caracterização do estado do troço do rio, descrição da condição ecologia e definição de estratégias de gestão de acordo com as pontuações obtidas (adaptado de Tánago et al. 2006)**

| Estado do troço do rio          | Muito Bom                                                                                                                                                                                                 | Bom                                                                                                                                                                  | Regular                                                                                                                                                                                                | Pobre                                                                                                             | Muito Pobre                                                                                            |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RQI                             | 100-120                                                                                                                                                                                                   | 80-99                                                                                                                                                                | 60-79                                                                                                                                                                                                  | 40-59                                                                                                             | 10-39                                                                                                  |
| Descrição da condição ecológica | O funcionamento dos atributos não se apresenta ameaçado, encontrando-se num estado de elevada naturalidade (máximo três atributos com uma pontuação inferior à óptima, correspondendo a um estado “bom”). | O funcionamento encontra-se ameaçado em pelo menos dois ou três atributos (máximo de três atributos com uma pontuação inferior, correspondente ao estado “regular”). | O funcionamento encontra-se ameaçado em pelo menos dois ou três atributos e o resto está ameaçado de degradação (máximo de três atributos com uma pontuação inferior, correspondente ao estado “mau”). | O funcionamento encontra-se seriamente alterado em mais de três atributos e o resto também se encontra degradado. | O funcionamento do rio está muito degradado em mais de três atributos e o resto está também degradado. |
| Estratégias de gestão           | Grande interesse de conservação para manter o estado actual e prevenir alteração das funções ripárias                                                                                                     | Interesse de protecção para prevenir a alteração e melhorar a integridade das funções ripárias.                                                                      | Necessidade de restauração para assegurar a funcionalidade hidrológica e ecológica.                                                                                                                    | Necessidade de reabilitação e restauração para recuperar a funcionalidade hidrológica e ecológica.                | Necessidade de reabilitação e restauração para reintroduzir a funcionalidade hidrológica e ecológica   |

#### 2.5.2.4 Índices da Confederação Hidrográfica do Douro (CHD, 2010)

A Confederação Hidrográfica do Douro (CHD) é um organismo público Espanhol com competências homólogas às ARH que elaborou um diagnóstico da conectividade longitudinal da parte espanhola da bacia hidrográfica do rio Douro (CHD, 2010) recorrendo aos índices seguidamente desenvolvidos, a saber:

- Índice de permeabilidade
- Índice de compartimentação
- Índice de continuidade longitudinal
- Índice de prioridade de actuação

Foram considerados os índices da CHD devido à clara influência de estruturas transversais na conectividade longitudinal dos rios, tal como demonstrado na secção 2.3.

- *Índice de permeabilidade (CHD, 2010)*

Este índice está intimamente ligado à permeabilidade do obstáculo face à passagem de peixes. A importância de um obstáculo deve ser avaliada pelo número de peixes que não conseguem atravessá-lo, e não pelo número que o atravessam. No caso da migração para fins de reprodução, é importante garantir a passagem de todos os indivíduos que já atingiram a maturidade sexual.

#### *Permeabilidade do obstáculo na subida do rio*

O tamanho dos peixes dentro de uma espécie está directamente relacionado com a sua velocidade de nado e habilidade de salto, mas também com o intervalo de tempo em que é capaz de manter essa velocidade. Todas estas variáveis aumentam com o tamanho dos peixes. Este conceito é de extrema importância pois um obstáculo pode ser superado por alguns indivíduos de grande porte e dar uma falsa impressão de ser aceitável para os de menor porte. As condições fisiológicas do peixe (qualquer doença, stress, reprodução, etc.) podem afectar significativamente a capacidade de ultrapassar obstáculos.

Para vencer um obstáculo, um peixe deve ser capaz de desenvolver uma velocidade de nado suficiente para superar o obstáculo, ou, se não pode ultrapassar por nado, terá que dar um salto alto e longo o suficiente para o superar.

Segundo CHD (2010), os principais parâmetros físicos que influenciam a permeabilidade do obstáculo (+ positivo; - negativo) são:

##### Características geométricas do obstáculo:

- Altura do salto (-)
- Inclinação e distância junto ao coroamento (-)
- Largura do coroamento do obstáculo (-)
- Facilidade em chegar junto do açude (+)
- Presença de mudanças de inclinação (+)

##### Caudal e condições hidrodinâmicas:

- Caudal (+ / -)
- Profundidade junto do obstáculo (+)
- Turbulência e configuração da corrente de jacto (-)
- Altura da lâmina de água acima da estrutura hidráulica (+)
- Velocidade média da corrente (+/-)
- Temperatura da água (+/-)

##### Ajuda para a subida

- Escadas de peixes, canais artificiais, elevadores... (+)

### *Permeabilidade do obstáculo na descida*

Tradicionalmente, tem sido dada mais atenção à permeabilidade do obstáculo na subida em favor da permeabilidade na descida. Para além da migração, também é afectado o movimento de dispersão, o que pode levar ao isolamento das populações e  criação de metapopulações com as consequências indesejáveis relacionadas com os cruzamentos consanguíneos. Segundo CHD (2010), os principais problemas, associados às estruturas hidráulicas, na descida de rios por parte das populações de peixes são a passagem por albufeiras (1), por descarregadores (2) e por captações de gua (3):

1 – Passagem por albufeiras: A corrente desempenha um importante papel orientador do peixe e, em muitos casos, a corrente principal é a do canal de derivação. Enquanto na migração em ascensão, a corrente pode ser aproveitada para dirigir os peixes até à entrada dos dispositivos de passagem, no caso da migração para jusante essa possibilidade desaparece com a albufeira criada como resultado da barreira transversal.

2 - Passagem por descarregadores: Na ausência de dispositivos de passagem para peixes, a passagem pela barreira são pode ser feita por meio de um salto através da superfície livre da água ou por meio de aberturas no corpo do açude. No primeiro caso, durante o salto e respectiva reentrada na água, se a velocidade de impacto do peixe na superfície da água for superior a 16 m/s, independentemente da sua dimensão, pode causar danos ou ferimentos significativos.

3 – Passagem por captações de gua: Durante a migração, os peixes podem passar em diversos tipos de captações de água: centrais eléctricas, moinhos, canais de rega, etc. As grades que muitas vezes são instaladas nos pontos do canal de desvio, geralmente não impedem o acesso a peixes mais jovens, de modo que, sendo esta a zona de velocidade máxima, concentrar a maior parte dos indivíduos.

### *ndice de permeabilidade*

A metodologia proposta por CHD (2010), estabelece três categorias de obstáculos transversais em função da sua permeabilidade tanto para montante como para jusante, e para cada um dos grupos de espécies de peixes considerar:

1.Penetrável: Características da barreira e condições hidrodinâmicas permitem a passagem dos peixes.

2.Variável: a passagem depende muito da existência de condições de caudal muito favoráveis, tanto em relação ao obstáculo, como aos próprios dispositivos de passagem para peixes (escadas, etc.)

3.Impenetrável: A passagem  impossível.

Para facilitar a análise, as espécies devem ser agrupadas de acordo com as suas necessidades de migração e a sua capacidade de superar obstáculos.

Para a avaliação da permeabilidade tanto na subida como na descida, deverão ser determinadas as seguintes dimensões para cada uma das estruturas a estudar:

- h: altura total do açude
- d.l.: distância entre lâminas de água de montante e jusante
- d.c.: distância desde a base até ao coroamento
- p: profundidade junto ao paramento de montante

No anexo A7 está patente a ficha de campo para a avaliação da permeabilidade das estruturas para cada um dos grupos de peixes, tanto na subida como na descida.

Quanto ao valor numérico do índice, atribui-se o valor 10 para o obstáculo Impenetrável, 5 quando é variável (depende das condições de caudal) e 0 no caso de ser penetrável.

O índice de permeabilidade (IP) é definido como o somatório dos valores de permeabilidade para a subida e descida para cada um dos grupos de peixes a considerar.

- *Índice de Compartimentação (CHD,2010)*

Para analisar o grau de compartimentação e fragmentação de um curso de água da bacia hidrográfica, de um corpo de água ou de um troço específico, o índice proposto relaciona-se com o índice médio de permeabilidade ( $\Sigma IP / N$ ) da secção analisada e a distância média entre estruturas ( $L_t/N$ ). Quanto maior o valor do índice, maior o grau de compartimentação do rio.

O Índice de compartimentação (IC) é definido pela equação 2.5:

$$IC = \frac{\frac{\Sigma IP}{N}}{\frac{L_t}{N}} = \frac{\Sigma IP}{L_t} \quad (\text{Eq. 2.5})$$

em que,  $L_t$  é comprimento do trecho a considerar e N é o número de obstáculos existentes.

- *Índice de Continuidade longitudinal (CHD, 2010)*

A continuidade longitudinal de um rio é determinada pela fragmentação do troço do rio e o grau de impacto que esta tem na comunidade de peixes existentes, tornando-se necessário introduzir um novo parâmetro para avaliar o grau de dano, chamado coeficiente de prioridade para as espécies existentes ( $k_i$ ), calculado pela equação 2.6.

Este factor foi desenvolvido a partir do proposto por Pini Prato (2007) para os rios italianos e foi modificado pela CHD para se adequar às características de fauna ibérica.

$$ki = N \times (M_{ov} + V_N)^2 \quad (\text{Eq. 2.6})$$

em que  $N$ ,  $mov$  e  $Vn$  são parâmetros dependentes das características das espécies existentes.

$N$  é um factor multiplicativo que dá prioridade às espécies autóctones da bacia em detrimento das introduzidas e invasoras (Tabela 2.23).

**Tabela 2.23: Coeficiente de prioridade  $ki$ : Factor multiplicativo  $N$  para cada tipo de espécie**

| <b>Tipo de espécie</b> | <b>N</b> |
|------------------------|----------|
| Espécies endémicas     | 1        |
| Espécies introduzidas  | 0,5      |
| Espécies invasoras     | 0        |

O parâmetro  $Mov$  corresponde à mobilidade e capacidade de realizar migrações (Tabela 2.24).

**Tabela 2.24: Coeficiente de prioridade  $ki$ : Parâmetro  $Mov$  para cada tipo de espécie**

| <b>Tipo de espécie</b>                        | <b>Mov</b> |
|-----------------------------------------------|------------|
| Espécies diadromas                            | 5          |
| Espécies com fortes exigências migratórias    | 4          |
| Espécies sem grandes exigências migratórias   | 3          |
| Espécies com movimentos migratórios reduzidos | 2          |
| Espécies eurialinas                           | 1          |

O parâmetro  $Vn$  corresponde à Vulnerabilidade (tabela 2.25) que é função das categorias estabelecidas no *Livro Vermelho dos Vertebrados* do Instituto de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ICNB).

**Tabela 2.25: Coeficiente de prioridade  $ki$ : Parâmetro  $Vn$  para cada tipo de espécie**

| <b>Classificação da espécie</b> | <b>Vn</b> |
|---------------------------------|-----------|
| Em perigo                       | 2         |
| Vulnerável                      | 1,5       |
| Pouco preocupante               | 0,5       |
| Não avaliado                    | 1         |

O Índice de Continuidade Longitudinal (ICL) é função do índice de compartimentação (IC), analisado na presente secção, sendo dado pela equação 2.7.

$$ICL = IC \times \sum ki \quad (\text{Eq. 2.7})$$

Quanto maior o índice de continuidade longitudinal, maior a fragmentação e crescente afectação da estrutura à comunidade de peixes existente.

- *Índice de Prioridade de Actuação (CHD, 2010)*

Para facilitar a tomada de decisão de intervir sobre as estruturas transversais de um troço de um curso de água, foi desenvolvido pela CHD (2010) um índice de prioridade de actuação (IPA), com base no índice de prioridade de Pini Prato (2007), mas considerando 8 factores em vez de 3, com o objectivo de limitar e facilitar a selecção da estrutura sobre a qual actuar.

O índice é obtido pela média ponderada (equação 2.8) dos valores dos oito parâmetros considerados, que são os seguintes:

- Factor Morfológico (M)
- Factor de comunidade de peixes (I)
- Índice de permeabilidade (IP)
- Nível de protecção (P)
- Presença de espécies invasoras (Ei)
- Abandono (A)
- Seca provocada pelo açude (S)
- Seca severa (ES)

$$IPA = \frac{1}{8} \times [(M \times 0,12) + (I \times 0,12) + (IP \times 0,15) + (Ei \times 0,10) + (P \times 0,03) + (A \times 0,08) + (S \times 0,10) + (ES \times 0,10)] \quad (\text{Eq. 2.8})$$

O resultado final atribui um valor a cada obstáculo transversal do troço analisado, sendo considerada prioritária a potencial actuação (remoção da estrutura ou construção de escadas de peixes) naquela a que corresponde um valor mais elevado.

- **Factor Morfológico (M):** Considera o comprimento do troço de rio desobstruído a montante e a jusante da estrutura em análise. O factor morfológico é dado pela equação 2.9, e penaliza os troços que têm menor distância livre de estruturas.

$$M = \frac{L_{montante} + L_{jusante}}{L_t} \times 100 \quad (\text{Eq. 2.9})$$

onde  $L_t$  corresponde ao comprimento total troço a analisar,  $L_{montante}$  corresponde ao comprimento de troço de rio livre de estruturas hidráulicas transversais a montante do açude e  $L_{jusante}$

corresponde ao comprimento de troço de rio livre de estruturas hidráulicas transversais a jusante do açude.

- Factor de comunidade de peixes (I): Este factor é calculado pela equação 2.10 e leva em conta as espécies de peixes presentes no troço junto à estrutura, confrontando-as com as presentes em todo o troço examinado.

$$I = \frac{\sum k_i}{\sum k_t} \times 100 \quad (\text{Eq. 2.10})$$

onde  $k_i$  corresponde ao coeficiente de prioridade para as espécies existentes no tramo do açude em análise e  $k_t$  corresponde ao coeficiente de prioridade para as espécies presentes no rio, tramo, massa de água ou bacia analisados.

- Índice de permeabilidade (IP): Valor do índice definido na presente secção para esse obstáculo.

- Nível de Protecção (P): Considera os critérios para a protecção e gestão preconizados pelas regulamentações ambientais. A CHD considera os domínios: *Espacios protegidos*, *lugares de interés comunitario* - (LIC) e *reserva fluviales*. Foram seleccionados, pelo autor, os Sítios de Interesse Comunitário (SIC) por serem, em Portugal, homólogos aos LIC, as áreas protegidas por serem homologas aos *espacios protegidos*, tendo se excluído as reservas fluviais devido à inexistência desse domínio de protecção a nível nacional. O factor P é dado pela equação 2.11 em que  $F_{\text{áreas protegidas}}$  corresponde ao factor de áreas protegidas e  $F_{\text{SIC}}$  corresponde ao factor de Sítios de Interesse Comunitário. A tabela 2.26 mostra o valor a adoptar para os referidos factores no cálculo do parâmetro P.

$$P = F_{\text{áreas protegidas}} + F_{\text{SIC}} \quad (\text{Eq. 2.11})$$

Tabela 2.26: IPA: Factor de áreas protegidas e factor de sítios de interesse comunitário

|                               |    |                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $F_{\text{áreas protegidas}}$ | 50 | Se o trecho onde está situada a estrutura é considerado área protegida. (Parque nacional, parque natural, reserva natural, paisagem protegida ou monumento natural) a) |
|                               | 0  | Se o local onde está situado o trecho não tem estatuto de protecção                                                                                                    |
| $F_{\text{SIC}}$              | 50 | Se o trecho onde está situada a estrutura está classificado como <i>sítio de interesse comunitário</i> a)                                                              |
|                               | 0  | Se o local onde está situado o trecho não está classificado como <i>sítio de interesse comunitário</i>                                                                 |

a) segundo o decreto lei 142/2008 de 24 de Julho que estabelece o regime jurídico da conservação da natureza e da biodiversidade

- Presença de espécies invasoras (Ei): Este factor dá prioridade aos troços que não têm espécies invasoras. Pode acontecer que algumas estruturas transversais devam permanecer como barreiras para a expansão destas espécies.

Assim, Ei toma o valor de:

100, se o tramo do açude não tem espécies invasoras;

0, se o tramo do açude tem espécies invasoras.

- Abandono (A): Este factor dá prioridade de actuação às estruturas abandonadas ou com o contrato de concessão expirado. Assim, A toma o valor de:

100, se a estrutura está abandonada, a concessão expirou ou está em sem função;

0, se não está abandonado.

- Seca provocada pelo açude (S): Este factor penaliza estruturas que esgotam o fluxo de circulação para jusante numa dada época do ano. Assim, S toma o valor de:

100, se a estrutura de retenção provoca falta de escoamento a jusante numa dada época do ano

0, caso contrário

- Seca severa (ES): Este factor dá prioridade de acção no curso do rio que não sofra secas severas. Assim *ES* toma o valor de:

0, se o trecho do rio atingiu, algures no tempo, seca severa ao ponto de secar o leito

100, caso contrário.

#### 2.5.2.5 Indicadores propostos pela associação HJHC (2002)

O estudo elaborado pela associação HCHJ (2002) integra os direitos económicos, ambientais, e os resultados sociais da remoção de barragens e foi realizado sob os termos de um acordo de projecto comum entre o HCHJ, a “Federal Emergency Management Agency”, o “Electric Power Research Institute” e outros *stakeholders*.

De entre os critérios e indicadores chave propostos por HCHJ (2002), para tomar decisões acerca da remoção de barragens, foram seleccionados pelo autor os presentes na tabela 2.27, tendo sido excluídos os que estabelecem redundância com os índices analisados nas secções anteriores. Os indicadores presentes na tabela 2.27 foram seleccionados tendo em conta a perspectiva futura de utilização da metodologia por parte da ARH do Norte I.P., assim, seleccionaram-se indicadores e índices passíveis de ser aplicados ao território português e cujos dados de base estivessem disponíveis nesse instituto público. A vontade expressa pela ARH do Norte I.P é que a metodologia seja de fácil e rápida aplicação para que os processos de decisão não sejam demorados e inconcebíveis, assim, tomaram parte na tabela 2.27, indicadores que respeitem esse pressuposto.

Tabela 2.27: Indicadores chave para a decisão de remover barragens (HCHJ, 2002)

| Tipo de critério | Critério                     | Indicador                                              |
|------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Físicos          | Sedimentos a jusante         | -Passagem de sedimentos anual                          |
|                  | Geomorfologia de Montante    | -Taxa de sedimentação e de armazenamento de sedimentos |
|                  |                              | -Distância até à qual há deposição                     |
|                  |                              | -Área sujeita a inundação                              |
| Químicos         | Qualidade da água a montante | -Turvação                                              |
|                  |                              | -Níveis de oxigénio dissolvido                         |
|                  |                              | -pH                                                    |

Continuação da tabela 2.27

|            |                                        |                                                                                      |
|------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Económicos | Serviços económicos da estrutura       | -Lucro gerado para o proprietário da estrutura                                       |
|            |                                        | -Custos de re-licenciamento                                                          |
|            |                                        | -Custos de manutenção                                                                |
|            |                                        | -Custos operacionais                                                                 |
| Económicos | Economia regional                      | -Custos de modernização                                                              |
|            |                                        | -Custos de remoção                                                                   |
|            |                                        | -Valor da água para abastecimento urbano e industrial                                |
|            |                                        | -Valor da água para rega                                                             |
| Sociais    | Protecção e segurança                  | -Valor para a protecção contra as cheias                                             |
|            |                                        | - Valor para a produção hidroeléctrica                                               |
|            |                                        | - Valor para as actividades de recreação (desportos náuticos, natação, pesca, praia) |
|            |                                        | -Valor para a produção de energia mecânica                                           |
| Culturais  | Valor Cultural e Estético da estrutura | -Número de empregos                                                                  |
|            |                                        | -Segurança e protecção da estrutura                                                  |
|            |                                        | -Potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas                     |
|            |                                        | -Implicações da remoção da estrutura, para jusante                                   |
| Culturais  | Outras considerações socioculturais    | -Percepção de segurança da estrutura                                                 |
|            |                                        | -Valor histórico e estético da albufeira                                             |
|            |                                        | -Valor histórico e estético do trecho livre                                          |
|            |                                        | -Valores religiosos associados ao rio e à sua paisagem                               |
| Culturais  | Outras considerações socioculturais    | -Valor histórico da estrutura                                                        |
|            |                                        | -Soberania e direitos dos locais                                                     |
|            |                                        | -Direitos ambientais                                                                 |
|            |                                        | e de justiça de populações minoritárias                                              |
| Culturais  | Outras considerações socioculturais    | -Direitos das gerações futuras                                                       |
|            |                                        | -Direitos dos animais                                                                |

Uma vez conhecidos os aspectos que são necessários considerar, torna-se importante definir categorias de classificação dos indicadores para se poder proceder à sua avaliação.

*Critérios químicos -Turvação*

A turvação ou turbidez de uma água traduz-se na dificuldade que ela apresenta na transmissão da luz. Esta dificuldade deve-se à presença de materiais coloidais ou materiais insolúveis em suspensão, os quais existem principalmente nas águas superficiais. A turvação não deverá ser confundida com coloração, uma vez que uma água de coloração escura pode não estar turva. A turvação pode ser provocada por erosão do solo ou distúrbios de sedimentos no fundo de um rio. Numa albufeira, os sedimentos ricos em material relativamente fino (silte) podem criar correntes de turvação a partir do ponto de entrada do caudal. Os sedimentos mais finos (argila) ficam em suspensão na água e instalam-se na albufeira provocando também um aumento da turvação. A classificação da albufeira segundo a turvação está patente na tabela 2.28. O anexo A3 mostra a metodologia de determinação da turvação que é expressa em Nefelometric *Turbidity* Unity (NTU).

**Tabela 2.28:Classificação da albufeira segundo a turvação**

| Turvação (NTU) | Classificação |
|----------------|---------------|
| 0              | Excelente     |
| >0 a 40        | Bom           |
| >40 a 10       | Razoável      |
| >100           | Fraco         |

*Critérios químicos - Níveis de oxigénio dissolvido na albufeira*

A depleção do oxigénio numa albufeira ocorre porque a vegetação é inundada e os processos de decomposição consomem grandes valores de oxigénio dissolvido na água (McCully, 1996). Eventualmente, um novo equilíbrio pode ser alcançado, mas geralmente a quantidade de oxigénio dissolvido é sempre menor do que a encontrada no trecho livre anterior à barragem, em que não há cessação de injeção de oxigénio através de turbulência. Em albufeiras de elevada profundidade, a estratificação pode criar condições anaeróbias. Caso essas massas de água sejam libertadas para áreas a jusante, a água que flui é pobre em oxigénio. A falta de oxigénio dissolvido pode levar também, em condições extremas, à eutrofização da albufeira devido à proliferação de cianobactérias. Para avaliação da albufeira segundo os níveis de oxigénio dissolvido propõe-se a classificação da tabela 2.29 proposta pelo INAG para avaliação da qualidade da água para usos múltiplos. O anexo A3 mostra a metodologia de determinação do oxigénio dissolvido numa albufeira que é expresso em percentagem de saturação.

**Tabela 2.29: Classificação da albufeira segundo os níveis de oxigénio dissolvido (INAG, 2002)**

| Oxigénio Dissolvido<br>(% Saturação) | Classificação |
|--------------------------------------|---------------|
| $\geq 90$                            | Excelente     |
| 89 - 70                              | Boa           |
| 69 - 50                              | Razoável      |
| 49 - 30                              | Má            |
| $< 30$                               | Muito má      |

*Critérios químicos - pH*

Podem ocorrer alterações da acidez na albufeira devido à evaporação de superfície de lagos artificiais. A evaporação remove parte da água, provocando um aumento das concentrações de sólidos dissolvidos, o que aumenta a alcalinidade ou pH. O sólido dissolvido mais comum é o sal cloreto de sódio. Este fenómeno pode provocar um aumento da salinidade para as plantas aquáticas, animais e vegetação ripária. A manutenção de espécies nativas é, portanto, mais difícil quando se cria uma barragem e consequente albufeira.

Em qualquer caso, as características do fluxo corrente do rio têm uma influência directa nas concentrações de sólidos dissolvidos (Webb e Walling, 1996). As alterações do fluxo do rio provocadas por estruturas hidráulicas de retenção podem provocar alterações de pH a jusante e a montante mesmo que não haja aumento da salinidade nas albufeiras.

Para avaliação da albufeira segundo o pH propõe-se a classificação da tabela 2.30 proposta pelo INAG para avaliação da qualidade da água para usos múltiplos. O anexo A3 mostra a metodologia de determinação do pH que é expresso na escala de Sorensen.

**Tabela 2.30: Classificação da qualidade química da água em função do pH (INAG)**

| pH (escala de Sorensen) | Classificação |
|-------------------------|---------------|
| 6.5 - 8.5               | Excelente     |
| 5.5 - 9.0               | Boa           |
| 5.0 - 10.               | Razoável      |
| 4.5 - 11                | Má            |

*Critérios Económicos – Viabilidade económica*

A viabilidade económica de estrutura é avaliada pela confrontação entre o valor dos serviços prestados pela estrutura (a favor da permanência) e os custos associados à sua existência (a favor da remoção) tal como mostra a tabela 2.31.

Tabela 2.31: Indicadores económicos a favor e contra a remoção da estrutura

| A favor da remoção         | A favor da permanência                                                             |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Custos operacionais        | Valor da água para abastecimento urbano e industrial                               |
| Custos de re-licenciamento | Valor da água para rega                                                            |
| Custos de modernização     | Valor para produção hidroelétrica                                                  |
| Custos de manutenção       | Valor da protecção contra as cheias                                                |
|                            | Valor para as actividades de recreação (desportos náuticos, natação, pesca, praia) |
|                            | Valor para produção de energia mecânica                                            |

Assume-se, assim, um critério geral da sustentabilidade e viabilidade económica da estrutura de acordo com uma análise custo-benefício patente na tabela 2.32. No caso de uma estrutura não estar a fornecer qualquer tipo de serviço, na actualidade, mas estar em decurso um projecto de reabilitação da estrutura, os novos valores de serviços da estrutura e custos associados devem ser tidos em conta como valores/custos potenciais.

No caso de uma estrutura estar a fornecer um serviço que não corresponde a um rendimento directo, toma-se como valor do serviço, o valor a pagar caso o serviço tivesse de ser comprado (e.g. no caso de um açude que preste um serviço de rega, o valor desse serviço corresponde ao valor a pagar caso a água tivesse de ser comprada à rede pública de água).

Os valores da tabela 2.31, a determinar, deverão ser calculados numa base anual, para que o valor seja representativo de todo o ano hidrológico. Na tabela 2.32 está patente o critério de decisão segundo a viabilidade económica da estrutura.

Tabela 2.32: Critério de decisão segundo a viabilidade económica da estrutura e respectiva classificação

| Critério                                                                                         | Classificação                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Somatório do valor dos serviços da estrutura superior ao somatório dos custos a favor da remoção | Estrutura economicamente sustentável (Lucro anual actual/potencial)      |
| Somatório dos custos a favor da remoção supera o somatório do valor dos serviços da estrutura    | Estrutura economicamente insustentável (Prejuízo anual actual/potencial) |

A avaliação dos custos de qualquer investimento a realizar deve ser feita de forma anualizada de acordo com a equação 2.12, em que, a *taxa de juro* representa o custo de utilização do dinheiro acordada com o credor e o *nº de anos de amortização* corresponde ao tempo durante o qual, o empréstimo é amortizado junto do credor.

$$Custo\ anualizado = \frac{Custo\ de\ Investimento \times Taxa\ de\ juro}{1 - (1 + Taxa\ de\ juro)^{-n^\circ\ Anos\ de\ amortiza\c{c}{\~{o}}}} \quad (Eq.\ 2.12)$$

Alguns dos serviços da estrutura, como a energia hidroelétrica, podem ser vendidos nos mercados existentes, a preços mensuráveis. Os custos de remoção da estrutura, também podem ser quantificados. Neste caso, a informação sobre o valor de mão-de-obra, materiais, máquinas, etc. podem ser quantificados.

No entanto, alguns dos serviços não são bens de mercado e não podem ser avaliados utilizando os dados de mercado. Neste campo encontram-se os aspectos relacionados com os serviços de recreação, rega, abastecimento de água e protecção contra cheias.

Existem métodos para avaliação de custos não mercantis, em que Freeman (1993) é um padrão de referência. No campo dos recursos hídricos, vários métodos têm sido amplamente usados: o método do custo da viagem (Travel Cost Method), o método de avaliação contingente (Contingent Valuation Method) e o método de Referendo Contingente (Contingent Referendum Method).

- Método do custo da viagem: Alguns serviços prestados por estruturas hidráulicas, como a recreação, só podem ser utilizados in situ. Ninguém pode usar estes serviços, sem viajar para o local. Mesmo que não seja cobrado qualquer direito de usufruto recreativo, os usuários têm de arcar com os custos de viagem. A aplicação deste método geralmente envolve a contagem do número de automóveis em locais de recreação, bem como entrevistas a uma amostra de visitantes. Certos aspectos do método parecem ser controversos, tais como a suposição habitual que a única finalidade da viagem é para visitar o local.

- Método de avaliação contingente: Neste método é feita a seguinte pergunta ao entrevistado: "Quanto estaria disposto a pagar por aquele bem?". A pesquisa também inclui perguntas sobre os atributos pessoais (idade, sexo, habilitações, etc.) que são usados para extrapolar a amostra.

- Método de referendo contingente: Este método é semelhante ao anterior, no entanto a questão tem a forma de: "Pagaria \_\_\_ euros, sim ou não?" Esta é uma pergunta fácil de responder e evita alguns tipos de preconceitos, mas o método requer uma maior amostra útil para produzir resultados.

#### *Critérios económicos – Custos de remoção*

Numa análise custo-benefício convencional define-se como alternativas a acção e a não-acção, através da comparação entre todos os benefícios e efeitos adversos. No caso de uma estrutura hidráulica existente, em que a sua condição se deteriorou e a insegurança é uma realidade, a não-acção não pode ser uma alternativa.

Assim, um tipo diferente de caso de referência deve ser especificado. Por exemplo, nos casos em que se pode presumir que os benefícios monetários da remoção (eliminação de custos de reabilitação e de custos de operação de manutenção) são superiores aos custos monetários da remoção, os custos de remoção pesam positivamente na decisão de remoção.

Na verdade, a remoção de uma estrutura pode ajudar na realização dos objectivos da política de qualidade da água e melhorar o habitat e a disponibilidade de espécies de peixe. Na tabela 2.33 está patente o critério de decisão segundo os custos de remoção.

**Tabela 2.33: Critério de decisão segundo os custos de remoção e respectiva classificação**

| Critério                                                             | Classificação |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Custos de remoção > custos operacionais, de manutenção e de restauro | Permanência   |
| Custos de remoção < custos operacionais, de manutenção e de restauro | Remoção       |

O presente indicador, para além de avaliar os custos de remoção, é igualmente um bom indicador da eficiência da estrutura através da consideração dos custos de operação e manutenção.

#### *Critérios económicos - Número de empregos*

Para além das questões da economia da estrutura em si, é necessário também considerar a sua importância para a economia local, sendo, o número de empregos, um bom indicador a esse nível. A tabela 2.34 mostra a o critério de decisão segundo o nº de empregos gerados.

**Tabela 2.34: Critério de decisão segundo o nº de empregos gerados e respectiva classificação**

| Critério                                                                                | Classificação                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| A estrutura é uma fonte de empregos para a economia regional (>50 empregos)             | Favorece a economia regional     |
| A estrutura não constitui uma fonte de empregos para a economia regional (<50 empregos) | Não favorece a economia regional |

A ficha de campo relativa aos aspectos económicos bem como o método de avaliação contingente para custos não mercantis está patente no anexo A9.

#### *Critérios sociais*

A perspectiva predominante no uso dos recursos do ambiente, incluindo os rios e a água, tem sido no sentido da exploração para o desenvolvimento económico. A perspectiva que considera a natureza como existente para servir a humanidade tornou-se um princípio orientador na utilização dos recursos naturais que levou à alteração do meio ambiente para aumentar a riqueza e conforto das pessoas. A segurança e protecção são questões importantes na consideração da remoção de estruturas hidráulicas. As roturas de barragens podem inundar áreas a jusante com resultados desastrosos. Estruturas instaladas há 50 ou 100 anos atrás, a um custo moderado, exigem agora

investimentos substanciais no reforço da segurança. No campo social, os indicadores propostos por HJHC (2002) deverão ser avaliados de acordo com a tabela 2.35.

**Tabela 2.35: Classificação dos aspectos sociais a considerar**

|                                                                 | A favor da permanência           | A favor da remoção                         |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| Segurança e protecção da estrutura                              | Existe plano de segurança        | Não existe plano de segurança              |
| Potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas | Não há potencial para acidentes  | Há potencial para acidentes<br>Não existem |
| Implicações da remoção da estrutura, para jusante               | Existem implicações para jusante | implicações para jusante                   |
| Percepção de segurança da estrutura                             | Estrutura segura                 | Estrutura insegura                         |

A segurança e protecção da estrutura estão intimamente ligadas com a presença/ausência de plano de segurança da mesma. O potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas está associado a estruturas com elevado estado de degradação em que se perspectiva uma queda parcial do açude. A análise baseia-se no estado de degradação da estrutura ou em vestígios de anteriores acidentes. As principais implicações sociais da remoção da estrutura são as inundações de habitações, terrenos agrícolas, industriais e florestais. Este parâmetro é avaliado através da constatação de existência de terrenos deste cariz no leito de cheia a jusante da estrutura. A percepção de segurança da estrutura é avaliada através de uma análise visual do estado da estrutura em termos de consolidação da obra de retenção. Em açudes de muito baixa altura, poder-se-á vislumbrar uma falta de consolidação da estrutura ainda que não haja potencial para acidentes pois a sua ruptura não irá ter efeitos significativos.

#### *Critérios culturais*

As decisões de remoção de uma estrutura hidráulica envolvem questões culturais, que frequentemente podem ser controversas. Algumas destas questões relacionam-se com a estética visual, a recreação e a preservação cultural e histórica e/ou a melhoria do estado ecológico do rio.

A melhoria do estado ecológico de um rio, na maioria das vezes, é pensada como um conceito de ambiente, no entanto, tem dimensões sociais e humanas. Os valores culturais são considerações importantes na decisão de remover as estruturas, porque a sociedade em geral paga os custos, não só em termos monetários, quando fundos públicos estão envolvidos, mas também em termos de estilos de vida vividos pelos moradores da área. O aspecto geral do rio depois de uma remoção pode ser importante para os moradores locais por razões puramente estéticas.

A estética do local é modificada com a remoção de uma estrutura e consequentemente pode haver um choque de valores. Alguns interessados podem enfatizar o seu desejo em ver novamente o trecho livre, enquanto outros podem advertir contra a perda de uma estrutura historicamente significativa. Por outro lado, a drenagem de uma albufeira pode restaurar uma paisagem histórica. Os valores culturais associados aos componentes da paisagem natural e humana são susceptíveis de serem importantes nas discussões relacionadas com a remoção de uma estrutura hidráulica. Os direitos de utilização da água, valores de propriedade, direitos dos locais e a manutenção da capacidade de armazenamento também são susceptíveis de ser problema, como também, a melhoria da qualidade da água e criação de oportunidades recreativas.

Em suma, quanto aos aspectos culturais, há que ter em conta o valor histórico e estético do trecho livre, em confronto com o valor histórico e estético da estrutura, de acordo com o critério sintetizado na tabela 2.36. A ficha de campo relativa a este parâmetro está patente no anexo A11 e deve reflectir a opinião de proprietários, habitantes locais e autarquias.

**Tabela 2.36: Critério de decisão segundo o valor histórico e estético da estrutura**

| <b>Critério</b>                                                                                                    | <b>Classificação</b>                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| O Valor histórico e estético da albufeira ou da estrutura é superior ao Valor histórico e estético do trecho livre | Estrutura tem valor cultural ou estético                                                |
| O Valor histórico e estético do trecho livre é superior ao valor histórico e estético da albufeira ou da estrutura | Trecho livre tem valor cultural/estético ou a estrutura não tem valor cultural/estético |

Na área sociocultural, importa considerar outros aspectos, tais como: a soberania e direitos dos locais, os direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias, os direitos das gerações futuras e os direitos dos animais.

As considerações socioculturais relacionadas com a soberania dos locais estão intimamente relacionadas com os direitos não mercantis dos utilizadores da estrutura, quando não existe título de utilização de recursos hídricos. Normalmente, estão associados a estruturas centenárias, salvaguardando-se assim, os direitos do proprietário e dos habitantes locais, de continuar a desfrutar da existência da estrutura. Esta consideração está associada ao dano provocado pela perda de património.

Os direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias estão relacionados com a influência quer positiva, quer negativa, que a estrutura possa provocar no quotidiano dos habitantes locais aos níveis ambiental e social.

As gerações futuras são salvaguardadas pela consideração dos direitos das gerações vindouras a um ambiente de vida humano sadio e ecologicamente equilibrado ou o acesso a património cultural deixado pelos antepassados.

Os direitos dos animais, nomeadamente as espécies piscícolas migradoras são considerados numa perspectiva da sua reabilitação com a finalidade do reforço de actividades socioculturais associadas a populações ribeirinhas, nomeadamente, a pesca.

Para avaliação dos critérios físicos da associação HJHC (2002) propõe-se uma metodologia a definir na secção 2.5.2.6.

### 2.5.2.6 Nível de assoreamento (baseado no método de Acker & White)

Nesta secção será desenvolvido o *Nível de assoreamento* como forma de agregar num único índice, os indicadores físicos relacionados com a geomorfologia de montante e a passagem de sedimentos propostos pela associação HJHC (2002).

Maia (2009) refere a perda de capacidade de armazenamento, a diminuição da protecção de cheias a jusante, os riscos de obstrução das tomadas de água, a entrada de sedimentos no equipamento hidroeléctrico, as alterações na qualidade da água, erosão e a degradação do rio a jusante como problemas resultantes da retenção dos sedimentos.

O nível de assoreamento é definido pela equação 2.13 e corresponde à perda de volume útil de uma albufeira em resultado da deposição de sedimentos.

$$\text{Nível de assoreamento} = 1 - \frac{\text{capacidade da albufeira na data da observação}}{\text{capacidade inicial da albufeira}} \quad (\text{Eq. 2.13})$$

A metodologia aqui proposta baseia-se na determinação do caudal sólido total através do método de Acker & White descrito em Acker & White (1973). O caudal sólido é dado pelo produto do caudal líquido pela concentração volúmica de sólidos. Os autores desenvolveram os coeficientes usados no método presentes na tabela 2.37 através de experiências em laboratório.

**Tabela 2.37: Coeficientes usados no método de Acker & White (Acker & White, 1973)**

| Coeficiente | $d > 60$ $d > 2,5\text{mm}$ | $1,0 < d_* \leq 60$                              | $d_* < 1$ $d < 0,04$ |
|-------------|-----------------------------|--------------------------------------------------|----------------------|
| $n_w$       | 0,0                         | $(1 - 0,56 \log d_*)$                            | 1,0                  |
| $m_w$       | 1,50                        | $(9,66/d_*) + 1,34$                              |                      |
| $A_w$       | 0,17                        | $(0,23/\sqrt{d_*}) + 0,14$                       |                      |
| $c_w$       | 0,025                       | $\log c_w = 2,86 \log d_* - (\log d_*)^2 - 3,53$ |                      |

Todos os coeficientes  $c_w$ ,  $m_w$ ,  $n$  e  $A_w$  são determinados com base e em função do diâmetro adimensional da partícula,  $d_*$  que, por sua vez, é dado pela equação 2.14.

$$d_* = d \left[ (s_s - 1) \frac{g}{\nu^2} \right]^{1/3} \quad (\text{Eq. 2.14})$$

em que:

$\nu$  - viscosidade cinemática da água.

$S_s$  - densidade do material sólido ( $\rho_s/\rho$ )

$\rho$  - Massa específica da água

$\rho_s$  - Massa específica do material sólido

A expressão de Acker & White que permite calcular a concentração volúmica de sólidos ( $C_s$ ) é dada pela equação 2.15.

$$C_s = G_{gr} \frac{d_{35}}{h_m} \left( \frac{U}{u_*} \right)^{n_w} \quad (\text{Eq. 2.15})$$

onde

$d_n$  - diâmetro das partículas, expresso em m, correspondente ao percentil indicado (n).

Corresponde ao diâmetro característico do sedimento ( $d_{35}$ ).

$U$  – velocidade média

$h_m$ - profundidade média

$u^*$  representa a velocidade de atrito junto ao fundo (m/s).

Com base em considerações hidráulicas e de análise dimensional, Acker & White (1973) definiram os seguintes parâmetros:

- O parâmetro de transporte de sedimentos ( $G_{gr}$ ) que é calculado pela equação 2.16.

$$G_{gr} = C_w \left( \frac{F_{gr}}{A_w} - 1 \right)^{m_w} \quad (\text{Eq. 2.16})$$

- O parâmetro de mobilidade ( $F_{gr}$ ) que é dado pela equação 2.17:

$$F_{gr} = \frac{u_*^{n_w}}{\sqrt{(s_s - 1)g d_{35}}} \left[ \frac{U}{\sqrt{32} \log (10h_m/d_{35})} \right]^{(1-n_w)} \quad (\text{Eq. 2.17})$$

A abordagem utilizada passa pela determinação do caudal sólido total que, uma vez estimada a percentagem de retenção, permite determinar o volume anual retido.

Uma vez conhecida a capacidade inicial da albufeira, a integração do volume anual retido em ordem ao tempo de exploração<sup>2</sup> permite obter o volume de sedimentos acumulados (que

<sup>2</sup> Para os casos em que já ocorreu limpeza dos sedimentos da albufeira, o tempo de exploração tem início na data da limpeza em vez da data de final de construção.

corresponde à perda de volume útil da albufeira). Consequentemente, por diferença entre a capacidade inicial da albufeira e o volume de sedimentos acumulados obtém-se a capacidade da albufeira na data da observação. Assim, são determinados os 2 parâmetros da equação 2.13 que permite determinar o nível de assoreamento. A ficha de campo relativa à determinação do nível de assoreamento está patente no anexo A2.

Importa referir que a finalidade da análise passa pela avaliação da qualidade geomorfológica da albufeira. Tendo em conta os efeitos da retenção de sedimentos no ecossistema fluvial foram definidas 5 categorias de assoreamento da albufeira descritas na tabela 2.38.

**Tabela 2.38: Categorias de classificação do assoreamento da albufeira**

| Nível de Assoreamento (%) | Classificação              |
|---------------------------|----------------------------|
| 0                         | Assoreamento Nulo          |
| 0-25                      | Assoreamento Baixo         |
| 25-50                     | Assoreamento Médio         |
| 50-75                     | Assoreamento Elevado       |
| >75                       | Assoreamento Muito Elevado |

#### **2.5.2.7 Classificação da bacia hidrográfica (com base na estratégia da ARH, 2010)**

Apesar da importância da existência de indicadores de pequena escala que avaliam a influência da estrutura no ecossistema local, torna-se necessário o estabelecimento de indicadores à escala macro que classificam a bacia hidrográfica segundo as suas potencialidades para suportar aproveitamentos ou para se constituir em reserva ecológica natural. Tomou-se como base para a classificação, a estratégia da ARH (2010): *Conservação da natureza e restauro da biodiversidade em articulação com a valorização energética da rede hidrográfica: Elementos para a definição da estratégia da ARH do Norte, I.P* que classifica os troços e bacias da rede hidrográfica de acordo com o seu potencial para valorização energética ou para se constituir numa espaço de protecção e conservação fluvial.

Assim, surgem os seguintes programas de suporte à estratégia:

- Programa para a conservação e reserva natural fluvial (CONSERVAR)
- Programa para o restauro do estado natural de rios (RESTAURAR)
- Programa para a valorização energética de rios (VALENER)

No caso da bacia em estudo estar inserida no programa de conservação ou restauro, constata-se ser prioritária a remoção de estruturas hidráulicas no contexto da permanência ou restituição dos serviços de ecossistema, devolvendo as condições de qualidade ecológica e geohidromorfológica às unidades hidrográficas. No caso de a bacia em estudo estar inserida no programa de valorização energética, deverá se optar pela permanência de estruturas hidráulicas que contribuam ou possam contribuir para a estratégia nacional para a energia, tal como mostra a tabela 2.39.

**Tabela 2.39: Classificação da bacia segundo a sua aptidão para conservação, restauro ou valorização energética**

| Localização da Estrutura Hidráulica                   | Classificação da bacia                   |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Programa para a conservação e reserva natural fluvial | Bacia favorável à Conservação            |
| Programa para o restauro do estado natural de rios    | Bacia favorável ao Restauro              |
| Programa para a valorização energética de rios        | Bacia favorável à Valorização energética |

Uma vez que a presença de infra-estruturas hidráulicas em locais do programa de conservação é tendencialmente proibida, nos casos em que a estrutura se localize numa destas áreas, o peso relativo correspondente a este critério, na tomada de decisão, deverá sofrer um acréscimo.

## 2.6 Casos de estudo

Apesar da temática da remoção de estruturas hidráulicas ser ainda um tema novo e até tabu para muitas instituições, já tiveram lugar remoções planeadas estando já descrito e demonstrado em bibliografia da especialidade, razões para a demolição, o seu planeamento e os efeitos positivos no meio fluvial, economia e sociedade. Nesta secção são apresentados casos de sucesso de demolições de barragens e benefícios associados observados, como também, casos onde se está a ponderar a remoção, apresentando-se as razões para tal consideração. Tomou-se exemplos dos EUA devido à grande quantidade de bibliografia disponível neste campo, tomando-se também exemplos de Espanha devido a notórias semelhanças no ecossistema (fauna e flora Ibérica) e também devido ao facto de estarem, tal como Portugal, a aplicar a remoção para atingir os objectivos preconizados pela DQA.

Assim, na presente secção são apresentados os seguintes casos:

- Barragem de Matilija (Califórnia, EUA) (USDIBR, 2000)
- Barragem de Newport (Vermont, USA) (AR, 1999)
- Barragem de Sandstone (Minnesota, EUA) (AR, 1999)
- Barragem de Cerro Alarcón (Madrid, Espanha) (Marchamalo et al, 2002)
- Barragem de Palombera (Cantábria, Espanha) (Marchamalo et al, 2002)
- Barragem de Agrio (Sevilha, Espanha) (Marchamalo et al., 2002)

### 2.6.1 Barragem de Matilija (Califórnia, EUA) (USDIBR, 2000)

O caso da barragem de Matijila apresentado é de especial interesse, pois é uma grande barragem, localizada num clima e ecossistema mediterrâneo, cuja demolição foi determinada num processo colaborativo entre todos os intervenientes.

Dados da barragem:

- Localizada no Rio Ventura, 60 km a norte de Los Angeles
- Construção: 1947
- Altura: 58 m
- Comprimento do coroamento: 189 m
- Capacidade inicial: 8,63 hm<sup>3</sup>
- Objectivo Original: Remediar a escassez de água sofrida pela bacia do Ventura a partir dos anos 20
- Reparada em 1965 devido à deterioração por meio de uma reacção de agregados alcalinos.
- Contém 4.587.330 m<sup>3</sup> de sedimentos. A ausência de sedimentação natural está a provocar o desaparecimento das praias da costa.
- A actual capacidade da albufeira é de cerca de 5% do inicialmente previsto.
- Afecta negativamente a população de trutas migratórias, que foram declaradas como espécies em perigo de extinção em 1997.
- Foi decidido por unanimidade a desmantelar.

No processo de decisão de remoção foi criado um Comité Técnico para estudar as alternativas possíveis, representando os níveis: federal, estadual e local. Foram estudados simultaneamente os impactos ambientais, os benefícios associados à demolição e um projecto de demonstração/avaliação da situação. O principal dilema foi a finalidade a dar aos 4,59 hm<sup>3</sup> de sedimentos.

As alternativas estudadas foram:

- 1) O transporte dos sedimentos:
  - 1A) a montante e estabilização
  - 1B) a jusante: duas opções (camião / tubagem)
- 2) O transporte natural e progressivo
- 3) Combinação de 1) e 2)
- 4) Desmantelamento total numa fase
- 5) Construção de escadas de peixe sem demolição
- 6) Nenhuma acção

Numa primeira análise foram rejeitadas as opções 3, 4, 5 e 6, de modo que foram consideradas as duas primeiras que são comparadas na tabela 2.40.

**Tabela 2.40: Comparação de Custo e tempo das alternativas a estudar no caso da Barragem de Matilija (adaptado de USDIBR, 2000)**

| Alternativa   | Custo (US\$) | Tempo (anos) |
|---------------|--------------|--------------|
| 1A            | 69 000       | 2            |
| 1B (Camião)   | 144 000      | 5            |
| 1BB (Tubagem) | 179 000      | 4            |
| 2             | 22 000       | 25           |

A tabela 2.41 mostra os efeitos e impactos das alternativas estudadas para a barragem de Matilija.

**Tabela 2.41: Efeitos e impactos das alternativas de desactivação da barragem de Matilija (adaptado de USDIBR, 2000)**

| Alternativa    | Sedimentos nas praias | Risco de inundação | Efeitos no tráfego | Impacto na qualidade do ar |
|----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| 1 <sup>a</sup> | Baixo                 | Baixo              | Baixo              | Baixo                      |
| 1B             | -                     | Baixo              | Alto               | Alto                       |
| 1BB            | Médio                 | Baixo              | Médio              | Médio                      |
| 2              | Alto                  | Alto               | Baixo              | Baixo                      |

Do Exemplo de Matilija destacam-se os seguintes aspectos:

- Participação de todas as agências envolvidas no plano local, estadual e federal.
- Avaliação prévia da barragem.
- Decisão unânime de a remover.
- Estudo da questão das alternativas de desmantelamento, incluindo o custo, tempo e condições ambientais e sociais.

### 2.6.2 Barragem de Newport (Vermont, EUA) (AR, 1999)

Segundo a associação American Rivers (AR, 1999), a remoção da barragem de Newport trouxe os seguintes benefícios:

- Melhoria do habitat dos peixes migradores
- Reforço das oportunidades de lazer
- Melhoria da qualidade da água
- Redução de custos

A barragem foi construída em 1957 para produzir electricidade. Na sequência de um acordo com o proprietário da barragem, em 1996, uma explosão controlada quebrou a estrutura, re-conectando o rio e permitindo que os peixes circulem livremente pela primeira vez em 40 anos.

Antes da construção de Newport, o rio Clyde era um lugar predilecto de pesca de salmão de rio.

- *O impacto ambiental antes da Remoção*

Os 19 pés de altura e 90 pés de comprimento da barragem tinham uma capacidade de apenas 1,8 MW. A impossibilidade da passagem de peixes e os inadequados fluxos de sedimentos na barragem fez com que a pesca acabasse por praticamente desaparecer.

- *O processo de decisão*

Na década de 1980, o novo licenciamento exigido proporcionou uma nova oportunidade para os conservacionistas pressionarem as entidades competentes no sentido da remoção. As organizações não-governamentais e as agências federais e estaduais entram como partes interessadas no processo de licenciamento com a finalidade de proteger os interesses do Rio Clyde e assegurar uma decisão justa de licenciamento final. Em 1994, as chuvas da primavera e o degelo, juntamente com a erosão devido a erros de construção, eliminou uma das extremidades da barragem. Na sequência deste facto, a Federal Energy Regulatory Commission (FERC) aprovou um plano para reparar e reforçar a barragem. Conservacionistas recorreram da decisão da FERC, tendo sido o processo interrompido através da acção da Agência Americana de Protecção do Ambiente (USEPA).

Em Junho de 1996, a FERC publicou o seu parecer final, em que a "alternativa recomendada" foi a remoção da barragem. O estudo de impacto ambiental constatou que a remoção da barragem traria benefícios significativos para os recursos locais, incluindo a pesca do salmão e da truta prateada. O relatório, teve em conta que havia outras barragens em projecto e observou que a alternativa recomendada "proporcionaria o equilíbrio entre a utilização hidroeléctrica e os benefícios ambientais".

Após a decisão, todas as partes envolvidas no novo licenciamento, incluindo o proprietário da barragem concordou com a remoção. Mediante o acordo, todo o trabalho de remoção deveria ser concluído antes da migração do salmão. Em 28 de Agosto de 1996, uma explosão controlada desmantelou a barragem e os detritos foram removidos mecanicamente. Pouco depois da remoção, os fluxos foram restaurados, uma pesquisa revelou 17 salmões do litoral Atlântico num trecho de 170 metros do rio Clyde que tinha sido seca desde 1957.

### **2.6.3 Barragem de Sandstone (Minnesota, EUA) (AR, 1999)**

Segundo a associação American Rivers (AR, 1999), a remoção da barragem de Sandstone trouxe os seguintes benefícios:

- Melhoria do habitat dos peixes migradores
- Melhoria das oportunidades de recreação

- Eliminação do perigo de segurança pública
- Melhoria da estética do local
- Redução de custos

No momento da sua remoção, a barragem estava obsoleta há mais de 30 anos e constituía um perigo para a segurança pública devido à sua deterioração.

Em 1995, o Departamento dos Recursos Naturais (DNR) do Minnesota, decidiu retirar a estrutura do rio Kettle. A remoção da Barragem, não só forneceu benefícios recreativos e estéticos, pelo re-aparecimento de um trecho de rápidos e uma cascata, como também restaurou o habitat para inúmeras espécies de peixes, incluindo o esturjão.

- *O impacto ambiental antes da remoção*

Em 1908, a Kettle River Power Company construiu a Barragem, que era de 20 pés de altura e 150 pés de comprimento, para fornecer energia para as pedreiras locais. Em 1923, a barragem foi vendida à companhia Minnesota Power & Light, que operou a central, até 1963, quando o custo de produção de energia no local tornou-se muito caro.

A barragem ficava localizada a cerca de três milhas a jusante de um dos trechos de rápidos do Minnesota. A albufeira criada pela barragem estendia-se até cerca de duas milhas a montante do local da barragem e inundou os trechos rápidos e também uma cachoeira de 6 a 8 pés. Antes da construção da barragem, o local era bastante utilizado para piqueniques, devido a uma cachoeira e trechos de rápidos, mas a albufeira criada pela barragem eliminou a actividade recreativa. A barragem era também um perigo para a segurança, especialmente para os barqueiros e pescadores. Em 1986, ceifou a vida de um pescador que caiu da mesma e afogou-se. A barragem de Sandstone foi um grande obstáculo para a pesca pois bloqueou as rotas migratórias do esturjão e de outras espécies. A barragem impedia o acesso do esturjão ao habitat de alta qualidade de reprodução, localizado a montante da barragem.

A barragem de Sandstone estava num estado degradado e teve que ser removida.

- *Processo de decisão*

Em 1980, houve um renovado interesse na renovação da barragem para produzir energia eléctrica, mas as estimativas de custo inviabilizaram a solução. O custo para reabilitação da barragem foi estimado em mais de 1 000.000 dólares. A estimativa para o custo de remoção foi significativamente menor (300.000 dólares) e o custo real da remoção foi ainda menor (208.000 dólares). Devido aos muitos impactos da barragem, o DNR do Minnesota concluiu que a retirada da barragem iria aumentar a diversidade de habitats e dentro de alguns anos as populações de peixes a montante aumentariam em qualidade e quantidade. Antes da remoção de qualquer barragem, o DNR do Minnesota envolve o público em geral no processo de tomada de decisão. O objectivo da agência é atingir um consenso sobre qual a acção é a mais adequada não só para o ecossistema do rio, mas também para a comunidade envolvente. Alguns moradores opuseram-se

à retirada da barragem, mas não houve oposição organizada e, de facto, a maioria das pessoas estava de acordo com a decisão do DNR do Minnesota de remover da barragem.

O local a montante da antiga barragem é muito pouco desenvolvido, não havendo agricultura ou indústria, assim, a DNR Minnesota não esperava encontrar tóxicos nos sedimentos.

A barragem foi removida utilizando uma bola de demolição, uma britadeira e uma retroescavadora. A maioria dos detritos da remoção foi utilizada para estabilizar as vertentes, sendo que os restantes foram retirados do local num camião para um vazadouro adequado.

Alguns sedimentos que se tinham acumulado na barragem, acabaram por descer o rio, resultando na erosão de um terreno de um latifundiário. A DNR do Minnesota compensou monetariamente o particular pelos danos causados à sua terra. Além disso, a remoção eliminou algumas zonas húmidas criadas a montante, mas o DNR do Minnesota sentiu que os benefícios da remoção da barragem superaram em muito, qualquer aspecto negativo.

Desde a queda da barragem de Sandstone, o esturjão do lago e todos os peixes nativos do rio, cuja rota migratória fora bloqueada por mais de 87 anos, têm agora acesso a todo o comprimento do rio. A remoção da barragem também revelou um trecho de rápidos e uma cachoeira que havia sido coberta há mais de 87 anos. A canoagem de águas bravas foi reforçada, tendo sido criadas oportunidades de recreação. Além disso, a diferença estética entre o trecho do rio Kettle antes e depois da remoção é notória e tem sido apelidada de *surpreendente*.

#### **2.6.4 Barragem de Cerro Alarcón (Madrid, Espanha) (Marchamalo et al., 2002)**

A situação da barragem de Cerro Alarcón era a seguinte:

- Situada num rio sobre substrato detrítico arenoso (rio Perales)
- Finalidade da regulação: Lazer
- Altura: 22 metros
- Comprimento do coroamento: 132 metros
- Volume de armazenamento original: 1 hm<sup>3</sup>
- A qualidade da água está deteriorada (sem zonas de banho)
- Afecta a migração da Boga-de-boca-arqueada (*lemmingii Rutilus*), espécie ameaçada de extinção.

Cerro Alarcón é um exemplo de barragem cujo valor actual deve ser revisto, para concluir quanto à viabilidade da sua manutenção e se há opções de minimização do impacto associado caso se opte pela remodelação.

A Figura 2.3 mostra o impacto da barragem sobre o perfil longitudinal e populações de peixes, especialmente a *lemmingii Rutilus*, cuja distribuição está limitada às águas a jusante da barragem.

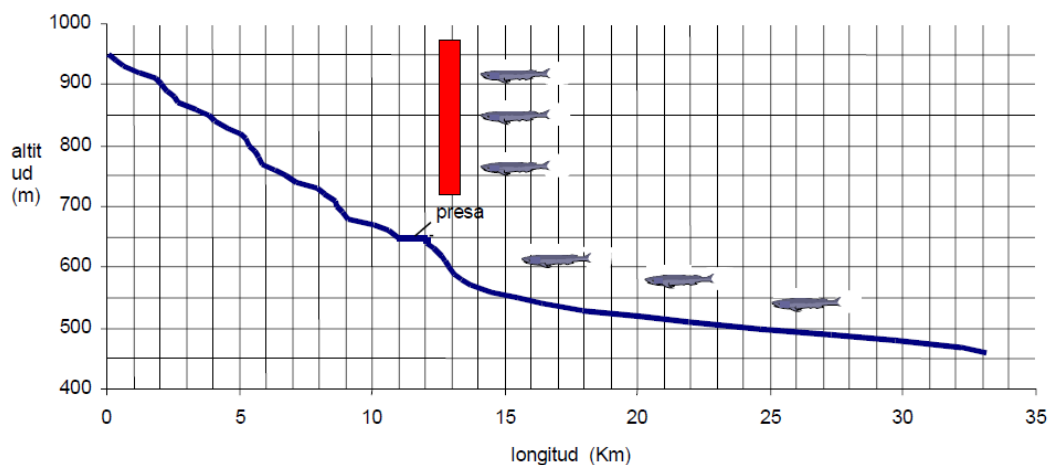


**Figura 2.3: Efeito da barragem de Cerro Alarcón no perfil longitudinal das populaes piscícolas (Marchamalo et al.,2002)**

Em Espanha, muitas das licenças de explorao estão a caducar e  necessário proceder à avaliao da viabilidade ambiental, económica e social das estruturas.

### **2.6.5 Barragem de Palombera (Cantábria, Espanha) (Marchamalo et al.,2002)**

As características da estrutura são as seguintes:

- Implantada no rio Nansa
- Finalidade da regulao: Produo de energia eléctrica
- Altura: 25 m
- Comprimento do coroamento: 74 m
- Volume Original: 2 hm<sup>3</sup>

A barragem de Palombera não tem dispositivos de passagem de peixes, afectando muito negativamente as populaes de salmão do Atlântico (*Salmo salar*) no Rio nansa, antigo santuário da espécie.

 necessário rever a barragem, pesando a utilidade fornecida contra os impactos que provoca na região, como foi mencionado sobre a populao de salmão do Atlântico, um recurso importante na área, cuja presença é reduzida anualmente pelo efeito das actividades humanas.

### 2.6.6 Barragem de Agrio (Sevilha, Espanha) (Marchamalo et al., 2002)

O Rio Agrio é famoso pelo desastre associado a um tanque de resíduos mineiros, localizado no seu leito, que desestabilizou a região do rio Guadiamar onde desagua o rio Agrio, com importantes consequências para o ambiente do Parque Nacional de Doñana. Abaixo estão as principais características da barragem e situação actual:

- Finalidade da regulação: Abastecimento de água para usos industriais
- Altura: 45 m
- Comprimento do coroamento: 235 m
- Volume original: 39 hm<sup>3</sup>

Actualmente, não há qualquer utilidade que justifique a barragem, pois a mineira *Boliden* declarou falência e já não necessita da água proveniente da albufeira. A área também sofre sérios riscos de contaminação em caso de ruptura da barragem. O rompimento do corredor de fauna de Guadiamar é outro efeito significativo da barragem que deve ser considerado em análise.

## 2.7 Conclusão

Hoje pode-se fazer uma análise objectiva dos custos ecológicos e económicos que as estruturas hidráulicas produzem contra os benefícios que trazem, como o controle de enchentes, abastecimento de água, energia hidroeléctrica, rega, etc. Algumas das estruturas não têm proprietário de modo que a responsabilidade pelo que acontece com elas e os seus efeitos está, em Portugal, directamente sobre as ARH.

A eliminação é a mais rentável, no caso das estruturas danificadas ou abandonadas uma vez que, na maioria dos casos, os custos de remoção são menores do que os custos de restauro.

Actualmente, a remoção de estruturas hidráulicas que perderam a sua função é considerado um dos instrumentos mais eficazes para a recuperação da qualidade ecológica de um rio a médio e longo prazo e está a ser realizado de modo sistemático em muitos países que estão mais avançados nestas questões. Talvez o exemplo mais paradigmático seja o dos EUA que eliminaram centenas delas, incluindo as grandes barragens, e onde estão a fazer grandes progressos na qualidade ecológica das águas. Em Espanha, muitas das licenças de exploração estão a caducar e é necessário proceder à avaliação da viabilidade ambiental, económica e social das estruturas.

Há muitos pequenos açudes obsoletos, sem uso actual e que comprometem a continuidade dos rios e as suas comunidades biológicas. Assim, urge o desmantelamento, a fim de alcançar a melhoria do estado ecológico dos rios preconizada pela Directiva Quadro da Água.



## Capítulo 3

# Proposta de metodologia para avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas

A proposta de metodologia para avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas apresentada no presente capítulo segue as etapas fundamentais propostas por HJHC (2002) na secção 2.4.

### 3.1 Informações gerais

Antes de avaliar os prós e contras específicos de remoção de uma estrutura hidráulica de um rio, algumas informações básicas devem ser recolhidas para fornecer o contexto para a avaliação da estrutura e informação para o processo de tomada de decisão, nomeadamente a etapa de definição de objectivos. Assim, devem ser consideradas as seguintes questões:

- Para que serviço(s) foi a estrutura projectada, ou posteriormente alterada (para fornecer energia mecânica, hidroeléctrica, controle de cheias, abastecimento de água, recreação, rega, ou navegação)
- O serviço (s) ou o(s) benefício(s) que a estrutura fornece hoje?
- Em que ano foi construída a estrutura? Em que ano se levaram a cabo reparações significativas e / ou reconstrução?
- De que materiais é constituída a estrutura?
- Quem é o proprietário/concessionário da estrutura?
- Qual o organismo público que tem autoridade reguladora?
- Existe um potencial dos sedimentos retidos a montante da estrutura estarem contaminados?
- Existem planos de gestão de bacia publicados para o rio?

- Objectivo de base subjacente solicitado para análise de remoção da estrutura.
- Quem tem uma participação na decisão sobre o futuro da estrutura?

### 3.2 Definição das metas e objectivos

Nesta fase do estudo devem ser considerados os objectivos associados aos serviços para os quais a estrutura foi construída em contraponto com os objectivos que, porventura, não estejam a ser cumpridos devido à presença da estrutura. A tabela 3.1 sintetiza o tipo de objectivos a considerar.

**Tabela 3.1: Objectivos a considerar no processo de decisão.**

| Objectivos da estrutura | Objectivos que não estão a ser cumpridos devido à estrutura |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Energia eléctrica       | Segurança                                                   |
| Abastecimento de água   | Preocupações de Responsabilidade dos proprietários          |
| Força hidráulica        | Recreação                                                   |
| Rega                    | Restauro do local                                           |
| Controle de enchentes   | Restauro do ecossistema                                     |
| Reserva para fogos      | Qualidade da água                                           |
| Recreação               |                                                             |

Para cada uma das estruturas hidráulicas, torna-se necessário definir as metas e objectivos numa perspectiva de avaliar a necessidade de uma potencial remoção.

### 3.3 Identificação dos critérios a considerar

Após a revisão bibliográfica, propõe-se os seguintes tipos de critérios a considerar na decisão de remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água:

- Ambientais (físicos, químicos e ecológicos)
- Económicos
- Sociais
- Culturais

Uma vez que a associação HJHC (2002) é a que apresenta uma listagem mais exaustiva de critérios, tomou-se a tabela 2.27 como base da matriz final de critérios. Na tabela referida, a associação toma diferentes critérios. Para elaboração da matriz final de critérios (tabela 3.2), alocou-se os indicadores e índices de outros autores nos tipos de critérios já definidos devido ao facto do indicador ou índice medir o aspecto que o critério pretende avaliar. Não obstante, existem indicadores e índices que não se enquadram em nenhum dos tipos criados por HJHC (2002). Nesse sentido definiu-se o critério *segmentação da rede do rio* para albergar os

indicadores e índices relacionados com o fraccionamento do rio devido a estruturas transversais e a sua influência na comunidade piscícola. O tipo de critério *ecossistemas ribeirinhos* foi criado no sentido de acolher o índice GQC e o RQI que avaliam a influência de estruturas hidráulicas na galeria ripícola. Também foi definido o tipo de critério *ecossistemas aquáticos* para receber os indicadores relacionados com a influência de estruturas hidráulicas no meio aquático devido ao efeito barreira criado pela estrutura transversal e consequente alteração do regime de caudais. O índice de prioridade de actuação e a classificação da bacia são indicativos que não cobrem exclusivamente um tipo de critério, assim, foi criado um novo tipo designado, daqui em diante, de multi-critério.

Em suma, propõe-se os seguintes tipos de critérios:

- Segmentação da rede do rio
- Geomorfologia de montante
- Qualidade da água a montante
- Ecossistemas ribeirinhos
- Ecossistemas aquáticos
- Serviços económicos da estrutura
- Economia regional
- Protecção e segurança
- Valor Cultural e Estético da estrutura
- Multi-critério

Tabela 3.2: Matriz de Critérios de decisão para remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água

| Tipo de critério | Critério                     | Indicador/índice                                                                                                                                            |
|------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Físicos          | Segmentação da rede do rio   | -Risco de incumprimento por represas e açudes (ACA, 2006).<br>-Índice de compartimentação (CHD, 2010);<br>-Índice de Continuidade longitudinal (CHD, 2010); |
|                  | Geomorfologia de montante    | -Nível de assoreamento (baseado no método de Acker & White)<br>-Risco de incumprimento por regularização por Barragens (ACA, 2006).                         |
| Químicos         | Qualidade da água a montante | -Turvação*<br>-Níveis de oxigénio dissolvido*<br>-pH*                                                                                                       |
| Ecológicos       | Ecossistemas ribeirinhos     | -Riparian Quality Index – RQI (Tánago, 2006)<br>-Índice do grau de qualidade do canal (GQC) (Cortes et al., 1999)                                           |

Continuação da tabela 3.2

|                |                                                                         |                                                                                                                                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | Ecosistemas aquáticos                                                   | -Índice de permeabilidade (CHD, 2010);<br>-Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas (ACA, 2006).<br>-Risco de incumprimento por Captações (ACA, 2006).                             |
| Económicos     | Serviços económicos da estrutura                                        | - Viabilidade Económica*<br>-Custos de Remoção*                                                                                                                                                           |
|                | Economia regional                                                       | -Número de empregos*                                                                                                                                                                                      |
| Sociais        | Protecção e segurança                                                   | -Segurança e protecção da estrutura*<br>-Potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas*<br>-Implicações da remoção da estrutura, para jusante*<br>-Percepção de segurança da estrutura* |
|                |                                                                         |                                                                                                                                                                                                           |
| Culturais      | Valor Cultural e Estético da estrutura                                  | - Valor Cultural e Estético*                                                                                                                                                                              |
|                | Outras considerações                                                    | -Soberania e direitos dos locais*<br>-Direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias*<br>-Direitos das gerações futuras*<br>-Direitos dos animais*                                           |
|                |                                                                         |                                                                                                                                                                                                           |
| Multi-critério | Morfologia<br>Ecologia<br>Segmentação da rede<br>Abandono<br>Hidrologia | -Índice de prioridade de actuação (CHD, 2010)                                                                                                                                                             |
|                | Ecologia<br>Energia e Economia                                          | -Classificação da bacia hidrográfica (ARH, 2010)                                                                                                                                                          |

\*Indicador proposto pela associação HJHC (2002)

Os parâmetros presentes na tabela 3.2 foram seleccionados tendo em conta a perspectiva futura de utilização da metodologia por parte da ARH do Norte I.P., assim, seleccionaram-se indicadores e índices cujos dados de base estariam disponíveis nesse instituto público. É vontade expressa da ARH do Norte I.P., que a metodologia seja de fácil e rápida aplicação para que os processos de decisão não sejam demorados e inconcebíveis, assim, tomaram parte na tabela 3.2, indicadores que respeitem esse pressuposto.

Nem todas as questões da tabela 3.2 terão directa relevância ou importância fundamental em cada processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas, mas cada questão deve ser revista para determinar se é relevante para a decisão de remoção da estrutura.

### 3.4 Recolha e avaliação de dados

Depois de identificados os principais critérios a considerar, é necessário levar a cabo uma inventariação das estruturas (Tabela 3.3) e características do património hidráulico construído.

**Tabela 3.3: Dados gerais da estrutura hidráulica**

|                   |    |           |  |
|-------------------|----|-----------|--|
| Nome da estrutura |    |           |  |
| Coordenadas       | M: | Distrito  |  |
|                   | P: | Concelho  |  |
| Proprietário      |    | Freguesia |  |

Uma vez inventariadas as estruturas, torna-se premente iniciar um rigoroso trabalho de campo com levantamento dos parâmetros a medir presentes nos protocolos de trabalho de campo presentes no anexo A e com recurso aos materiais de campo e de laboratório, listados no anexo A12.

O trabalho de campo servirá de base para a determinação de todos os indicadores e posterior avaliação com base nas escalas de classificação definidas no capítulo 2.

Tendo em conta a disparidade entre a forma de avaliar os indicadores e índices, torna-se necessária a definição de uma estratégia de ponderação final. Esta pode ser conseguida através de uma atribuição de pesos a cada um dos tipos de critérios considerados (ambientais, económicos, sociais e culturais) tendo em conta a importância relativa de cada um.

A atribuição de pesos deverá ser feita pela gestão de topo da entidade reguladora/gestora uma vez que se trata de uma questão de política da entidade beneficiar certos critérios em favor de outros. Poderão também intervir outras entidades/interessados no processo de atribuição de pesos, sendo necessário recorrer a um painel de peritos de forma a conciliar todos os interesses e chegar a uma proposta final de pesos.

### 3.5 Tomada de decisão

A sustentabilidade ambiental, social e económica da estrutura é o ponto fulcral do processo de decisão. No processo de ponderação final de todos os critérios, poderá ser usado um qualquer método de análise multi-critério, no entanto, tendo em conta as escalas de cores definidas no capítulo 2, deverá ser utilizado o método da média ponderada. O resultado da

média ponderada de todos os indicadores e índices terá como resultado a pontuação final ponderada que é o índice final que permite decidir acerca das estruturas a manter e a remover.

Depois de chegada a uma decisão prévia de remoção de certas infra-estruturas, torna-se necessário um período de consulta pública de todos os interessados acerca da eventual remoção das estruturas indicadas.

A decisão final de retirar ou não uma infra-estrutura é resultado do balanço entre os seguintes aspectos:

- Segurança
- Análise económica comparativa entre a manutenção e remoção da estrutura hidráulica ou outras alternativas
- Ganhos ecológicos potenciais
- Considerações sociais
- Relações jurídicas
- A opinião do público
- Interesses locais, regionais e nacionais

## Capítulo 4

# Aplicação da metodologia proposta a um rio da área de jurisdição da ARH do Norte I.P.

### 4.1 Selecção do trecho de rio a estudar

Para a selecção do trecho de rio a analisar, definiram-se os seguintes critérios, a verificar em simultâneo:

- Trecho de rio inserido numa massa de água classificada como *má* ou *medíocre* em termos de estado ecológico
- Presença de aproveitamentos hidroeléctricos desactivados.

Optou-se pela selecção do trecho a partir do cadastro dos aproveitamentos hidroeléctricos devido à inexistência de cadastro ao nível de todas as estruturas na área de jurisdição da ARH Norte I.P. Para efeitos de selecção do trecho de rio a estudar, deu-se preferência a rios com aproveitamentos hidroeléctricos desactivados (licença expirada) no sentido da revisão da sustentabilidade dos mesmos. De facto, a ARH do Norte I.P. não tem legitimidade para promover a remoção de estruturas hidráulicas cujo título de utilização esteja em vigor.

Também foi tomada em linha de conta a “estratégia ConResVal” relacionada com a conservação, restauro e valorização de rios da Administração da Região Hidrográfica do Norte (2010), dando-se primazia aos rios inseridos na estratégia de restauro.

Tomaram-se os critérios acima descritos numa perspectiva da melhoria do estado ecológico do rio e do cumprimento dos objectivos da DQA e considerando que o estado ecológico deficiente possa estar inter-relacionado com a presença da estrutura.

Uma vez que o objectivo passa pela melhoria do estado ecológico de um rio, torna-se imperativo o conhecimento do estado das massas de água da área de jurisdição da ARH do Norte I.P. Os Estados membros da União Europeia (UE) têm a obrigação de classificar o estado das massas de água de superfície, sendo que o estado de uma massa de água de superfície é definido em função do pior dos dois estados, ecológico ou químico. Para alcançar o objectivo do *bom estado*, a DQA requer que as massas de água de superfície atinjam pelo menos o *bom estado ecológico* e o *bom estado químico*. A figura 4.1 representa de forma esquemática e conceptual o sistema de classificação e como os diferentes elementos de qualidade devem ser combinados para classificar o estado ecológico, o estado químico e obter o estado da massa de água de superfície. A DQA requer que o estado ecológico de uma massa de água seja determinado pelo elemento de qualidade ecológica que apresente a pior classificação, ou seja, o elemento mais afectado pela actividade humana. Este princípio é designado por *one out – all out*. (INAG,2009)

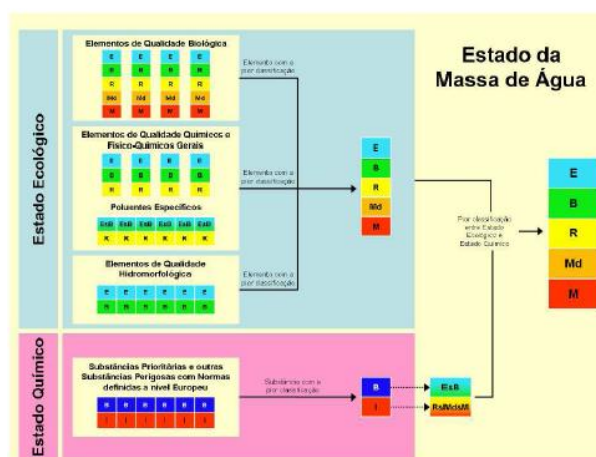


**Figura 4.1: Esquema conceptual do sistema de classificação do Estado das massas de águas de superfície em E-excelente, B-Bom, R-razoável, Md-mediocre e M-Mau (INAG, 2009)**

A ARH do Norte I.P. encomendou um estudo à Universidade de Trás os Montes e Alto Douro (UTAD), no âmbito da elaboração dos Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas do Norte PGRH-Norte<sup>3</sup> em que se fez uma avaliação preliminar do estado das massas de água recorrendo a três metodologias:

1) **Avaliação Directa:** resulta da classificação recolhida directamente da rede de monitorização, constituindo as massas de água que apresentaram uma ou mais estações de monitorização na sua bacia de drenagem.

2) **Avaliação de Proximidade:** foi utilizada para qualquer massa de água que não apresente estação da rede de monitorização definida, mas que se apresente na mesma bacia de drenagem de uma massa de água contígua e classificada por avaliação directa, desde que a jusante daquela, recebe a sua classificação.

<sup>3</sup> Planos em elaboração que entrarão em consulta pública em Setembro de 2011

3) Avaliação por Extrapolação (análise de pressões): Na génese das tipologias das massas de água encontradas estão incorporadas variáveis ambientais e climáticas tais como: Temperatura média anual (°C); Precipitação média anual (mm); Altitude (m); Dimensão da área de drenagem (km<sup>2</sup>); Amplitude térmica do ar (°C); Coeficiente de variação da precipitação e Regime de escoamento, reforçando a especificidade da extrapolação que se pretende implementar. Assim, define-se em cada uma das tipologias das massas de água, linhas de tendência das variáveis acima em cada uma das estações monitorizadas com a classificação do seu estado ecológico.

Assim, com a informação dos licenciamentos emitidos pela ARH do Norte I.P., realizou-se o inventário dos aproveitamentos hidroeléctricos presentes na área de jurisdição, após o que se sobrepôs essa informação com os mapas de classificação do estado ecológico à data elaborados para os Planos de Gestão das Regiões Hidrográficas do Norte. O anexo E1 mostra o resultado da referida sobreposição elaborada recorrendo a software de Sistemas de Informação Geográfica (ARC GIS) tendo como base a *shapefile* do estado ecológico das massas de água dos PGRH-Norte e a *shapefile* referente aos aproveitamentos hidroeléctricos na área de jurisdição da ARH do Norte I.P. O resultado da análise efectuada está patente na tabela 4.1.

**Tabela 4.1: Cursos de água classificados com estado ecológico *mau* e correspondente nº de aproveitamentos hidroeléctricos**

| Massas de água em Estado ecológico <i>Mau</i> |        |                                                                            |                                                              |
|-----------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Curso de água                                 | Bacia  | Nº de aproveitamentos hidroeléctricos a explorar com contrato de concessão | Nº de aproveitamentos hidroeléctricos com concessão expirada |
| Lamas                                         | Lamas  | 0                                                                          | 0                                                            |
| Torto                                         | Douro  | 0                                                                          | 0                                                            |
| Tinto                                         | Douro  | 0                                                                          | 0                                                            |
| Leça                                          | Leça   | 0                                                                          | 0                                                            |
| Ribeira de Panóias                            | Cávado | 0                                                                          | 0                                                            |
| Onda                                          | Onda   | 0                                                                          | 0                                                            |
| Ribeira do Arquinho                           | Leça   | 0                                                                          | 0                                                            |
| Trofa                                         | Ave    | 0                                                                          | 0                                                            |
| Minho (Jusante B. Frieira)                    | Minho  | 0                                                                          | 0                                                            |
| Ribeira do Selho                              | Ave    | 1                                                                          | 1                                                            |

Repetiu-se a análise para os rios de classificação *medíocre*, estando os resultados patentes na tabela 4.2.

Tabela 4.2: Cursos de água classificados com estado ecológico *mediocre* e correspondente nº de aproveitamentos hidroeléctricos

| Massas de água em Estado ecológico <i>mediocre</i> |        |                                                                            |                                                              |
|----------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Curso de água                                      | Bacia  | Nº de aproveitamentos hidroeléctricos a explorar com contrato de concessão | Nº de aproveitamentos hidroeléctricos com concessão expirada |
| Ave                                                | Ave    | 10                                                                         | 5                                                            |
| Selho                                              | Ave    | 1                                                                          | 1                                                            |
| Vizela                                             | Ave    | 1                                                                          | 5                                                            |
| Borralha                                           | Cávado | 1                                                                          | 0                                                            |
| Cávado                                             | Cávado | 4                                                                          | 0                                                            |
| Rabagão                                            | Cávado | 2                                                                          | 1                                                            |
| Ardena                                             | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |
| Ouro                                               | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |
| Ribeira Leomil                                     | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |
| Ribeira da Pega/Ribeira das Cabras                 | Douro  | 2                                                                          | 0                                                            |
| Ribeira do Tedo                                    | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |
| Côa                                                | Douro  | 3                                                                          | 1                                                            |
| Tâmega                                             | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |
| Paiva                                              | Douro  | 0                                                                          | 0                                                            |
| Tua                                                | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |
| Uima                                               | Douro  | 3                                                                          | 1                                                            |
| Varosa                                             | Douro  | 1                                                                          | 0                                                            |

Tendo em conta as tabelas 4.1 e 4.2, foi tomado para estudo o troço do rio Vizela classificado como *mediocre* por ser o rio que possui uma relação mais elevada entre o nº de aproveitamentos hidroeléctricos com a licença expirada<sup>4</sup> e a má classificação do estado ecológico. Refira-se também que os seus troços de cabeceira estão mencionados na estratégia ConResVal da ARH do Norte I.P. como inseridos no programa de restauro do estado natural dos rios. Assim, torna-se importante a melhoria de estado ecológico dos troços de jusante de forma criar conectividade e favorecer o restauro da bacia. Só assim, as espécies de peixes migradores poderão atingir os troços de cabeceira para a desova. Uma vez que o rio Vizela está inserido em diversas massas de água com classificação diferente, o anexo E2 mostra o mapa da bacia hidrográfica do Vizela e respectiva classificação das massas de água. Não obstante, repisa-se que o trecho em estudo corresponde aos troços inseridos em massas de água de classificação *mediocre*.

No final do período de concessão de uma mini-hídrica é necessário proceder a um estudo ambiental, social e económico da estrutura tendo a vista decisão da sua continuidade ou remoção. A implementação da metodologia para decisão da necessidade de remoção de estas

<sup>4</sup> Apesar do rio Ave ter, na sua totalidade, mais aproveitamentos, não se optou por esse rio devido ao seu elevado índice de compartimentação, pelo que, a remoção de alguma estrutura não iria ter qualquer tipo de efeito.

e outras estruturas hidráulicas, proposta no capítulo 3 deste documento, espera-se que deverá levar à melhoria do estado ecológico do rio preconizada pela DQA.

## 4.2 Caracterização do trecho em estudo

Estima-se que a precipitação anual média sobre a bacia do rio Vizela seja de 1959 mm, o que corresponde a um volume anual de 666 hm<sup>3</sup>. Desta quantidade de água, 310 hm<sup>3</sup> evaporam-se e 345 hm<sup>3</sup> infiltram-se resultando um escoamento superficial directo de 11 hm<sup>3</sup>. Os 345 hm<sup>3</sup> que se infiltram drenam para o curso de água, contribuindo para o escoamento superficial total de 356 hm<sup>3</sup>, o que corresponde a um caudal médio plurianual de 11,28 m<sup>3</sup>/s. (Hidrorumo et al, 2000).

O trecho em estudo corresponde ao troço do rio Vizela inserido em massas de água de classificação *mediocre* e tem as seguintes características:

- Comprimento do trecho a estudar: 25 km
- Número e tipo de estruturas: 20 açudes

Diversas visitas de campo, consultas a câmaras municipais e informação de licenciamentos emitidos pela ARH do Norte I.P. permitiram obter o cadastro das estruturas hidráulicas presentes no trecho em estudo. A obtenção da informação não foi directa e fácil de recolher uma vez que a ARH do Norte I.P. tem o cadastro muito incompleto e desactualizado. A tabela 4.3 mostra as estruturas hidráulicas presentes no trecho em estudo, sua designação, situação actual e proprietário/concessionário conforme o tipo de pertença. No anexo E3 está patente o mapa da localização das referidas estruturas hidráulicas numeradas segundo a tabela 4.3. As informações relativas à localização das estruturas estão patentes no anexo B1, bem como as características dos aproveitamentos, no caso das mini-hídricas.

**Tabela 4.3: Estruturas hidráulicas presentes no trecho em estudo, situao actual e seu respectivo proprietário/concessionário**

| #  | Situao Actual   | Designao                           | Proprietário/Concessionrio                               |
|----|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1  | Antiga concessão | AH de Caniços                       | Hidroeléctrica de São Pedro, SA                           |
| 2  | Antiga concessão | AH de Negrelos II                   | Hidroeléctrica de São Nicolau, SA                         |
| 3  | Antiga concessão | AH de Negrelos I                    | Empresa Industrial de Negrelos, SA.                       |
| 4  | Inactiva         | Moinho do Pisco                     | Empresa SAIOB SA                                          |
| 5  | Pedido de Título | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | Hidroequador - Explorao de Centrais Hidroeléctricas, Lda |
| 6  | Antiga concessão | AH de Espinho                       | Empresa Rio Vizela, S.A.                                  |
| 7  | Inactivo         | Moinhos do Ramalho                  | José Rafael Neto Gonçalves                                |
| 8  | Em explorao     | Moinho do Gonçalves                 | Moagem de Cereais Gonçalves                               |
| 9  | Em explorao     | AH de Caneiro                       | SHM-Sociedade Hidroeléctrica Moreirense,Lda               |
| 10 | Antiga concessão | AH da Fábrica do Papel              | Hidroviz - Energia eléctrica de Vizela, Lda               |
| 11 | Inactivo         | Moinhos do Lopes Mudo               | Quinta da Saganhada - Sociedade Imobiliária S.A.          |
| 12 | Inactivo         | Moinhos do Lopes Mudo               | Quinta da Saganhada - Sociedade Imobiliária S.A.          |
| 13 | Pedido de Título | Moinho do Maquias/AH de Maquias     | Hidroequador - Explorao de Centrais Hidroeléctricas, Lda |
| 14 | Pedido de Título | AH de Vizela                        | Hidroequador - Explorao de Centrais Hidroeléctricas, Lda |
| 15 | Antiga concessão | AH da Companhia de Banhos do Vizela | Companhia de Banhos de Vizela, S.A.                       |
| 16 | Em explorao     | Açude LASA                          | LASA - Armando da Silva Antunes, SA                       |
| 17 | Inactivo         | Moinhos da Ramalhada                | Luis Gonzaga Vaz Ferreira                                 |
| 18 | Pedido de Título | AH de Tagilde                       | Hidroequador - Explorao de Centrais Hidroeléctricas, Lda |
| 19 | Inactiva         | Azenhas de Cabreira                 | Miguel Henrique Peixoto                                   |
| 20 | Em explorao     | Azenhas do Outeiro                  | Rosa Ferreira de Sousa                                    |

### 4.3 Definição das metas e objectivos

Uma vez cadastrado todo o património hidráulico construído, torna-se crucial o conhecimento de todas as informações gerais relacionadas com a estrutura, de forma a definir os objectivos que estão na base da remoção. A tabela 4.4 exemplifica o tipo de análise a realizar para o *AH da Caniços*, estando patente no anexo B1, a análise para as restantes estruturas. Os dados de base foram obtidos através de entrevistas aos proprietários, visitas ao local, informação de cadastro da ARH do Norte I.P. e estudos elaborados pelos concessionários.

**Tabela 4.4: Informações gerais de base para definição dos objectivos relativamente ao *AH de Caniços***

|                                                                                          | <b>AH de Caniços</b>                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Para que serviço(s) foi a estrutura projectada, ou posteriormente alterada?              | Energia eléctrica                                                                                                   |
| O serviço (s) ou o(s) benefício(s) que a estrutura fornece hoje?                         | Sem função                                                                                                          |
| Ano de construção?                                                                       | 1908                                                                                                                |
| De que materiais é constituída a estrutura?                                              | Alvenaria de pedra                                                                                                  |
| Reparações significativas e / ou reconstrução?                                           | 1978-rectificação dos induzidos das bobines<br>1986- Substituição de veio na turbina<br>2009-Remodelação da central |
| Quem é o proprietário/concessionário da estrutura?                                       | Hidroeléctrica de S. Pedro, SA                                                                                      |
| Organismo público que tem autoridade reguladora?                                         | ARH do Norte I.P.                                                                                                   |
| Existe um potencial dos sedimentos retidos a montante da estrutura estarem contaminados? | Não                                                                                                                 |
| Existem planos de gestão de bacia publicados para o rio?                                 | PBH Ave                                                                                                             |
| Objectivo de base subjacente solicitado para análise de remoção da estrutura?            | Melhoria do estado ecológico da massa de água associada                                                             |
| Quem tem uma participação na decisão sobre o futuro da estrutura?                        | Hidroeléctrica de S. Pedro, SA<br>CM Santo Tirso<br>ARH Norte<br>Direcção geral da Energia                          |

A partir das informações relativas a cada estrutura, pode-se concluir o seguinte relativamente aos objectivos e serviços prestados pelas estruturas.

- *AH de Caneiro* presta o serviço de produção de Energia eléctrica

- *AH de Caniços, AH de Negrelos II, AH de Negrelos I, AH de Espinho e AH da Fábrica do Papel* estão actualmente sem função devido à caducidade da licença e aguardam novas licenças com o intuito de produzir energia eléctrica.
- *Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos, Moinho do Maquias/AH de Maquias, AH de Vizela e AH de Tagilde* correspondem a açudes de antigos moinhos, actualmente sem função, e que a Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda. pretende rentabilizar por meio de um projecto de aproveitamento hidroeléctrico, servindo-se do açude existente.
- *Moinho do Gonçalves* presta actualmente o serviço de energia mecânica numa moagem de cereais
- *Açude LASA* presta o serviço de abastecimento de água
- *AH da Companhia de Banhos do Vizela* é um açude que fora projectado para abastecimento de água cuja bombagem era realizada por meio de energia hidráulica. Actualmente, a Companhia de Banhos de Vizela pretende rentabilizar o açude existente, por meio de um projecto de aproveitamento hidroeléctrico. A albufeira criada pelo açude presta serviço de abastecimento de água à Mundotêxtil-Indústrias têxteis, S.A.
- *Azenhas do Outeiro* corresponde a um açude que, na sua margem esquerda possui moinhos desactivados, propriedade de Artur Peixoto e na margem direita um canal de rega utilizado por Domingos Manuel Machado Fernandes nas suas vinhas.
- *Moinho do Pisco e Moinhos do Ramalhada* correspondem a açudes de antigos moinhos, actualmente sem função, no entanto, a sua estética e o espelho de água da albufeira criaram uma oportunidade para o desenvolvimento de actividades de recreação, nomeadamente a pesca.
- *Moinhos do Ramalho, Moinhos do Lopes Mudo e Azenhas de Cabreira* não têm qualquer tipo de função, nem existe projecto de valorização a qualquer nível.

Em todas as infra-estruturas, o objectivo subjacente à análise da remoção da estrutura, de acordo com a ARH do Norte I.P. é a melhoria do estado ecológico do trecho do rio e consequente restauro do local, do ecossistema e das migrações das espécies piscícolas. Assim, a meta é atingir o estado ecológico *bom* para a massa de água associada, actualmente classificada como *medíocre*. Note-se que a remoção de estruturas é apenas um contributo para a melhoria do estado ecológico, sendo este, um processo global, que necessita de vários agentes e medidas. Dado o elevado nível de compartimentação do troço em estudo, a actuação ao nível da remoção não terá grandes efeitos sem serem consideradas medidas compensatórias para as estruturas a manter.

## 4.4 Avaliação dos Indicadores e índices

Nas seguintes subsecções é apresentada a avaliação das estruturas hidráulicas inventariadas no trecho em estudo através da determinação de cada um dos indicadores e índices patentes na matriz de critérios de decisão da metodologia proposta no capítulo 3. Cada um dos indicadores avalia uma dada problemática relacionada com a viabilidade da existência da estrutura hidráulica ao nível ambiental, económico, social ou cultural no sentido da decisão da sua eventual remoção. A avaliação dos indicadores foi realizada recorrendo às fichas de campo presentes no anexo A e com o apoio dos materiais usados em trabalho de campo e de laboratório inventariados no anexo A12.

### 4.4.1 Segmentação da rede do rio (Critérios Físicos)

Como indicadores da segmentação da rede do rio, a metodologia definida na secção 3.3 propõe:

- Risco de incumprimentos por represas e açudes
- Índice de compartimentação
- Índice de continuidade longitudinal

O risco de incumprimento por represas e açudes é um indicador macro que permite a posterior comparação da segmentação da rede do rio com outros troços do mesmo ou de outros rios. Desta feita, o resultado deste índice é transversal a todas as estruturas. O comprimento total do troço foi determinado com recurso a uma plataforma SIG e a uma ferramenta de cálculo de distâncias assistida por computador, resultando a equação 4.1, que tem por base a equação 2.1 presente na secção 2.5.2.2.

$$RI_{PRA} = \frac{1}{0,5} \times \frac{20}{25} = 1,6 \quad (\text{Eq. 4.1})$$

De acordo com a escala definida na tabela 2.14 da secção 2.5.2.2. o troço em análise apresenta um risco de incumprimento *médio* em termos do número de infra-estruturas hidráulicas por cada km de troço fluvial.

O índice de compartimentação relaciona o índice médio de permeabilidade ( $\Sigma IP / N$  a determinar em 4.4.5) da secção analisada com a distância média entre estruturas ( $LT/N$ ). A tabela 4.5 mostra o resultado do índice de compartimentação, do trecho em estudo, determinado a partir da equação 2.5.

Tabela 4.5: Índice de compartimentação do trecho em estudo

|                                              | Índice de Permeabilidade |
|----------------------------------------------|--------------------------|
| AH de Caniços                                | 40                       |
| AH de Negrelos II                            | 40                       |
| AH de Negrelos I                             | 40                       |
| Moinho do Pisco                              | 20                       |
| Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos          | 25                       |
| AH de Espinho                                | 25                       |
| Moinhos do Ramalho                           | 25                       |
| Moinho do Gonçalves                          | 30                       |
| AH de Caneiro                                | 40                       |
| AH da Fábrica do Papel                       | 40                       |
| Moinhos do Lopes Mudo                        | 25                       |
| Moinhos do Lopes Mudo                        | 40                       |
| Moinho do Maquias/AH de Maquias              | 30                       |
| AH de Vizela                                 | 40                       |
| AH da Companhia de Banhos do Vizela          | 40                       |
| Açude LASA                                   | 20                       |
| Moinhos da Ramalhada                         | 10                       |
| AH de Tagilde                                | 40                       |
| Azenhas de Cabreira                          | 40                       |
| Azenhas do Outeiro                           | 40                       |
| <b><math>\Sigma</math> IP</b>                | <b>650</b>               |
| <b>Índice Médio de permeabilidade</b>        | <b>650/20=32,5</b>       |
| <b>L total (km)</b>                          | <b>25</b>                |
| <b>Distância média entre estruturas (km)</b> | <b>25/20=1,25</b>        |
| <b>Índice de Compartimentação</b>            | <b>26</b>                |

Numa primeira fase de determinação do índice de continuidade longitudinal inventariaram-se as espécies migradoras presentes no rio Vizela recorrendo à carta piscícola nacional e averiguou-se a sua classificação segundo o livro vermelho dos vertebrados. A tabela 4.6 mostra a informação relativa a este pontos.

Tabela 4.6: Espécies de peixes presentes no rio Vizela segundo a carta piscícola nacional

| Espécie                                                        | Classificação a)       | Nativa<br>b) |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| <i>Salmo trutta</i> (truta-marisca, truta-fário, truta-de-rio) | Criticamente em perigo | Sim          |
| <i>Barbus Bocagei</i> (barbo comum, Barbo do Norte)            | Pouco preocupante      | Sim          |
| <i>Chondrostoma duriensis</i> (Boga do Douro)                  | Pouco preocupante      | Sim          |

a)segundo o livro vermelho dos vertebrados de Portugal

b)segundo a carta piscícola nacional

Posteriormente, procedeu-se à determinação de cada um dos parâmetros de cálculo do coeficiente de prioridade para as espécies existentes ( $k_i$ ) (equação 2.6) definidos em 2.5.2.4 e demonstrados na tabela 4.7. A avaliação teve como base a tabela 4.6.

**Tabela 4.7: Coeficiente de prioridade para as para as espécies presentes na bacia do rio Vizela**

| Espécie                                             | N   | $M_{ov}$ | $V_n$ | $K_i$ |
|-----------------------------------------------------|-----|----------|-------|-------|
| <i>Salmo trutta</i>                                 |     |          |       |       |
| (truta-marisca, truta-fário, truta-de-rio)          | 0,5 | 4        | 2     | 18    |
| <i>Barbus Bocagei</i> (barbo comum, Barbo do Norte) | 0,5 | 4        | 0,5   | 10,13 |
| <i>Chondrostoma duriensis</i> (Boga do Douro)       | 0,5 | 4        | 0,5   | 10,13 |

A partir da equação 2.7 definida na secção 2.5.2.4. e da ficha de campo correspondente, patente no anexo A8, foi determinado o índice de continuidade longitudinal para cada uma das estruturas hidráulicas, tal como demonstra a tabela 4.8.

**Tabela 4.8: Índice de continuidade longitudinal para as estruturas em estudo**

|                                     | $\sum k_i$ | Índice de continuidade longitudinal |
|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|
| AH de Caniços                       | 10,13      | 263,25                              |
| AH de Negrelos II                   | 10,13      | 263,25                              |
| AH de Negrelos I                    | 10,13      | 263,25                              |
| Moinho do Pisco                     | 28,13      | 526,50                              |
| Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | 28,13      | 526,50                              |
| AH de Espinho                       | 28,13      | 526,50                              |
| Moinhos do Ramalho                  | 28,13      | 526,50                              |
| Moinho do Gonçalves                 | 28,13      | 526,50                              |
| AH de Caneiro                       | 28,13      | 526,50                              |
| AH da Fábrica do Papel              | 28,13      | 526,50                              |
| Moinhos do Lopes Mudo               | 38,25      | 994,50                              |
| Moinhos do Lopes Mudo               | 38,25      | 994,50                              |
| Moinho do Maquias/AH de Maquias     | 38,25      | 994,50                              |
| AH de Vizela                        | 38,25      | 994,50                              |
| AH da Companhia de Banhos do Vizela | 38,25      | 994,50                              |
| Açude LASA                          | 38,25      | 994,50                              |
| Moinhos da Ramalhada                | 38,25      | 994,50                              |
| AH de Tagilde                       | 38,25      | 994,50                              |
| Azenhas de Cabreira                 | 38,25      | 994,50                              |
| Azenhas do Outeiro                  | 38,25      | 994,50                              |
| Índice de compartimentação          | 26         |                                     |

Os autores do índice de compartimentação e índice de continuidade longitudinal não atribuíram qualquer tipo de escala de classificação de acordo com o seu valor final pois tratam-

se de índices com o intuito de levar a cabo uma comparação relativa entre estruturas. Nesse sentido, define-se uma escala de *baixo*, *médio*, *elevado* e  *muito elevado* de forma a obter uma classificação, tal como todos os outros indicadores.

#### 4.4.2 Geomorfologia de Montante (critérios Físicos)

Como indicadores da geomorfologia de montante, a metodologia do capítulo 3 propõe o nível de assoreamento e o risco de incumprimento por regularização por barragens.

A determinação do nível de assoreamento necessita do cálculo dos parâmetros do método de Acker & White que permitem calcular a concentração volúmica de sólidos ( $C_s$ ). O diâmetro característico dos sedimentos e a sua massa volúmica foram determinados com base nos protocolos presentes no anexo A2.1 e A2.2. A tabela 4.9 exemplifica o cálculo dos parâmetros do método de Acker & White para o *AH de Caniços*.

**Tabela 4.9: Parâmetros de cálculo do método de Acker & White para o *AH de Caniços***

| Parâmetro         | AH de caniços |
|-------------------|---------------|
| $C_s$             | 1,43E-07      |
| $G_{gr}$          | 2,43E-04      |
| $F_{gr}$          | 0,44          |
| $A_w$             | 0,28          |
| $m_w$             | 4,85          |
| $n_w$             | 0,75          |
| $C_w$             | 3,42E-03      |
| $d^*(m)$          | 2,75          |
| $d(m)$            | 1,23E-04      |
| $U(m/s)$          | 0,4           |
| $u^* (m/s)$       | 0,02          |
| $S_s$             | 2,60          |
| $v$               | 1,19E-06      |
| $h_m$             | 2             |
| $\rho_s (kg/m^3)$ | 2600          |
| $\rho (kg/m^3)$   | 999,1         |

O caudal sólido é dado pelo produto do caudal líquido pela concentração volúmica de sólidos. A metodologia usada na determinação do caudal líquido vem descrita abaixo.

Uma vez que o Rio Vizela não dispõe no seu percurso, de estações hidrométricas para medição de caudais, o volume anual afluente foi obtido com base em estudos elaborados pelos concessionários para obtenção de título de utilização de recursos hídricos, que foram

disponibilizados pela ARH do Norte I.P., como por exemplo HSN (2008) que determinam a precipitação média anual pelo método de *Thyssen* com base nos registos de precipitação de 1980/81 a 1990/91 das estações pluviométricas da bacia do Vizela. Com base nessa avaliação, pôde fazer-se uma estimativa do escoamento pela relação precipitação/escoamento elaborada com base nos dados de precipitação e caudais da estação de Covas no Rio Homem. O estudo técnico para obtenção de título para o *AH de Caniços* da concessionária HSN (2008), bem como os estudos relativos a outros aproveitamentos, utilizam a equação 4.2 devido a notórias analogias entre as bacias do rio Homem e do rio Vizela.

$$E = -581 + 0,94P$$

Aplicando o valor do escoamento anual à área da bacia, determina-se o caudal modular anual.

Verificou-se a existência de estudos técnicos que usam a metodologia acima descrita para o *AH de Caniços*, *AH de Negrelos II*, *AH de Negrelos I*, *Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos*, *AH da Fábrica do Papel*, *AH de Caneiro*, *Moinho do Maquias/ AH de Maquias*, *AH de Vizela* *AH da Companhia de banhos do Vizela* e *AH de Tagilde*.

Para as estruturas em que não estava disponível nenhum estudo técnico nesta matéria, fez-se uma estimativa grosseira admitindo uma razão proporcional entre caudais e áreas das bacias drenantes, tomando como base o valor antes calculado para a estrutura mais próxima, através da aplicação da equação 4.3.

$$\frac{\text{Caudal modular anual na secção (1)}}{\text{Área na bacia hidrográfica correspondente à secção (1)}} = \frac{\text{Caudal modular anual na secção (2)}}{\text{Área da bacia hidrográfica correspondente à secção (2)}} \quad (\text{Eq. 4.3})$$

Uma vez que a metodologia de avaliação da necessidade de remoção de estruturas hidráulicas tem em vista, no futuro, a aplicação pela ARH do Norte I.P., optou-se pela definição de uma metodologia de determinação do volume anual afluente que usa os dados disponíveis na instituição (e.g. estudos técnicos para obtenção do título de utilização de recursos hídricos). Optou-se por uma metodologia simplificada de determinação do caudal pois os indicadores a determinar não são muito sensíveis ao parâmetro.

O volume inicial da albufeira foi obtido em estudos elaborados pelos concessionários e corresponde à capacidade da albufeira para o NPA.

**Tabela 4.10: Parâmetros para determinação do nível de assoreamento para o AH de Caniços**

|                                                     | AH de Caniços |
|-----------------------------------------------------|---------------|
| Volume anual afluyente (m <sup>3</sup> )            | 355726080     |
| Caudal sólido (m <sup>3</sup> /s)                   | 1,60E-06      |
| Volume anual retido (m <sup>3</sup> )               | 40,38         |
| Capacidade inicial da albufeira (m <sup>3</sup> )   | 5000          |
| Tempo de exploração na data da observação (anos)    | 102,5         |
| Capacidade da albufeira observada (m <sup>3</sup> ) | 861           |
| Assoreamento observado (%)                          | 83%           |
| Percentagem de retenção (%)                         | 0,8           |

A aplicação do método exemplificado na tabela 4.10 para o AH de Caniços encontra-se patente no anexo B2 para as restantes estruturas.

O risco de incumprimento por regularização por barragens é um indicador da análise de risco por análise de pressões da ACA para avaliação da geomorfologia de montante. O caudal afluyente natural anual considerado foi o determinado pelo método descrito na presente secção. O volume da albufeira corresponde ao volume da albufeira para o NPA e foi obtido em estudos técnicos elaborados pelos concessionários, disponibilizados pela ARH do Norte I.P.

**Tabela 4.11: Exemplo de cálculo do risco de incumprimento por regularização por barragens para o AH de Caniços**

| AH de caniços                                                 |                |
|---------------------------------------------------------------|----------------|
| Volume (capacidade da albufeira) m <sup>3</sup>               | 5000           |
| Caudal afluyente natural anual – RN (m <sup>3</sup> )         | 355726080      |
| <b>Risco de incumprimento por regularização por barragens</b> | <b>0,00003</b> |

A tabela 4.11 exemplifica o cálculo do risco de incumprimento por regularização por barragens, com base na equação 2.3, para o AH de Caniços, estando patente no anexo B6, os resultados para as restantes estruturas hidráulicas.

#### 4.4.3 Qualidade da água a montante (critérios químicos)

Segundo a metodologia proposta, a qualidade de água a montante é avaliada através da análise dos seguintes parâmetros:

- pH
- Turvação
- Oxigénio dissolvido

O pH foi determinado *in situ* através da recolha de uma amostra da zona de albufeira através do método descrito no anexo A3. As amostras recolhidas para determinação da turvação foram devidamente conservadas em mala térmica para posterior determinação da turvação no Laboratório de Engenharia Sanitária da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e recorrendo ao método descrito no anexo A3. Já as amostras para determinação do oxigénio dissolvido foram devidamente conservadas em mala térmica e frascos de Winckler com a adição Manganês e Azida para posterior análise no mesmo laboratório pelo método de Winckler modificado, também descrito no anexo A3.

A tabela 4.12 mostra o resultado das análises químicas para o *AH de Caniços*, estando patente no anexo B3, os resultados para as restantes estruturas.

**Tabela 4.12: Resultados das análises químicas da zona de albufeira para o *AH de Caniços***

|                                      | AH de Caniços |
|--------------------------------------|---------------|
| Turvação (NTU)                       | 4,97          |
| Oxigénio dissolvido (% de saturação) | 97,83%        |
| pH                                   | 7,43          |
| Temperatura (Cº)                     | 13,0          |

#### 4.4.4 Ecossistemas ribeirinhos (critérios ecológicos)

O índice GQC e o RQI foram determinados com base no preenchimento das respectivas fichas de campo patentes nos anexos A5 e A4, respectivamente. A tabela 4.13 mostra o resultado de cada uma dos parâmetros do GQC para o *AH de Caniços*.

**Tabela 4.13: Índice GQC para o *AH de Caniços***

| Parâmetro                          | AH de Caniços             |
|------------------------------------|---------------------------|
| Presença de estruturas de retenção | 2                         |
| Estrutura do canal                 | 3                         |
| Sedimentos e estabilidade do canal | 2                         |
| Estrutura das margens              | 2                         |
| Alteração artificial das margens   | 2                         |
| Heterogeneidade do canal           | 1                         |
| Estrutura do leito                 | 3                         |
| Deposição de finos intersticiais   | 2                         |
| $\Sigma$                           | 17                        |
| Classe                             | IV                        |
| Significado                        | Grande alteração do canal |

A tabela 4.14 mostra o resultado de cada uma dos atributos do RQI para o *AH de Caniços*.

**Tabela 4.14: Pontuação de cada atributo do RQI para o *AH de Caniços***

| Atributo                                                                                                              | AH de Caniços   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
|                                                                                                                       | Classificação   |                |
|                                                                                                                       | Margem Esquerda | Margem Direita |
| Largura do espaço ripário ocupado pela vegetação associada ao rio                                                     | 9               | 9              |
| Composição e estrutura da vegetação ripária                                                                           | 8               | 8              |
| Condição das margens                                                                                                  | 7               | 7              |
| Regeneração natural das principais espécies lenhosas                                                                  | 6               |                |
| Continuidade longitudinal da vegetação “lenhosa”                                                                      | 9               |                |
| Conectividade transversal do leito e a largura de inundação (leito de cheia)                                          | 7               |                |
| Conectividade vertical através da permeabilidade e/ ou grau de alteração dos materiais e o relevo dos solos ripários. | 7               |                |
| RQI                                                                                                                   | 77              |                |
| Estado do troço junto à estrutura                                                                                     | Regular         |                |

Nos anexos B4 e B5 está patente a avaliação do RQI e do índice GQC para as restantes estruturas.

#### 4.4.5 Ecossistemas aquáticos (critérios ecológicos)

Os aproveitamentos hidroelétricos e açudes constituem um perigo para as espécies migradoras segundo as fichas de caracterização das espécies do Sistema de Informação do Património Natural (SIPNAT) do ICNB.

Assim, tendo em conta as espécies autóctones do rio Vizela, foram definidos 2 grupos de espécies de peixes segundo o seu comportamento na altura de realizar migrações e a sua capacidade de ultrapassar obstáculos.

- Salmonídeos migradores: A alteração dos caudais é uma causa apontada pela carta piscícola nacional (Ribeiro et al., 2007) como ameaça à sobrevivência da espécie. Os correspondentes impactos das obras hidráulicas terão de ser minimizados através da construção de passagens para peixes adequadas e da gestão dos caudais nas bacias regularizadas. Deve-se remover os obstáculos ou torná-los transponíveis para os peixes.

- Ciprinídeos migradores: Segundo a carta piscícola nacional (Ribeiro et al., 2007), as barragens, regularizações e, nomeadamente, passagens para peixes inadequadas são uma ameaça a esta família. Assim, assiste-se a uma perda de habitat devido à construção de infra-

estruturas hidráulicas A regularização dos rios atinge os juvenis nascidos em cada do ano, enfraquecendo a estrutura populacional. Assim, devem-se corrigir os impactos derivados das obras hidráulicas, nomeadamente pela construção de efectivas passagens para peixes. A tabela 4.15 mostra a classificação em famílias das espécies presentes no rio Vizela.

**Tabela 4.15: Espécies de peixes presentes no rio Vizela e sua classificação em famílias segundo Ribeiro et al. (2007)**

| <b>Espécie</b>                                                 | <b>Grupo</b>           |
|----------------------------------------------------------------|------------------------|
| <i>Salmo trutta</i> (truta-marisca, truta-fário, truta-de-rio) | Salmonídeos migradores |
| <i>Barbus Bocagei</i> (barbo comum, Barbo do Norte)            | Ciprinídeos migradores |
| <i>Chondrostoma duriensis</i> (Boga do Douro)                  | Ciprinídeos migradores |

Para além das considerações acima mencionadas, foram tomados os valores de referência da tabela 4.16, descritos em CHD (2010) para determinar se o obstáculo é ou não transponível pelo grupo de peixes a analisar.

**Tabela 4.16: Valores de referência para avaliação da permeabilidade de uma estrutura (adaptado de CHD,2010)**

|                                          |                                                        | Referência | Grupos de peixes |             |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------|------------------|-------------|
|                                          |                                                        |            | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas de água (d.l.) | Máxima     | 1m               | 0,5m        |
|                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo                      | Mínimo     | +++              | +++         |
|                                          | Largura do coroamento do obstáculo                     | Máxima     | 0,5m             | 0,5m        |
|                                          | Presença de mudanças de inclinação                     | Máximo     | +                | ++          |
| Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)                    | Mínima     | 0,25h            | 0,4h        |
|                                          | Condições de turbulência                               |            |                  |             |
|                                          | Altura da lâmina de água acima do açude                | Mínima     | 0,15 m           | 0,15 m      |
|                                          | Velocidade média da corrente                           | Máxima     | 2 m/s            | 1,2 m/s     |
| Outros meios                             | Dispositivos de passagem para peixes                   |            |                  |             |
|                                          | Fracturas no corpo do açude                            |            |                  |             |

Segundo o exposto na secção 2.5.2.4, o índice de permeabilidade é definido como o somatório dos valores de permeabilidade para a subida e descida do curso de água para cada um dos grupos considerados e, neste caso, vai variar entre 0 e 40, sendo 0 quando a estrutura é penetrável por todos os grupos de espécies e 40 quando é impenetrável por todos eles. Tendo em conta o referido, define-se uma escala de classificação da estrutura, patente na tabela 4.17.

**Tabela 4.17: Classificação da estrutura hidráulica segundo a permeabilidade à passagem de peixes**

| Índice de permeabilidade | Classificação |
|--------------------------|---------------|
| 0                        | Penetrável    |
| 5-35                     | Variável      |
| 40                       | Impenetrável  |

No anexo B7 está patente a determinação do índice de permeabilidade para todas as estruturas inventariadas na secção 4.2.

Importa mencionar que nenhuma das estruturas inventariadas possui escadas de peixes pois, na altura da sua construção, para além da incipiente cultura e preocupações ecológicas, não havia condições viáveis para suportar a vida destas espécies, devido à grande poluição por descargas de fábricas têxteis. Entretanto, e muito devido ao encerramento destas indústrias, foram sendo criadas condições de suporte à vida das espécies, tendo sido possível introduzir algumas das referidas espécies em vários troços do rio numa perspectiva de repopulação do rio. Não obstante, as estruturas transversais continuam a ser um impedimento às migrações dos peixes, pelo que se torna imperativa a actuação, quer ao nível da demolição, quer ao nível da construção de infra-estruturas de passagem para peixes.

O risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas e o risco de incumprimento por captações são indicadores propostos para avaliação dos ecossistemas aquáticos devido aos efeitos das captações de água no escoamento do rio e consequentemente nos ecossistemas. O caudal afluente natural foi obtido pelo método descrito na secção 4.4.2. O caudal de concessão foi obtido nos alvarás de concessão de exploração. No caso dos aproveitamentos sem contrato de concessão ou com a licença expirada considerou-se o caudal patente nos estudos técnicos para obtenção de concessão para utilização de recursos hídricos (produção de energia eléctrica). O caudal ecológico foi obtido pela mesma via. A tabela 4.18 exemplifica o cálculo do risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas, com base na equação 2.2, para o *AH de Caniços*.

**Tabela 4.18: Exemplo do cálculo do risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas para o *AH de Caniços***

| AH de Caniços                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| Caudal afluente natural – RN (m <sup>3</sup> /s)                       | 11,28      |
| Caudal de concessão à mini-hídrica - CC (m <sup>3</sup> /s)            | 10,5       |
| Caudal ecológico - CE (m <sup>3</sup> /s)                              | 0,563      |
| <b>Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas</b> | <b>0,7</b> |

Apesar da metodologia assentar numa base mensal, os valores são apresentados no SI para uma melhor compreensão. Casos há em que há um regime de caudais ecológicos, considerando-se a média ponderada dos valores tal como proposto pela expressão de cálculo.

Nos casos em que a estrutura hidráulica se encontra inactiva, mas foi realizado um pedido de concessão para exploração hidroeléctrica, considera-se o caudal de concessão como o caudal a instalar formulado no pedido de título de exploração. Nestes casos, considera-se que existe risco potencial de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas por ainda não haver desvio de caudal, mas apenas um potencial no futuro devido à existência do pedido de título de exploração.

No caso do risco de incumprimento por captações, os dados para cálculo foram obtidos nas licenças de utilização de recursos hídricos (captações superficiais). Devido ao mau estado ecológico do rio, grande parte das estruturas não tinham captações de água superficiais associadas à sua albufeira. A tabela 4.19 exemplifica o cálculo do risco de incumprimento por captações, com base na equação 2.4, para o *AH da Companhia de Banhos do Vizela*.

**Tabela 4.19: Exemplo de cálculo do risco de incumprimento por captações para o AH da Companhia de Banhos do Vizela**

| AH da companhia de banhos do Vizela                                                    |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Caudal de concessão - CC (Volume anual captado) (m <sup>3</sup> )                      | 400000    |
| Caudal em regime natural que circula em 50% dos dias do ano - RN(50) (m <sup>3</sup> ) | 255441600 |
| Caudal ecológico anual – CE (m <sup>3</sup> )                                          | 255041600 |
| <b>Risco de incumprimento por captações</b>                                            | <b>1</b>  |

A determinação do risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas e o risco de incumprimento por captações para as restantes estruturas hidráulicas estão patentes no anexo B6.

#### 4.4.6 Serviços económicos da estrutura (critérios económicos)

Conforme visto na secção 2.5.2.5, a viabilidade económica é avaliada através da confrontação entre o valor dos serviços que a estrutura fornece e os custos associados a esse serviço. Os dados de base foram obtidos através de entrevistas aos proprietários das estruturas. Os valores referentes a estruturas associadas a empreendimentos hidroeléctricos foram submetidos a validação por cálculo do autor, com base em dados da ARH Norte (caudais e potências de concessão) e da Direcção Geral da Energia (tarifas). Os custos de relicenciamento estão associados às taxas praticadas actualmente pela ARH do Norte I.P., e foram calculadas para os aproveitamentos com licença caducada, em função da potência instalada. A tabela 4.20 exemplifica a avaliação da viabilidade económica para o *AH de Caniços*. A avaliação para os restantes aproveitamentos está patente no anexo B9.

Tabela 4.20: Exemplo de cálculo da viabilidade económica de uma dada estrutura (base anual)

|                                                      | AH de Caniços                          |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Valor para a produção hidroeléctrica                 | 287.000,00 €                           |
| Valor da água para abastecimento urbano e industrial | -                                      |
| Valor para a protecção contra as cheias              | -                                      |
| Valor para actividades de recreação                  | -                                      |
| Valor da água para rega                              | -                                      |
| Valor para a produção de energia mecânica            | -                                      |
| Custos de manutenção                                 | 17.220,00 €                            |
| Custos operacionais                                  | 34.440,00 €                            |
| Custos de modernização anualizados                   | 108.973,37 €                           |
| Custos de re-licenciamento anualizados               | 1.142,86 €                             |
| <b>Saldo</b>                                         | <b>125.223,78 €</b><br>Lucro Potencial |

Os custos de modernização e de re-licenciamento foram anualizados recorrendo à equação 2.12 patente na secção 2.5.2.5, estando os resultados referentes ao *AH de Caniços* patentes na tabela 4.21

Tabela 4.21: Dados de base para cálculo dos custos de modernização e de re-licenciamento para o *AH de Caniços*

|                                         |                |
|-----------------------------------------|----------------|
| <b>Investimento em modernização</b>     | 1.500.000,00 € |
| i (%)                                   | 6%             |
| Nº de anos de amortização               | 30             |
| <b>Investimento em re-licenciamento</b> | 40.000,00 €    |
| i (%)                                   | 0              |
| Nº de anos de amortização               | 35             |

Na presente análise apenas se consideram os custos associados aos investimentos que o proprietário está na disposição de levar a cabo, caso contrário a análise seria irrealista. Casos há, em que as estruturas estão sem função e são necessários investimentos avultados na manutenção e restauro no sentido da melhoria da segurança. No entanto, os proprietários não estão na disposição de despende capital em obras de reabilitação, pois não vão obter qualquer tipo de retorno económico. Nestes casos, apesar do saldo ser nulo, considera-se que existe prejuízo potencial devido à necessidade de levar a cabo investimentos de modernização.

Os custos de remoção são um outro indicador, proposto pela metodologia descrita no capítulo 3 que assenta na confrontação dos custos de remoção com os custos operacionais, de manutenção e de restauro. Com base em pedidos orçamentais efectuados a várias empresas especializadas em demolição de infra-estruturas, obteve-se uma estimativa do custo de demolição de 225€/m<sup>3</sup>. Deste modo, conhecendo as dimensões da estrutura é possível

obter o volume a demolir e, conseqüentemente os custos de remoção. As dimensões da infra-estrutura foram obtidas através de medições no local e da confrontação com valores presentes em projectos elaborados pelos concessionários.

**Tabela 4.22: Custos de remoção do AH de Caniços**

| AH de Caniços                                    |              |
|--------------------------------------------------|--------------|
| Volume a demolir (m <sup>3</sup> )               | 1787,2       |
| Custos da remoção (€)                            | 402.120,00 € |
| Custos operacionais, de manutenção e de restauro | 160.633,37 € |

A tabela 4.22 exemplifica a determinação dos custos de remoção para o AH de Caniços, estando presente no anexo B9 a determinação para as restantes infra-estruturas.

#### 4.4.7 Economia regional (Critérios económicos)

As informações quanto ao nº de empregos gerados pela estrutura foram obtidos através de uma entrevista aos proprietários. Apenas o AH da Fábrica do Papel, AH da Companhia de Banhos do Vizela e o Açude LASA são considerados fontes de emprego. Assim, considere-se o seguinte.

- O AH da Fábrica do Papel fornece energia eléctrica para a Industria Teviz-Têxtil Vizela SA Fabricante de Camisas e Blusas
- A Captação da Mundotêxtil na albufeira do açude do AH da Companhia de Banhos do Vizela abastece água para os processos da Mundotêxtil—Indústrias têxteis, SA
- O Açude LASA fornece água para a LASA – Armando da Silva Antunes SA

As três empresas têxteis acima mencionadas dependem da existência da estrutura como fonte de energia eléctrica ou de água. Caso contrário, teriam de comprar a água ou a energia à rede, o que aumentaria os custos de produção. Hoje em dia, o aumento de custos de produção está bastante associado ao despedimento de trabalhadores e, no limite, ao encerramento das firmas que leva ao despedimento de centenas de trabalhadores.

Ainda que não se considere este efeito de *bola de neve*, há que considerar os empregos associados directamente à estrutura, que, no caso da captação da Mundotêxtil são cerca de 570 colaboradores (captação e tratamento).

Às restantes estruturas estão associados 0 ou 1 trabalhadores, não sendo consideradas fontes de emprego para a economia regional.

#### 4.4.8 Protecção e segurança (Critérios Sociais)

A avaliação dos aspectos sociais relacionados com a protecção e segurança da estrutura foram obtidos através do preenchimento da ficha de campo presente no anexo A10. As informações para o seu preenchimento foram obtidas através de entrevistas aos proprietários, considerações de estudos técnicos elaborados pelos concessionários e análise visual no local tal como proposto na secção 2.5.2.5. A tabela 4.23 exemplifica os resultados obtidos para o *AH de Caniços*.

**Tabela 4.23: Resultados da avaliação da protecção e segurança do AH de Caniços**

|                                                               | AH de Caniços                                                  |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Existe plano de segurança da estrutura?                       | sim                                                            |
| Há potencial para acidentes?                                  | não                                                            |
| Se sim, Quais?                                                |                                                                |
| A remoção da estrutura traz implicações sociais para jusante? | sim                                                            |
| Se sim, Quais?                                                | Inundação de habitações e instalações fabris (temporariamente) |
| A estrutura é segura?                                         | sim                                                            |
| Se não, em que aspectos?                                      |                                                                |

O anexo B10 apresenta os resultados para as restantes estruturas.

#### 4.4.9 Valor Cultural e estético da estrutura (critérios culturais)

As informações relativas ao eventual valor cultural e estético da estrutura ou do trecho livre foram obtidas através de entrevistas com proprietários, habitantes locais e autarquias e de acordo com a ficha de campo patente no anexo A11. De entre as estruturas hidráulicas listadas, chegou-se à conclusão que as seguintes têm valor cultural e/ou estético:

- *Moinho do Pisco*
- *Moinhos do Macavio*
- *Moinho do Gonçalves*
- *AH de Caneiro*
- *Moinhos do Lopes Mudo*
- *Moinho do Maquias*
- *AH da Companhia de Banhos do Vizela*
- *Moinhos da Ramalhada*
- *Azenhas do Outeiro*

As especificidades encontradas em cada estrutura para a atribuição da presente classificação estão presentes no anexo B11.

Quanto às considerações socioculturais relacionadas com a soberania e direitos dos locais, verificou-se que a manutenção das estruturas favorece os direitos mencionados, uma vez que se tratam de estruturas muito antigas em que a sua remoção constitui um dano para o proprietário e habitantes locais devido à perda de património.

No que toca aos direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias, considerou-se que as estruturas: *Moinho do Pisco*, *Moinho do Gonçalves*, *AH de Caneiro*, *AH da Fábrica do Papel*, *Moinho do Maquias*, *Moinhos da Ramalhada* e *Azenhas do Outeiro* têm uma influência positiva no quotidiano dos habitantes locais devido à prestação de serviços que provocam bem-estar social (e.g. ponte de atravessamento do rio, beleza estética, som agradável, ponto de encontro de referência).

Quanto aos direitos das gerações futuras considerou-se que as estruturas: *Moinho do Pisco*, *Moinho do Gonçalves*, *Moinho do Maquias*, *Moinhos da Ramalhada* e *Azenhas do Outeiro* salvaguardam os direitos das gerações vindouras ao acesso a património cultural deixado pelos antepassados não comprometendo o direito de acesso a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado.

Quanto aos reflexos na fauna, considera-se que a remoção de uma qualquer estrutura transversal favorece o restauro dos habitats e das espécies, nomeadamente as piscícolas migradoras com directa influência nas actividades socioculturais associadas a populações ribeirinhas.

#### 4.4.10 Índice de Prioridade de Actuação e Classificação da bacia hidrográfica (Multi-critério)

O Índice de prioridade de actuação foi determinado para cada obstáculo transversal do troço analisado. Tomando o critério exposto na secção 2.5.2.4 que refere ser prioritária a potencial actuação (remoção da estrutura ou construção de escadas de peixes) na estrutura que apresente um valor mais elevado, elaborou-se a tabela 4.24 de classificação da prioridade de actuação, válida apenas para o caso em estudo.

**Tabela 4.24:IPA:Classificação da prioridade de actuação segundo o índice determinado**

| Amplitude numérica | Prioridade de actuação     |
|--------------------|----------------------------|
| >3,6               | Actuação Muito Prioritária |
| 3,3-3,6            | Actuação Prioritária       |
| 3,0-3,3            | Actuação Pouco Prioritária |
| <3                 | Sem Prioridade de actuação |

Na tabela 4.25 está patente um exemplo de cálculo do índice de prioridade actuação para o *AH de Caniços* recorrendo à ficha de campo presente no anexo A8. Os dados referentes ao factor morfológico foram obtidos numa plataforma SIG com base numa *shapefile* da linha de

água do rio Vizela, uma outra referente às estruturas existentes e recorrendo a uma ferramenta de cálculo de distâncias assistida por computador. Os dados referentes ao nível de protecção foram obtidos através da sobreposição das *shapefile* mencionadas anteriormente com a carta das zonas protegidas do ICNB e com a carta dos Sítios de Interesse Comunitário da Rede Natura 2000 estando patente no anexo E4 o mapa referente à referida sobreposição. Os restantes factores foram obtidos através de trabalho de campo e entrevistas aos proprietários.

**Tabela 4.25: Cálculo do Índice de prioridade de actuação para o AH de Caniços**

| AH de Caniços                       |                            |
|-------------------------------------|----------------------------|
| L montante (km)                     | 1,77                       |
| L jusante (km)                      | 0,23                       |
| L total (km)                        | 25,00                      |
| M (Factor morfológico)              | 0,08                       |
| $\sum k_i$                          | 10,13                      |
| $\sum k_t$                          | 38,25                      |
| I (Factor de comunidade de peixes)  | 0,22                       |
| IP (Índice de permeabilidade)       | 40,00                      |
| Ei (presença de espécies invasoras) | 100,00                     |
| P (nível de Protecção)              | 0,00                       |
| A (Abandono)                        | 0,00                       |
| S (seca provocada pelo açude)       | 0,00                       |
| ES (Seca severa)                    | 100,00                     |
| <b>IPA</b>                          | <b>3,26</b>                |
| Prioridade de actuação              | Actuação Pouco prioritária |

O cálculo do referido índice para as restantes estruturas está patente no anexo B8.

A classificação da bacia é um outro indicador que tem por base a estratégia da ARH do Norte I.P. “*Conservação da natureza e restauro da biodiversidade em articulação com a valorização energética da rede hidrográfica: Elementos para a definição da estratégia da ARH do Norte, I.P.*”. Na consulta da referida estratégia constata-se que toda a área de estudo se encontra inserida no programa para a valorização energética de rios - Valener. Importa salientar que os troços de cabeceira do Rio Vizela estão inseridos no programa de restauro de rios, pelo que, qualquer eventual intervenção nos troços da área de estudo poderá ter repercussões nos troços de cabeceira, contribuindo para o seu restauro.

## 4.5 Tomada de decisão

Dada a grande diversidade de factores a ter em conta no processo de decisão de remoção de uma dada estrutura hidráulica, é premente a definição prévia da importância relativa de

cada critério. Na metodologia proposta, essa importância relativa reflecte-se nos pesos a atribuir a cada tipo de critério e indicador. No caso em estudo, os pesos foram atribuídos pelo autor e devidamente validados pela gestão de topo, na pessoa do presidente da ARH do Norte I.P., professor António Guerreiro Brito. Para tornar a análise mais robusta, procedeu-se a uma análise de sensibilidade de forma a averiguar a influência da mudança dos pesos no resultado final. Depois de simulados vários cenários, chegou-se a uma proposta final de pesos presente na tabela 4.26.

Ressalve-se que os pesos relativos deverão atender também, numa fase futura do presente estudo, à opinião pública dos interessados quanto á demolição.

**Tabela 4.26: Proposta final de pesos a atribuir a cada tipo de critério e indicador**

| <b>Peso</b> | <b>Tipo de critério</b> | <b>Peso</b> | <b>Indicador</b>                                                 |
|-------------|-------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|
| 0,1         | Físicos                 | 0,2         | -Risco de incumprimento por represas e açudes                    |
|             |                         | 0,2         | -Índice de compartimentação                                      |
|             |                         | 0,2         | -Índice de continuidade longitudinal                             |
|             |                         | 0,2         | -Nível de assoreamento                                           |
|             |                         | 0,2         | -Risco de incumprimento por regularização por barragens          |
| 0,05        | Químicos                | 0,3         | -Turvação                                                        |
|             |                         | 0,5         | -Níveis de oxigénio dissolvido                                   |
|             |                         | 0,2         | -pH                                                              |
| 0,2         | Ecológicos              | 0,2         | -Riparian Quality Index (RQI)                                    |
|             |                         | 0,2         | -Índice do grau de qualidade do canal (GQC)                      |
|             |                         | 0,3         | -Índice de permeabilidade                                        |
|             |                         | 0,2         | -Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas |
|             |                         | 0,2         | -Risco de incumprimento por Captações.                           |
| 0,3         | Económicos              | 0,9         | -Viabilidade económica                                           |
|             |                         | 0,09        | -Custos de remoção                                               |
|             |                         | 0,01        | -Número de empregos                                              |
| 0,15        | Sociais                 | 0,25        | -Segurança e protecção da estrutura                              |
|             |                         | 0,25        | -Potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas |
|             |                         | 0,25        | -Implicações da remoção da estrutura, para jusante               |
|             |                         | 0,25        | -Percepção de segurança da estrutura                             |
| 0,15        | Culturais               | 0,7         | -Valor cultural e estético                                       |
|             |                         | 0,1         | -Soberania e direitos dos locais                                 |
|             |                         | 0,1         | -Direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias     |
|             |                         | 0,05        | -Direitos das gerações futuras                                   |
|             |                         | 0,05        | -Direitos dos animais                                            |
|             |                         | 0,05        | -Direitos dos animais                                            |
| 0,05        | Multi-critério          | 0,5         | -Índice de prioridade de actuação                                |
|             |                         | 0,5         | -Classificação da bacia hidrográfica                             |

Tendo em conta a elevada diversidade de critérios e disparidade entre a forma de os avaliar, tornou-se necessária a definição de uma estratégia de ponderação final abaixo descrita.

Assim, e dado que a cada um dos indicadores está associada uma escala de 5 cores, em conformidade com o definido no capítulo 2, atribuiu-se a cada uma, uma pontuação, numa escala de 1 a 5, de acordo com a tabela 4.27.

**Tabela 4.27: Escala de pontuações para ponderação final**

| Classificação do indicador | Pontuação do indicador |             |
|----------------------------|------------------------|-------------|
| Azul                       | 5                      | Permanência |
| Verde                      | 4                      |             |
| Amarelo                    | 3                      |             |
| Laranja                    | 2                      |             |
| Vermelho                   | 1                      | Remoção     |

A pontuação final ponderada é o resultado da média ponderada de todos os indicadores tendo em conta os pesos relativos a cada um, de acordo com a tabela 4.26. A partir do resultado da pontuação final ponderada, define-se o índice de estado da estrutura cuja correspondência com a pontuação final ponderada vem descrita na tabela 4.28. Nesta fase do estudo, todos os aspectos avaliados são indicadores que permitem determinar o índice de estado da estrutura.

**Tabela 4.28: Índice de estado da estrutura de acordo com a pontuação final ponderada**

| Pontuação final ponderada | Classificação | Índice de estado da estrutura |
|---------------------------|---------------|-------------------------------|
| 5                         | Azul          | Excelente                     |
| 4                         | Verde         | Bom                           |
| 3                         | Amarelo       | Razoável                      |
| 2                         | Laranja       | Medíocre                      |
| 1                         | Vermelho      | Mau                           |

A tabela 4.29 sistematiza a avaliação de todos os indicadores com intuito de determinar a pontuação final ponderada para as diferentes estruturas hidráulicas consideradas. O resultado final obtido com base em todos os indicadores e pesos relativos referidos, pode, assim, variar também numa escala de 1 a 5, correspondente à escala de cores definida na tabela 4.28.

Esse resultado corresponde ao designado índice de estado da estrutura, que constitui o índice final para avaliação da necessidade de potencial remoção da mesma. Assim, quando as infra-estruturas são classificadas com índice de estado da estrutura *mau* ou *medíocre*, a decisão final deverá ser a sua remoção.

Critérios de decisão de remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água

Tabela 4.29: Classificação final de todos os indicadores de decisão e pontuação final ponderada de cada uma das estruturas hidráulicas em estudo

| Indicador                                                        | AH de Caniços                            | AH de Negrelos II  | AH de Negrelos I   | Moinho do Pisco               | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | AH de Espinho                 | Moinhos do Ramalho            | Moinho do Gonçalves           | AH de Caneiro      | AH da Fábrica do Papel        |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| -Risco de incumprimento por represas e açudes                    | Médio                                    |                    |                    |                               |                                     |                               |                               |                               |                    |                               |
| -Índice de compartimentação                                      | Médio                                    |                    |                    |                               |                                     |                               |                               |                               |                    |                               |
| -Índice de Continuidade longitudinal                             | Médio                                    | Médio              | Médio              | Elevado                       | Elevado                             | Elevado                       | Elevado                       | Elevado                       | Elevado            | Elevado                       |
| -Nível de assoreamento                                           | Muito Elevado                            | Elevado            | Muito Elevado      | Muito Elevado                 | Muito Elevado                       | Muito Elevado                 | Médio                         | Elevado                       | Baixo              | Médio                         |
| -Risco de incumprimento por regularização por barragens          | Nulo                                     | Nulo               | Nulo               | Nulo                          | Nulo                                | Nulo                          | Nulo                          | Nulo                          | Nulo               | Nulo                          |
| -Turvação                                                        | Bom                                      | Bom                | Bom                | Bom                           | Bom                                 | Bom                           | Bom                           | Bom                           | Bom                | Bom                           |
| -Níveis de oxigénio dissolvido                                   | Excelente                                | Excelente          | Excelente          | Excelente                     | Excelente                           | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     | Excelente          | Excelente                     |
| -pH                                                              | Excelente                                | Excelente          | Excelente          | Excelente                     | Excelente                           | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     | Excelente          | Excelente                     |
| -Riparian Quality Index (RQI)                                    | Regular                                  | Muito Pobre        | Muito Pobre        | Pobre                         | Muito Pobre                         | Muito Pobre                   | Muito Pobre                   | Muito Pobre                   | Muito Pobre        | Muito Pobre                   |
| -Índice GQC                                                      | IV                                       | IV                 | IV                 | III                           | III                                 | IV                            | III                           | III                           | IV                 | IV                            |
| -Índice de permeabilidade                                        | Impenetrável                             | Impenetrável       | Impenetrável       | Variável                      | Variável                            | Variável                      | Variável                      | Variável                      | Impenetrável       | Impenetrável                  |
| -Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas | Nulo                                     | Baixo              | Baixo              | N/A                           | Nulo                                | Nulo                          | N/A                           | N/A                           | Baixo              | Nulo                          |
| -Risco de incumprimento por Captações.                           | N/A                                      | N/A                | N/A                | N/A                           | N/A                                 | N/A                           | N/A                           | N/A                           | N/A                | N/A                           |
| -Viabilidade económica                                           | Lucro Potencial                          | Lucro Potencial    | Prejuízo potencial | Lucro Actual                  | Lucro Potencial                     | Lucro Potencial               | Saldo Nulo                    | Lucro Actual                  | Lucro Actual       | Lucro Potencial               |
| -Custos de remoção                                               | Permanência                              | Permanência        | Permanência        | Permanência                   | Permanência                         | Remoção                       | Permanência                   | Permanência                   | Permanência        | Remoção                       |
| -Número de empregos                                              | Não é fonte                              | Não é fonte        | Não é fonte        | Não é fonte                   | Não é fonte                         | Não é fonte                   | Não é fonte                   | Não é fonte                   | Não é fonte        | Fonte de empregos             |
| -Segurança e protecção da estrutura                              | Plano de segurança                       | Plano de segurança | Plano de segurança | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança       | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança | Plano de segurança | Não existe plano de segurança |
| -Potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas | Não existe                               | Não existe         | Não existe         | Não existe                    | Potencial para acidentes            | Não existe                    | Potencial para acidentes      | Não existe                    | Não existe         | Não existe                    |
| -Implicações da remoção da estrutura, para jusante               | Sim                                      | Não há implicações | Não há implicações | Não há implicações            | Não há implicações                  | Não há implicações            | Não há implicações            | Não há implicações            | Sim                | Sim                           |
| -Percepção de segurança da estrutura                             | Estrutura Segura                         | Estrutura Segura   | Estrutura Segura   | Estrutura Segura              | Estrutura Insegura                  | Estrutura Segura              | Estrutura Insegura            | Estrutura Segura              | Estrutura Segura   | Estrutura Segura              |
| -Valor cultural e estético                                       | Não tem valor                            | Não tem valor      | Não tem valor      | Valor Cultural                | Valor cultural                      | Não tem valor                 | Não tem valor                 | Valor Cultural                | Valor estético     | Não tem valor                 |
| -Soberania e direitos dos locais                                 | P                                        | P                  | P                  | P                             | P                                   | P                             | P                             | P                             | P                  | P                             |
| -Direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias     | R                                        | R                  | R                  | P                             | R                                   | R                             | R                             | P                             | P                  | P                             |
| -Direitos das gerações futuras                                   | R                                        | R                  | R                  | P                             | R                                   | R                             | R                             | P                             | R                  | R                             |
| -Direitos dos animais                                            | R                                        | R                  | R                  | R                             | R                                   | R                             | R                             | R                             | R                  | R                             |
| -Índice de prioridade de actuação                                | Pouco Prioritária                        | Pouco Prioritária  | Pouco Prioritária  | Pouco Prioritária             | Prioritária                         | Prioritária                   | Prioritária                   | Pouco Prioritária             | Pouco Prioritária  | Pouco Prioritária             |
| -Classificação da bacia hidrográfica                             | Bacia favorável à valorização energética |                    |                    |                               |                                     |                               |                               |                               |                    |                               |
| Pontuação Final Ponderada/<br>Índice de estado da estrutura      | 3,868                                    | 3,618              | 2,518              | 4,258                         | 3,698                               | 3,430                         | 2,238                         | 4,158                         | 4,268              | 3,622                         |

Legenda:  
P - Permanência  
R - Remoção  
N/A - Não se aplica

Continuação da Tabela 4.29

| Indicador                                                        | Moinhos do Lopes Mudo                    | Moinhos do Lopes Mudo         | Moinho do Maquias/<br>AH de Maquias | AH de Vizela                  | AH da Companhia de Banhos do Vizela                  | Açude LASA                    | Moinhos da Ramalhada          | AH de Tagilde                 | Azenhas de Cabreira           | Azenhas do Outeiro            |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| -Risco de incumprimento por represas e açudes                    | Médio                                    |                               |                                     |                               |                                                      |                               |                               |                               |                               |                               |
| -Índice de compartimentação                                      | Médio                                    |                               |                                     |                               |                                                      |                               |                               |                               |                               |                               |
| -Índice de Continuidade longitudinal                             | Muito Elevado                            | Muito Elevado                 | Muito Elevado                       | Muito Elevado                 | Muito Elevado                                        | Muito Elevado                 | Muito Elevado                 | Muito Elevado                 | Muito Elevado                 | Muito Elevado                 |
| -Nível de assoreamento                                           | Médio                                    | Muito Elevado                 | Elevado                             | Elevado                       | Elevado                                              | Elevado                       | Elevado                       | Elevado                       | Elevado                       | Elevado                       |
| -Risco de incumprimento por regularização por Barragens          | Nulo                                     | Nulo                          | Nulo                                | Nulo                          | Nulo                                                 | Nulo                          | Nulo                          | Nulo                          | Nulo                          | Nulo                          |
| -Turvação                                                        | Bom                                      | Bom                           | Bom                                 | Bom                           | Bom                                                  | Bom                           | Bom                           | Bom                           | Bom                           | Bom                           |
| -Níveis de oxigénio dissolvido                                   | Excelente                                | Excelente                     | Excelente                           | Excelente                     | Excelente                                            | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     |
| -pH                                                              | Excelente                                | Excelente                     | Excelente                           | Excelente                     | Excelente                                            | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     | Excelente                     |
| -Riparian Quality Index (RQI)                                    | Pobre                                    | Pobre                         | Muito Pobre                         | Muito Pobre                   | Muito Pobre                                          | Pobre                         | Pobre                         | Muito Pobre                   | Pobre                         | Muito Pobre                   |
| -Índice GQC                                                      | IV                                       | IV                            | IV                                  | IV                            | III                                                  | III                           | III                           | IV                            | IV                            | IV                            |
| -Índice de permeabilidade                                        | Variável                                 | Impenetrável                  | Variável                            | Impenetrável                  | Impenetrável                                         | Variável                      | Variável                      | Impenetrável                  | Impenetrável                  | Impenetrável                  |
| -Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas | N/A                                      | N/A                           | Nulo                                | Nulo                          | Alto                                                 | N/A                           | N/A                           | Nulo                          | N/A                           | N/A                           |
| -Risco de incumprimento por Captações.                           | N/A                                      | N/A                           | N/A                                 | N/A                           | Baixo                                                | Baixo                         | N/A                           | N/A                           | N/A                           | Baixo                         |
| -Viabilidade económica                                           | Saldo Nulo                               | Saldo Nulo                    | Lucro Potencial                     | Lucro Potencial               | Lucro Actual (captação) e Potencial (Hidroeléctrico) | Lucro Actual                  | Saldo Nulo                    | Lucro potencial               | Saldo Nulo                    | Lucro Actual                  |
| -Custos de remoção                                               | Permanência                              | Permanência                   | Permanência                         | Permanência                   | Remoção                                              | Remoção                       | Permanência                   | Permanência                   | Permanência                   | Permanência                   |
| -Número de empregos                                              | Não é fonte                              | Não é fonte                   | Não é fonte                         | Não é fonte                   | Fonte de Empregos                                    | Fonte de Empregos             | Não é fonte                   | Não é fonte                   | Não é fonte                   | Não é fonte                   |
| -Segurança e protecção da estrutura                              | Não existe plano de segurança            | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança       | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança                        | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança | Não existe plano de segurança |
| -Potencial para ocorrência de acidentes e perda de vidas humanas | Não existe                               | Potencial para acidentes      | Não existe                          | Não existe                    | Não existe                                           | Não existe                    | Não existe                    | Não existe                    | Potencial para acidentes      | Potencial para acidentes      |
| -Implicações da remoção da estrutura, para jusante               | Não há implicações                       | Não há implicações            | Não há implicações                  | Não há implicações            | Não há implicações                                   | Não há implicações            | Não há implicações            | Não há implicações            | Não há implicações            | Não há implicações            |
| -Percepção de segurança da estrutura                             | Estrutura Insegura                       | Estrutura Insegura            | Estrutura Segura                    | Estrutura Segura              | Estrutura Segura                                     | Estrutura Segura              | Estrutura Insegura            | Estrutura Insegura            | Estrutura Insegura            | Estrutura Insegura            |
| -Valor cultural e estético                                       | Valor Cultural                           | Valor Cultural                | Valor Cultural                      | Não tem valor                 | Valor Cultural                                       | Não tem valor                 | Valor Cultural                | Não tem valor                 | Não tem valor                 | Valor Cultural                |
| -Soberania e direitos dos locais                                 | P                                        | P                             | P                                   | P                             | P                                                    | P                             | P                             | P                             | P                             | P                             |
| -Direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias     | R                                        | R                             | P                                   | R                             | R                                                    | R                             | P                             | R                             | R                             | P                             |
| -Direitos das gerações futuras                                   | R                                        | R                             | P                                   | 1                             | R                                                    | R                             | P                             | R                             | R                             | P                             |
| -Direitos dos animais                                            | R                                        | R                             | R                                   | R                             | R                                                    | R                             | R                             | R                             | R                             | R                             |
| -Índice de prioridade de actuação                                | Prioritária                              | Prioritária                   | Prioritária                         | Muito Prioritária             | Pouco Prioritária                                    | Sem Prioridade                | Pouco Prioritária             | Muito Prioritária             | Muito Prioritária             | Pouco Prioritária             |
| -Classificação da bacia hidrográfica                             | Bacia favorável à valorização energética |                               |                                     |                               |                                                      |                               |                               |                               |                               |                               |
| Pontuação Final Ponderada/<br>Índice de estado da estrutura      | 2,788                                    | 2,478                         | 4,013                               | 3,393                         | 3,692                                                | 3,557                         | 2,948                         | 3,243                         | 2,053                         | 3,638                         |

A partir da tabela 4.29, pode concluir-se, que os açudes relativos aos *Moinhos do Ramalho*, *Moinhos do Lopes Mudo* e *Azenhas de Cabreira* deverão ser removidos do rio Vizela numa perspectiva da melhoria do seu estado ecológico.

Resumem-se, de seguida, as principais razões que sustentam essa decisão de remoção.

*Moinhos do Ramalho:*

- Segurança da estrutura
- Obsolescência económica
- Inactividade
- Alteração do regime de caudais e do canal
- Obsolescência estrutural
- Interferência negativa em outras estruturas em exploração

*Moinhos do Lopes Mudo:*

- Obsolescência económica
- Inactividade
- Impermeabilidade à passagem de peixes, nomeadamente salmonídeos - *Salmo trutta* (truta-marisca, truta-frio, truta-de-rio) e ciprnideos - *Barbus bocagei* (barbo comum, Barbo do Norte) e *Chondrostoma duriensis* (Boga do Douro)
- Assoreamento *Muito elevado*
- Alteração do regime de caudais e do canal
- Melhoria da estética do rio
- Melhoria da qualidade da galeria ripária

*Azenhas de Cabreira:*

- Segurança da estrutura
- Obsolescência económica
- Inactividade
- Impermeabilidade à passagem de peixes, nomeadamente salmonídeos - *Salmo trutta* (truta-marisca, truta-frio, truta-de-rio) e ciprnideos - *Barbus bocagei* (barbo comum, Barbo do Norte) e *Chondrostoma duriensis* (Boga do Douro)
- Assoreamento *Elevado*
- Melhoria da qualidade da galeria ripária
- Alteração do regime de caudais e do canal

Todos os açudes propostos para demolição, para além de não estarem a prestar qualquer tipo de serviço, estão a provocar uma quebra na conectividade longitudinal do rio Vizela. No anexo F está patente uma reportagem fotográfica dos açudes a demolir.

O encerramento de muitas empresas têxteis no vale do Vizela provocou uma diminuição das descargas e consequente carga poluente no leito do rio. Existe, agora, uma oportunidade concreta de restaurar o rio, uma vez que são notórias as melhorias no seu estado ecológico quer pela simples análise visual, quer pelo ressurgimento de espécies piscícolas. Assim, a remoção das estruturas mencionadas tem um papel premente no restauro da conectividade longitudinal do rio Vizela.

No entanto, a complexidade dos processos fluviais faz com que a remoção dos açudes não tenha efeitos significativos na melhoria do estado ecológico se não for acompanhada de medidas compensatórias. O restauro de um rio prevê a integração de várias medidas no sentido da recuperação das funções do ecossistema.

Nesse sentido, propõe-se a construção de escadas de peixes e o estabelecimento de um regime de caudais ecológicos em todas as outras estruturas que se vão manter. Durante o trabalho de campo foi possível constatar a inoperacionalidade dos dispositivos de descarga de fundo tendo este facto contribuído para uma maior acumulação de sedimentos. Nesse sentido, propõe-se uma recuperação da operacionalidade das descargas de fundo de forma a diminuir o assoreamento das albufeiras ou troços a montante.

## 4.6 Consulta Pública

Ressalve-se que os factores que levaram à decisão de remoção são meramente técnicos e não tiveram em linha de conta a opinião pública acerca dos serviços prestados pelos açudes. Nesse sentido, poderão haver estruturas que aparentemente não prestam qualquer tipo de serviço, não obstante, existe alguém que possa sair prejudicado com a sua remoção. Para salvaguardar estas e outras situações, foi aberto um período de consulta pública. A sua concretização passou pela publicação de um edital, cujo modelo está patente no anexo D1, que convida todos os interessados que tenham objecções à potencial remoção, para, querendo, apresentar por escrito as mesmas durante o prazo de 20 dias.

Os editais foram afixados em todas as Câmaras Municipais e Juntas de Freguesia afectas à estrutura, bem como, na entrada e no site oficial da ARH do Norte I.P. Os proprietários foram informados da afixação dos editais através de ofício registado com aviso de recepção.

Em resposta ao referido edital, nenhum dos interessados levantou qualquer tipo de objecção à remoção da estrutura *Azenhas de Cabreira*.

O proprietário dos *Moinhos do Ramalho* respondeu ao edital mostrando desacordo com a remoção da estrutura tomando como argumento o facto da melhoria da conectividade do rio ser compatível com a presença da estrutura. No entanto, note-se que o mesmo refere-se à demolição da estrutura presente na margem, não emitindo opiniões desfavoráveis à demolição do açude que, efectivamente quebra a conectividade do rio Vizela. Tendo em conta os argumentos usados na exposição do proprietário dos *Moinhos do Ramalho* e caso haja

desacordo com a remoção do açude, ressalve-se a influência de estruturas hidráulicas no ecossistema fluvial descritas na secção 2.3 do presente trabalho.

Pelo contrário, o proprietário da *Moagem de Cereais Gonçalves (Moinho do Gonçalves)* situada a montante dos *Moinhos do Ramalho* respondeu ao edital referente à demolição através de ofício em que refere o desmantelamento da estrutura como benéfica para a sua actividade, narrando: *esta demolição é de total interesse para o bom funcionamento da minha moagem, uma vez que facilita o caudal do rio e não gerará demasiado represamento das águas em alturas de maior pluviosidade e de enchentes do rio Vizela*. Relembra, ainda, que em Outubro de 2002, enviou um ofício à Direcção Regional do Ambiente e do Ordenamento do Território – Norte - Divisão do Domínio Hídrico, que corrobora o parecer quanto à demolição do dito açude. Na comunicação de Outubro de 2002, o proprietário do *Moinho do Gonçalves* denuncia uma empreitada ilegal que procedeu à *colocação de pedras de grande volume e peso precisamente no local daquele açude* depois de o açude ter sido parcialmente desmantelado para que a *água do rio não ficasse represada em demasia*.

Quanto aos *Moinhos dos Lopes Mudo*, a Junta de Freguesia de Moreira de Cónegos respondeu ao edital mostrando *desacordo com qualquer intervenção que tenha como objectivo apagar parte da história de Moreira de Cónegos e do rio Vizela*. *Os moinhos do Lopes Mudo foram na altura uma importante indústria de moagem que empregava algumas pessoas e servia as populações da região, tendo sido edificadas junto ao edifício daquela que foi a 1ª Fábrica de papel de Portugal*. Tendo em conta a exposição da Junta de Freguesia de Moreira de Cónegos, sugere-se a demolição apenas do açude, deixando intactas as estruturas marginais associadas (casa do moleiro e moinhos) para que a vontade de restaurar os antigos moinhos possa ser levada a cabo num futuro próximo, como sugere a Junta de freguesia de Moreira de Cónegos no mesmo ofício. Quanto ao argumento relacionado com a proximidade à 1ª Fábrica do papel do País, parece razoável considerar o descrédito quanto à opinião pois o valor de uma estrutura não é avaliado devido à proximidade com outras de elevada importância que, acrescente-se, já não existem.

Uma vez que durante o processo de decisão teve-se em conta o valor histórico associado aos *Moinhos do Lopes Mudo*, não houve necessidade de alterar os pesos relativos de acordo com a opinião dos interessados. Também não houve necessidade de alteração de pesos relativos do índice de estado da estrutura dos *Moinhos do Ramalho* e *Azenhas de Cabreira* devido à inexistência de opiniões bem fundamentadas desfavoráveis à remoção.

Assim, a ARH do Norte I.P. está a iniciar o processo de demolição das referidas estruturas, tendo já sido elaborado o caderno de encargos para iniciar o procedimento de concurso público destinado à empreitada de demolição dos três açudes.



## Capítulo 5

### Conclusões

O presente trabalho foi desenvolvido e orientado para contribuir para a avaliação de estruturas hidráulicas em cursos de água, no sentido de desenvolver uma metodologia auxiliar no processo de decisão de remoção das mesmas no quadro da melhoria do estado ecológico das massas de água preconizada pela DQA.

A análise do enquadramento legal permitiu concluir que o processo de decisão deve ter em conta o cumprimento dos objectivos propostos pela DQA em termos de melhoria do estado ecológico, mas não deve menosprezar os objectivos de política energética nacional presentes na Estratégia Nacional para a Energia.

Após a revisão bibliográfica, concluiu-se que a necessidade de potencial remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água pode ser devida a diversos factores, a saber: alteração das funções de conectividade do ecossistema, inundação do habitat dos animais selvagens, alteração do fluxo do rio, alteração da temperatura e qualidade da água, retenção de sedimentos e nutrientes e a mudança da estética e dos valores tradicionais do ambiente natural. Assim, a remoção de estruturas hidráulicas tem efeitos positivos no longo prazo em vários aspectos da dinâmica do rio. Já os efeitos negativos de remoção de estruturas transversais são, geralmente, de curto prazo e podem ser minimizados através de um planeamento cuidadoso.

O processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas passa pela definição das metas e objectivos, identificação dos principais critérios a considerar, recolha e avaliação de dados e tomada de decisão.

Na primeira etapa do estudo devem ser considerados os objectivos associados aos serviços para os quais a estrutura foi construída em contraponto com os objectivos que, porventura, não estejam a ser cumpridos devido à presença da estrutura.

Quanto ao tipo de critérios a considerar na decisão, a bibliografia é consensual ao referir os aspectos ambientais (físicos, químicos e ecológicos), económicos, sociais e culturais como questões chave, pelo que o sucesso para uma boa decisão está na integração de todos estes

aspectos. Assim, de entre os indicadores e índices presentes na bibliografia, seleccionaram-se os que poderão vir a ser aplicados num processo de avaliação da necessidade de potencial remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água, tendo sido construída uma matriz de critérios de decisão que considera os seguintes parâmetros: segmentação da rede do rio, geomorfologia de montante, qualidade da água a montante, ecossistemas ribeirinhos, ecossistemas aquáticos, serviços económicos da estrutura, economia regional, protecção e segurança, cultura e estética da estrutura e ainda parâmetros multi-critério que têm em linha de conta diversos factores.

Uma vez definidos os critérios de decisão, fez-se a respectiva aplicação ao trecho de um rio da área de jurisdição da ARH do Norte I.P. A escolha do trecho de rio foi feita dando preferência a rios mal classificados em termos de estado ecológico que alberguem, no seu leito, aproveitamentos hidroeléctricos desactivados. Tomou-se para estudo o trecho do rio Vizela classificado como *medíocre* e aplicou-se a metodologia de avaliação da necessidade de remoção a todo o património hidráulico construído. Assim, realizaram-se saídas de campo no rio Vizela, no sentido de testar a metodologia em termos da sua exequibilidade no contexto nacional e a possibilidade de ser levada a cabo em tempo útil. A recolha e avaliação dos dados permitiram concluir que os indicadores e índices desenvolvidos aparentam ser úteis e eficazes no processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água.

Após a análise e ponderação dos resultados, chegou-se à conclusão que os açudes relativos aos *Moinhos do Ramalho*, *Moinhos do Lopes Mudo* e *Azenhas de Cabreira* deverão ser removidos do rio Vizela numa perspectiva da melhoria do seu estado ecológico. A consulta pública dos interessados foi levada a cabo através da publicação de um edital. Em resposta ao referido edital, nenhum dos interessados levantou qualquer tipo de objecção bem fundamentada em relação à remoção das estruturas *Moinhos do Ramalho* e *Azenhas de Cabreira*. Quanto aos *Moinhos do Lopes Mudo*, registou-se uma opinião desfavorável à demolição, no entanto, não houve alteração de pesos pois o argumento utilizado já tinha sido tido em conta no processo de decisão. Nesse sentido, a ARH do Norte I.P. está a iniciar o processo de demolição das referidas estruturas, tendo já sido elaborado o caderno de encargos para iniciar o procedimento de concurso público destinado à empreitada de demolição dos três açudes.

Conclui-se, assim, que a proposta de metodologia elaborada é constituída por uma grande diversidade de parâmetros, a sua ponderação e o envolvimento dos interessados é a chave para uma boa decisão.

A problemática desenvolvida no presente trabalho encontra-se ainda em desenvolvimento, pelo que, a metodologia proposta necessita de ser aplicada a um maior número de estudos de caso onde se poderá testar a sua sensibilidade e aplicabilidade. Recomenda-se, também, que após a demolição, se proceda à monitorização do estado do rio Vizela para verificar os efeitos dos desmantelamentos no estado ecológico do rio.

O presente estudo visou contribuir para a implementação da DQA no sentido da melhoria dos processos de avaliação e decisão, em síntese, contribuir para o processo de restauro de rios, para a sustentabilidade e qualidade de vida das populações.

## Bibliografia

- ACA - AGÊNCIA DE ÁGUA CATAL (2006). *Directiva Marco del Agua en Catalua*.
- ACKER, P., WHITE, W.R. (1973). *Sediment transport: New Approach and Analysis*. Journal of the Hydraulics Division, ASCE, Proceedings of the American Society of civil Engineers, Vol 99, HY11, 2041-2060
- ALCÁCER, CÉSAR ET AL. (2010). *Recomendaciones para la concertación de regímenes ecológicos de caudales en el marco de la planificación hidrológica espaola*. acedido em Fevereiro de 2011 em <<http://www.fnca.eu/fnca/docu/docu316.pdf>>
- ALVES, M. H. & A. G. HENRIQUES (1994). *O caudal ecológico como medida de minimização dos impactes nos ecossistemas lticos. Métodos para a sua determinação e aplicações*. Actas do 6º SILUSB/1º SILUSBA, Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Lisboa, 11 a 14 de Abril de 1994. APRH/ABRH, pp. 177-190.
- AR - AMERICAN RIVERS (1999). *Dam Removal Success Stories*. Acedido em Março de 2011 em <<http://www.dnr.state.mi.us/publications/pdfs/Fishing/dams/SuccessStoriesReport.pdf>>
- AR - AMERICAN RIVERS (2002a). *Exploring Dam removal - A Decision-Making Guide*. acedido em Março de 2011 em <[http://act.americanrivers.org/site/DocServer/Exploring\\_Dam\\_Removal-A\\_Decision-Making\\_Guide.pdf?docID=3641](http://act.americanrivers.org/site/DocServer/Exploring_Dam_Removal-A_Decision-Making_Guide.pdf?docID=3641)>
- AR - AMERICAN RIVERS (2002b). *The ecology of dam removal*. Acedido em Fevereiro de 2011 em <<http://www.michigandnr.com/PUBLICATIONS/PDFS/fishing/dams/EcologyofDamRemoval.pdf>>
- ARH - ADMINISTRAÇÃO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO NORTE - (2010). *Conservação da natureza e restauro da biodiversidade em articulação com a valorização energética da rede hidrográfica: Elementos para a definição da estratégia da ARH do Norte, I.P.* acedido em Fevereiro de 2011 em <http://www.arhnorte.pt/doc.php?co=508>

- AVISO N.º 12677/2000 (2.ª série). DR 194 SÉRIE II de 2000-08-23
- AWWA, APHA, WEF (1995). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19<sup>th</sup> Edition; 4500-O-B
- BEDNAREK, A. (2001). *Undamming Rivers: A Review of the Ecological Impacts of Dam Removal*. *Environmental Management* 27(6):803-814.)
- BRUNE, G.M., (1953). *Trap efficiency of reservoirs: Transactions of the American Geophysical Union*. v. 34, no. 3, p. 407-418
- CHD - CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO (2010). *Diagnóstico de la conectividad longitudinal de la cuenca del duero*. Clave 452-A 611.13.04/2008
- CORTES, R.M.V., TEIXEIRA, A., CRESPI, A., OLIVEIRA, S., VAREJÃO, E. & PEREIRA, A. (1999). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Lima. 1ª Fase. Análise e Diagnóstico da Situação de Referência (Componente Ambiental)*. Anexo 9. Min. do Ambiente. 257 pp.
- DECRETO-LEI N.º 226-A/2007. DR 105 SÉRIE I 2º SUPLEMENTO de 2007-05-31
- DIRECTIVA 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho (23.Out.2000).
- FREEMAN, A.M. (1993). *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*. Washington, DC: Resources for the Future Press.
- HIDRORUMO et al. (2000). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Ave 1ª Fase – Volume I – Síntese*
- HJHC - H. JOHN HEINZ III CENTER FOR SCIENCE, ECONOMICS AND THE ENVIRONMENT (2002). *DAM REMOVAL: Science and Decision Making* acedido em Março de 2011 em <[http://www.heinzctr.org/publications/PDF/Dam\\_removal\\_full\\_report.pdf](http://www.heinzctr.org/publications/PDF/Dam_removal_full_report.pdf)>
- HOFFERT-HAY, DENISE (2008). *Small Dam Removal in Oregon A Guide for Project Managers*. acedido em Fevereiro de 2011 em <http://www.oregon.gov/OWEB/docs/pubs/SmallDamRemovalGuide.pdf?ga=t>

- HSN- HIDROELÉCTRICA DE S. NICOLAU SA (2008). *Descrição e estudo técnicos para obtenção de concessão para utilização de recursos hídricos para a produção de energia eléctrica - Aproveitamento hidroeléctrico de Negrelos no rio Vizela*. Arquivo da ARH do Norte I.P.
- ICNB - INSTITUTO DA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA E DA BIODIVERSIDADE (2001). *Livro vermelho dos vertebrados de Portugal*. Lisboa. 660 pp.
- INAG, I.P. (2002). *Aplicação da directiva relativa ao tratamento de águas residuais urbanas. em Portugal* acedido em Março de 2011 em [http://www.inag.pt/inag2004/port/r\\_externas/ue/ag\\_res\\_urb/RelAgResiduais\\_2000.pdf](http://www.inag.pt/inag2004/port/r_externas/ue/ag_res_urb/RelAgResiduais_2000.pdf)
- INAG, I.P. (2008). *Utilizações dos recursos hídricos - Guias interpretativos do quadro legal em vigor - Utilizações tituladas por autorização (recursos hídricos particulares) - implantação de infra-estruturas hidráulicas*. acedido em Março de 2011 em [http://www.inag.pt/sniturh\\_guias/DOCS/PUBLICO/5%20Guias\\_utiliz\\_Infra\\_hidr.pdf](http://www.inag.pt/sniturh_guias/DOCS/PUBLICO/5%20Guias_utiliz_Infra_hidr.pdf)
- INAG, I.P. (2009). *Critérios para a Classificação do Estado das Massas de Água Superficiais – Rios e Albufeiras*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P
- LEI N.º 54/2005. DR 219 SÉRIE I-A de 2005-11-15
- LEI N.º 58/2005. DR 249 SÉRIE I-A de 2005-12-29
- LENCASTRE, A. FRANCO, F.M. (1984). *Lições de Hidrologia*. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa
- MAIA, RODRIGO. (2009). *Apontamentos das aulas de Aproveitamentos Hidráulicos e Obras Fluviais*. FEUP
- MARCHAMALO M., ALONSO C., GARCÍA DE JALÓN D. (2002). *Propuestas de criterios para la demolición de embalses: ejemplos prácticos en el caso español*. E.T.S.I. Montes Universidad Politécnica de Madrid acedido em Março de 2011 em [http://grupo.us.es/ciberico/archivos\\_acrobat/porto2marchamalo.pdf](http://grupo.us.es/ciberico/archivos_acrobat/porto2marchamalo.pdf)
- MCCULLOUGH, D.G. (1968). *The Johnstown Flood*. New York: Simon and Shuster.
- MCCULLY, P. 1996. *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*. London: Zed Books.

- NP-581 (1969). *Determinação da massa volúmica e da absorção da água de britas e godos.*
- NOTAS TÉCNICAS DEL CIREF, Nº 4, (2010). *¿QUÉ ES RESTAURACIÓN FLUVIAL?*. Acedido em Fevereiro de 2011 em <<http://www.fnca.eu/fnca/docu/docu311.pdf>>
- PINI PRATO, E. (2007). *Descrittori per interventi di ripristino della continuità fluviale: Indici di priorità di intervento.* Biologia Ambientale, 21(1): 9-16.
- RESOLUÇÃO DO CONSELHO DE MINISTROS N.º 29/2010, DR 73Série I de 15 de Abril de 2010
- RIBEIRO, F., BELDADE, R., DIX, M. & BOCHECHAS, J. (2007). *Carta Piscícola Nacional.* Direcção Geral dos Recursos Florestais-Fluviatilis, Lda. Publicação Electrónica (versão 01/2007).
- RIVER HABITAT SURVEY – RHS (2003). *Field Survey Guidance Manual.* U.K. e Irlanda. Asiantaeth yr Amgylchedd, Environment Agency.
- TÁNAGO, MARTA GONZÁLEZ (2006). *Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el context de la directive marco del agua.*
- TEIGA, P. M.(2003). *Reabilitação de ribeiras em zonas edificadas.* Tese de mestrado em Engenharia do Ambiente. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- USDIBR - U.S. DEPARTMENT OF INTERIOR. BUREAU OF RECLAMATION (2000). *Matilija Dam Removal Appraisal Report.*
- WALTER H, GRAF; (2001). *Fluvial Hydraulics,* Wiley. ISBN: 0-471-97714-4
- WEBB, B.W., AND D.E. WALLING (1996). *Water Quality II: Chemical Characteristics. River Flows and Channel Forms.* London: Blackwell Science.

# Anexos

## A1-Ficha de campo - Informações gerais das estruturas hidráulicas do trecho em estudo

|                   |    |           |  |
|-------------------|----|-----------|--|
| Nome da estrutura |    |           |  |
| Coordenadas       | M: | Distrito  |  |
|                   | P: | Concelho  |  |
| Proprietário      |    | Freguesia |  |

Para que servio(s) foi a estrutura projectada, ou posteriormente alterada :

- Energia mecânica ☐
- Hidroeléctrica ☐
- Controle de cheias ☐
- Abastecimento de gua ☐
- Recreação ☐
- Rega ☐
- Navegação ☐

O servio (s) ou os benefícios que a estrutura fornece hoje?

\_\_\_\_\_

Em que ano foi construída a estrutura? \_\_\_\_\_ Em que ano se levaram a cabo reparações significativas e / ou reconstrução? \_\_\_\_\_

De que materiais  constituída a estrutura? \_\_\_\_\_

Quem é o proprietário/concessionário da estrutura? \_\_\_\_\_

Qual o organismo público que tem autoridade reguladora? \_\_\_\_\_

Existe um potencial dos sedimentos retidos a montante da estrutura estarem contaminados?

Existem planos de gestão de bacia publicados para o rio? \_\_\_\_\_

Objectivo de base subjacente solicitado para análise da remoção da estrutura?

\_\_\_\_\_

Quem tem uma participação na decisão sobre o futuro da estrutura? \_\_\_\_\_

## A2-Ficha de campo - Nível de assoreamento

|                                                     |  |
|-----------------------------------------------------|--|
| Volume anual afluyente (V) m <sup>3</sup>           |  |
| Caudal sólido (g/s)                                 |  |
| Volume anual Retido (m <sup>3</sup> )               |  |
| Capacidade inicial da albufeira (m <sup>3</sup> )   |  |
| Tempo de exploração na data da observação (anos)    |  |
| Capacidade da albufeira observada (m <sup>3</sup> ) |  |
| Assoreamento observado (%)                          |  |

|                    |  |
|--------------------|--|
| d*(m)              |  |
| d(m)               |  |
| U(m/s)             |  |
| u* (m/s)           |  |
| Ss                 |  |
| T (°C)             |  |
| h <sub>m</sub> (m) |  |

### A2.1 - Procedimento do ensaio de peneiração para determinação do diâmetro característico dos sedimentos

O diâmetro característico dos sedimentos é determinado através da análise granulométrica, do material de leito que passa pela determinação do tamanho das partículas e suas respectivas percentagens de ocorrência. A distribuição granulométrica é obtida através de ensaios de peneiração. A determinação da granulometria por peneiração requer os seguintes procedimentos:

- recolha da amostra
- secagem ao ar livre ou em estufa
- pesar 1kg da amostra
- classificação granulométrica das amostras:
  - a) preparação de duas séries de peneiros de malha decrescente
  - b) colocação do tabuleiro de fundo em cada uma das séries
  - c) colocação da amostra na série de peneiros
  - d) classificação em agitador vibratório durante 5 min
  - e) colocação de cada um dos lotes resultantes em recipientes separados
  - f) colocação do material depositado no tabuleiro de fundo
  - g) pesagem de cada um dos lotes resultantes
    - determinação da percentagem relativa de cada lote, relativamente à massa inicial da amostra
    - cálculo da percentagem de material em cada lote
    - cálculo de cada um dos percentis (d<sub>25</sub>; d<sub>50</sub>; d<sub>75</sub>)

## A2.2 - Determinação da massa volúmica dos sedimentos

A massa volúmica das partículas secas é o quociente da massa da amostra seca pelo volume do material das partículas mais a de todos os seus poros.

### Procedimento experimental

Lavar a amostra até remover todas as impurezas superficiais. Deixar a amostra mergulhada em água, durante 24 h, à temperatura ambiente, tendo o cuidado de agitar algumas vezes para desprender as bolhas de ar que vão sendo expulsas do material. Anotar a temperatura da água. Retirar a amostra e limpar a superfície das partículas com uma toalha ou pano húmidos (no caso de ser possível), mas evitando a perda de água absorvida. Pesar a amostra ( $m_1$ ).

Em seguida, introduzir a amostra na proveta, e preencher com água até cerca de 90% da sua capacidade, agitar para desprender quaisquer bolhas de ar que tenham ficado agarradas ao material. Completar o enchimento da proveta com água e deixar estabilizar a temperatura. Enxaguar a proveta cuidadosamente e pesar ( $m_{2^*}$ ).

Vazar a proveta e encher com água à temperatura anteriormente determinada, enxaguar e pesar novamente ( $m_{2^{**}}$ ).

Secar a amostra na estufa entre os 105 e 110 °C, até massa constante ( $m_3$ ).

Sendo:  $m_1$  - massa da amostra com as partículas saturadas  
 $m_2$  - massa da amostra imersa ( $m_{2^*}-m_{2^{**}}$ )  
 $m_3$  - massa da amostra seca  
 $\rho$  - massa volúmica da água à temperatura a que se realizou o ensaio ( $\text{kg/m}^3$ )

a massa volúmica da amostra impermeável das partículas, expressa em  $\text{kg/m}^3$ , é:

$$\frac{m_3}{m_3 - m_2} \times \rho$$

a massa volúmica das partículas saturadas, expressa em  $\text{kg/m}^3$ , é:

$$\frac{m_1}{m_1 - m_2} \times \rho$$

A massa volúmica das partículas secas, expressa em  $\text{kg/m}^3$ , é:

$$\frac{m_3}{m_1 - m_2} \times \rho$$

Os valores da massa volúmica da água ( $\rho$ ) são:

Até 20 °C – 1000  $\text{kg/m}^3$

De 20 a 30 °C – 997  $\text{kg/m}^3$

### A3-Protocolos de análises químicas da qualidade da água a montante (métodos standart)

#### Determinação do oxigénio dissolvido pelo método de Winckler modificado com azida e tiosulfato de sódio (AWWA, 1995)

##### Preparação de Reagentes:

- Solução de sulfato de manganês

Dissolver 480 g de  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , 400 g de  $\text{MnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ou 364 g de  $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  em água destilada, filtrar e diluir até 1000 ml. Esta solução não deve corar com amido quando adicionado à solução acidificada de iodeto de potássio.

- Reagente alcali-iodeto-azida

a) Para amostras saturadas ou quase saturadas: dissolver 500 g de NaOH (ou 700 g de KOH), 135 g de NaI (ou 150 g de KI) e 10 g de azida em água destilada e diluir a 1000 ml. Esta solução não deve corar com amido ao diluir o acidificante.

b) para amostras super-saturadas: dissolver 10 g de azida,  $\text{NaN}_3$ , em 500 ml de água destilada. Adicionar 480 g de hidróxido de sódio, NaOH, e 750 g de iodeto de sódio, NaI, e agitar até dissolver. Permanecerá uma turvação branca no reagente, que não causará qualquer interferência.

**ATENÇÃO:** não acidificar esta solução pois podem ser produzidos fumos tóxicos.

- Ácido sulfúrico concentrado

1 ml deste ácido deve equivaler a aproximadamente 3 ml de alcali-iodeto-azida.

- Cozimento de amido

Dissolver 2 g de amido solúvel e 0,2 g de ácido salicílico (como conservante) em 100 ml de água destilada, previamente aquecida.

- Solução padrão de tiosulfato de sódio 0,025 N

Dissolver 6,205 g de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  em água destilada, adicionar 1,5 ml de NaOH 6N ou 0,4 g de NaOH sólido. Diluir a 1000 ml. Padronizar com  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$  de 0,021M.

- Solução padrão de bi-iodato de potássio 0,021M

Dissolver 812,4 mg de  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$  em água destilada e completar até 1000 ml.

- Padronização do tiosulfato de sódio

Dissolver num matraz aproximadamente 2 g de KI, livre de iodato, em 100 a 150 ml de água destilada. Juntar algumas gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado e 20 ml de  $\text{KH}(\text{IO}_3)_2$  padrão. Diluir a 200 ml e titular o iodo libertado com  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  até uma cor amarelo pálido, e então adicionar umas gotas de cozimento de amido. Titular novamente até desaparecer a cor azul. No final, deverão ter sido consumidos 20 ml de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,025 M. Caso contrário, ajustar até 0,025M.

- Fluoreto de potássio

Dissolver 40 g de  $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  em 100 ml de água.

### Técnica de determinação:

Para amostras contidas num frasco de 250 a 300 ml, adicionar 1 ml de  $\text{MnSO}_4$ , seguido de 1 ml de alcali-iodeto-azida. Tapar o frasco tendo o cuidado de não deixar bolhas de ar. Misturar, invertendo o frasco algumas vezes. Quando o precipitado tiver assentado o suficiente (aproximadamente até meio do frasco), adicionar 1 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Voltar a tapar da mesma forma e agitar invertendo o frasco até total dissolução do precipitado. Titular 200 ml da amostra depois de corrigir as perdas por adição dos reagentes  $\text{MnSO}_4$  e azida.

Assim, para um total de 2 ml num frasco de 300 ml vem:  $200 \times 300 / (300 - 2) = 201$  ml. Titular com  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  de 0,025 M até amarelo pálido. Adicionar algumas gotas de cozimento de amido e continuar a titular até desaparecimento de cor azul na solução.

Para 200 ml amostra: 1 ml  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 1$  mg/L oxigénio dissolvido

No entanto, interessa determinar a percentagem de saturação, que pode ser obtida por:

$$\% \text{Saturação} = \frac{OD_{\text{medido}}}{\text{concentração de saturação do OD}}$$

A seguinte tabela mostra o valor da concentração de saturação do oxigénio para diferentes temperaturas.

Solubility of Oxygen in Chloride-Free Water at Various Temperatures When Exposed to Water-Saturated Air at a Total Pressure of 760 mm Hg\* and Partial Pressure of Oxygen 160 mm Hg. (Dry air is assumed to contain 20.9 percent oxygen.)

| Dissolved Oxygen in Chloride-Free Water |       |    |      |    |     |
|-----------------------------------------|-------|----|------|----|-----|
| °C                                      | ppm   | °C | ppm  | °C | ppm |
| 0                                       | 14.62 | 17 | 9.74 | 34 | 7.2 |
| 1                                       | 14.23 | 18 | 9.54 | 35 | 7.1 |
| 2                                       | 13.84 | 19 | 9.35 | 36 | 7.0 |
| 3                                       | 13.48 | 20 | 9.17 | 37 | 6.9 |
| 4                                       | 13.13 | 21 | 8.99 | 38 | 6.8 |
| 5                                       | 12.80 | 22 | 8.83 | 39 | 6.7 |
| 6                                       | 12.48 | 23 | 8.68 | 40 | 6.6 |
| 7                                       | 12.17 | 24 | 8.53 | 41 | 6.5 |
| 8                                       | 11.87 | 25 | 8.38 | 42 | 6.4 |
| 9                                       | 11.59 | 26 | 8.22 | 43 | 6.3 |
| 10                                      | 11.33 | 27 | 8.07 | 44 | 6.2 |
| 11                                      | 11.08 | 28 | 7.92 | 45 | 6.1 |
| 12                                      | 10.83 | 29 | 7.77 | 46 | 6.0 |
| 13                                      | 10.60 | 30 | 7.7  | 47 | 5.9 |
| 14                                      | 10.37 | 31 | 7.5  | 48 | 5.8 |
| 15                                      | 10.15 | 32 | 7.4  | 49 | 5.7 |
| 16                                      | 9.95  | 33 | 7.3  | 50 | 5.6 |

### **Determinação do pH e Temperatura (AWWA, 1995)**

**Aparelho:** Medidor de pH HI 9024C impermeável com Microprocessador (Sempre que possível esta determinação deve ser feita no local de amostragem)

**Colheita da amostra:** Recolher uma amostra da albufeira para um gobelé.

**Procedimento:** Calibrar o medidor de pH e eléctrodo com uma solução tampão de pH 4, lavar cuidadosamente com água destilada e seguidamente calibrar com uma solução tampão de pH 7 ou 10, lavar novamente e secar com papel absorvente. Mergulhar o eléctrodo cerca de 2 cm na água a analisar, agitar manualmente até estabilizar a indicação do valor no medidor e ler o valor de pH.

### **Determinação da Turvação (AWWA, 1995)**

**Aparelho:** Microprocessor turbidity meter HI 93703

**Calibração do turbidímetro:** Seguir as instruções do manual do aparelho. Se não existir uma escala pr-calibrada, preparar curvas de calibração para as várias gamas do turbidímetro. Verificar a calibração, utilizando um padrão em cada gama do instrumento.

**Colheita da amostra:** Recolher a amostra para um frasco de plástico com rolha.

**Leitura da turvação:** Para amostras com turvação menor que 40 NTU, agitar vigorosamente a amostra e libertar as bolhas de ar. Colocar a amostra na covete do turbidímetro, Primir a tecla "READ", e no visor aparecerá a mensagem "SIP". O valor da A turvação aparecerá no visor ao fim de 25s. Realizar quatro medições e determinar a média

Para amostras com turvação maior, proceder a diluições de modo a que esta se situe entre 30 NTU e 40 NTU.

**Atenção:** Limpar a cuvete com um tecido limpo antes de a inserir na célula do aparelho. A covete deve estar completamente livre de dedadas e outro tipo de sujidade.

## A4-Ficha de campo - Riparian Quality Index

| Atributo                                                                                                                    | Classificação   |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|
|                                                                                                                             | Margem Esquerda | Margem Direita |
| Continuidade longitudinal da vegetação<br>"lenhosa";                                                                        |                 |                |
| Largura do espaço ripário ocupado pela<br>vegetação associada ao rio                                                        |                 |                |
| Composição e estrutura da vegetação ripária;                                                                                |                 |                |
| Regeneração natural das principais espécies<br>lenhosas;                                                                    |                 |                |
| Condição das margens;                                                                                                       |                 |                |
| Conectividade transversal do leito e a largura de<br>inundação (leito de cheia)                                             |                 |                |
| Conectividade vertical através da<br>permeabilidade e/ ou grau de alteração dos<br>materiais e o relevo dos solos ripários. |                 |                |

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| RQI                               |  |
| Estado do troço junto à estrutura |  |

## A5-Ficha de campo - Índice do Grau de Qualidade do canal

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Açude rústico semi-degradado  |  |
| Açude rústico bem consolidado |  |
| Açude ou barragem de betão    |  |

|                                        |  |
|----------------------------------------|--|
| W- media da largura do leito molhado   |  |
| D- média da profundidade máxima obtida |  |
| Velocidade média da corrente           |  |

|  | Blocos | Pedras | Cascalho | Gravilha | Areia | Limo/argila |
|--|--------|--------|----------|----------|-------|-------------|
|  | %      | %      | %        | %        | %     | %           |
|  |        |        |          |          |       |             |

| Margem   | Tipo de vegetação ripícola |                  |                 |              | Perturbação das margens |        |
|----------|----------------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------------------|--------|
|          | Arbórea (1-5)*             | Arbustiva (1-5)* | Herbácea (1-5)* | Estabilidade | Inclinação              | Perfil |
| Esquerda |                            |                  |                 |              |                         |        |
| Direita  |                            |                  |                 |              |                         |        |

(1-baixo até 5-elevado)

|                                                                                            |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Ausência de alargamento do canal ou de acumulações de materiais transportados; canal único |  |
| Algumas acumulações de materiais transportados; canal único                                |  |
| Línguas de cascalho, areia e limo, o leito de cheia apresenta canais independentes         |  |
| Canal dividido em múltiplas línguas de areia e limo (ou rio canalizado)                    |  |

|                                                                                                                                                         |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Ausência quase completa de alteração artificial das margens                                                                                             |  |
| Uma das margens apresenta alterações moderadas (e.g.. enrocamentos > 30% do comprimento do troço)                                                       |  |
| Ambas as margens apresentam alterações moderadas (e.g. enrocamentos > 30%), ou uma delas está alterada significativamente (e.g. linearização da margem) |  |
| Idêntico ao anterior, mas com a estrutura de protecção da margem de betão armado ou ciclópico                                                           |  |

|                      |              |  |
|----------------------|--------------|--|
| Estrutura do leito   | Tipo (1,2,3) |  |
| Percentagem de finos | %            |  |

|           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Σ | Classe |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| Pontuação |   |   |   |   |   |   |   |   |   |        |

## A6- Ficha de campo – Análise de risco da ACA

|                                                                           |  |
|---------------------------------------------------------------------------|--|
| <b>Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas</b>    |  |
| Caudal afluente natural - RN (m³/s)                                       |  |
| Caudal de concessão  mini-hídrica – CC (m³/s)                            |  |
| Caudal ecológico – CE (m³/s)                                              |  |
| <b>Risco de incumprimento por regularização por barragens</b>             |  |
| Volume - capacidade da albufeira (m³)                                     |  |
| Caudal afluente natural anual - RN (m³)                                   |  |
| <b>Risco de incumprimento por captações</b>                               |  |
| Caudal de concessão - CC (Volume anual captado) (m³)                      |  |
| Caudal em regime natural que circula em 50% dos dias do ano - RN(50) (m³) |  |
| Caudal ecológico anual – CE (m³)                                          |  |

## A7 – Ficha de campo - Índice de permeabilidade

|                   |    |                                          |      |  |
|-------------------|----|------------------------------------------|------|--|
| Nome da estrutura |    | Altura total do açude                    | h    |  |
| Coordenadas       | M: | Distância desde a base até ao coroamento | d.c. |  |
|                   | P: | Distância entre lâminas                  | d.l. |  |
| Proprietário      |    | Profundidade junto ao açude              | p    |  |

|            |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |         |           |         |
|------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|---------|-----------|---------|
|            |                                          |                                                |                        | Grupo 1          | Grupo 2 | Grupo n-1 | Grupo n |
| Na subida  | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  |         |           |         |
|            |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  |         |           |         |
|            |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável |                  |         |           |         |
|            |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |         |           |         |
|            |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            |                                          | Altura da lâmina acima do açude                | Especificar            |                  |         |           |         |
|            |                                          | Velocidade média da corrente                   | Especificar            |                  |         |           |         |
|            | Outros meios                             | Dispositivos de passagem para peixes           | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            |                                          | Fracturas no corpo do açude                    | Sim/não                |                  |         |           |         |
| Na descida | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |         |           |         |
|            | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                |                  |         |           |         |
|            | Altura da queda                          |                                                | Especificar            |                  |         |           |         |
| Na subida  | Permeável                                |                                                |                        |                  |         |           |         |
|            | Variável                                 |                                                |                        |                  |         |           |         |
|            | Impenetrável                             |                                                |                        |                  |         |           |         |
| Na descida | Permeável                                |                                                |                        |                  |         |           |         |
|            | Variável                                 |                                                |                        |                  |         |           |         |
|            | Impenetrável                             |                                                |                        |                  |         |           |         |

## A8- Ficha de campo - Índice de compartimentação, índice de continuidade longitudinal e índice de prioridade de actuação

| Índice de permeabilidade (IP) |            | Salmonídeos | Ciprinídeos |
|-------------------------------|------------|-------------|-------------|
|                               | Na subida  |             |             |
|                               | Na descida |             |             |
|                               | Total      |             |             |

|                                            |  |
|--------------------------------------------|--|
| Somatórios dos índices de Permeabilidade   |  |
| Comprimento do trecho em análise ( $L_t$ ) |  |
| Índice de compartimentação                 |  |

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| $\sum k_i$                          |  |
| Índice de continuidade longitudinal |  |

|                        |  |
|------------------------|--|
| $L_{montante}$         |  |
| $L_{jusante}$          |  |
| $L_t$                  |  |
| Factor morfológico (M) |  |

O local onde está situado o açude é:

Área protegida classificada pelo ICNB

☐

Sítio de interesse comunitário

☐

Não tem estatuto de protecção

☐

|             |                   |  |
|-------------|-------------------|--|
| Salmonídeos | Marcar se existem |  |
| Cípríneos   | Marcar se existem |  |

|                    |                                                                                             |  |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Espécies invasoras | Marcar 100 se não existem                                                                   |  |
| Abandono           | Marcar 100 se sim                                                                           |  |
| Seca               | Marcar 100 se o açude provoca seca a jusante numa dada época do ano                         |  |
| Seca severa        | Marcar 0 se o trecho do rio atingiu seca severa ao ponto de secar o leito, 100 se contrário |  |

**A9 – Ficha de campo - Análise económica**

| A favor da remoção         |  | A favor da permanência                                                                     |  |
|----------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Custos operacionais        |  | Valor da água para abastecimento urbano e industrial                                       |  |
| Custos de re-licenciamento |  | Valor da água para rega                                                                    |  |
| Custos de Modernização     |  | Valor para a produção hidroeléctrica                                                       |  |
| Custos de manutenção       |  | Valor para a protecção contra as cheias                                                    |  |
|                            |  | Valor da água para as actividades de recreação (desportos náuticos, natação, pesca, praia) |  |
| $\Sigma$                   |  |                                                                                            |  |

A estrutura é uma fonte de empregos para a economia regional? Sim ☐ Não ☐

|                      |  |
|----------------------|--|
| Volume a demolir     |  |
| Custo/m <sup>3</sup> |  |
| Custos de Remoção    |  |

**Questionário de método de avaliação contingente para custos não mercantis  
(Freeman;1993)**

Relação com a estrutura:

Proprietário ☐

Usuário ☐

Outro: \_\_\_\_\_ ☐

Quanto estaria disposto a pagar por aquele bem? \_\_\_\_\_

## A10- Ficha de campo- Análise Social

Existe plano de segurança da estrutura? Sim ☐ Não ☐

Há potencial para acidentes? Sim ☐ Não ☐

Se sim, Quais? \_\_\_\_\_

A remoção da estrutura traz implicações sociais para jusante? Sim ☐ Não ☐

Se sim, Quais? \_\_\_\_\_

A estrutura é segura? Sim ☐ Não ☐

Se não, em que aspectos? \_\_\_\_\_

## A11- Ficha de campo - Análise Cultural

| A favor da permanência                     | Especificar | A favor da remoção                                    | Especificar |
|--------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-------------|
| Valor histórico e estético do da albufeira |             | Valor histórico e estético do trecho livre            |             |
| Valor histórico e estético da estrutura    |             | Valores religiosos associados ao rio e à sua paisagem |             |

Outras considerações (marcar qual das opções favorece os direitos mencionados)

|                                                             | Permanência | Remoção |
|-------------------------------------------------------------|-------------|---------|
| Soberania e direitos dos locais                             |             |         |
| Direitos ambientais e de justiça de populações minoritárias |             |         |
| Direitos das gerações futuras                               |             |         |
| Direitos dos animais                                        |             |         |

## **A12- Material de campo e de laboratório**

### **Materiais utilizados *in situ*:**

- Fita métrica
- Sonda para medição de profundidade
- Caudalímetro com molinete (Valeport Model 001 Flowmeter wading set)
- Medidor de pH HI 9024C impermeável com Microprocessador
- Frascos de Winkler de 250 ou 300 ml
- Termómetro
- Máquina fotográfica
- Turbidímetro (microprocessor turbidity meter HI 93703)

### **Materiais de análise em laboratório:**

- Estufa
- Série de peneiros
- Agitador de peneiros
- Balança
- Recipientes plásticos
- Gobelés
- Bureta
- Erlenmeyer
- Pipetas
- Provetas graduadas
- Exsicador

**B1- Informações gerais relativas a cada estrutura**

|                                                                                          | AH de Caniços                                           | AH de Negrelos II                                 | AH de Negrelos I                   | Moinho do Pisco                                               | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos                        | AH de Espinho                              | Moinhos do Ramalho         | Moinho do Gonçalves         | AH de Caneiro                           | AH da Fábrica do Papel                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Para que serviço(s) foi a estrutura projectada, ou posteriormente alterada?              | Energia eléctrica                                       | Energia eléctrica                                 | Energia eléctrica                  | Energia mecânica                                              | Energia mecânica                                           | Energia eléctrica                          | Energia mecânica           | Energia mecânica            | Energia eléctrica                       | Energia eléctrica                                       |
| O serviço (s) ou o(s) benefício(s) que a estrutura fornece hoje?                         | sem função/re-licenciamento                             | sem função/re-licenciamento                       | sem função/re-licenciamento        | Recreação                                                     | sem função/projecto de valorização energética              | sem função/re-licenciamento                | Sem função                 | Energia mecânica            | Energia eléctrica/recreação             | sem função/re-licenciamento                             |
| Ano de construção?                                                                       | 1908                                                    | 1922                                              | 1930                               | 1930                                                          | 1915                                                       | 1922                                       | 1970                       | 1824                        | 2002                                    | 1935                                                    |
| De que materiais é constituída a estrutura?                                              | Alvenaria de pedra                                      | Alvenaria de granito com soleira em betão         | Alvenaria de pedra                 | Pedra                                                         | Pedra                                                      | Alvenaria de pedra                         | Pedra                      | Pedra                       | Betão com comportas metálicas           | Paredes de alumínio e pedra rebocada                    |
| Reparações significativas e / ou reconstrução?                                           | 1978-rectificação dos induzidos das bobines             | 1987-substituição de turbina/rolamento            | 1964-Mudança de turbina            |                                                               | 1961- Queda parcial do corpo do açude                      | 1968- Mudança de quadros eléctricos        |                            |                             |                                         | 1986- substituição de comportas e turbinas              |
|                                                                                          | 1986- substituição de veio na turbina                   | 2008-automação e reestruturação da parte mecânica | 1965- reparação de bomba de óleo   |                                                               |                                                            | 1978-restauro do canal                     |                            |                             |                                         |                                                         |
|                                                                                          | 2009- Remodelação da central                            |                                                   | 1965- acoplamento do alternador    |                                                               |                                                            | 1984- reparações várias da parte eléctrica |                            |                             |                                         |                                                         |
| Proprietário/concessionário da estrutura?                                                | Hidroeléctrica de S. Pedro, SA                          | Hidroeléctrica de S. Nicolau, SA                  | Empresa Industrial de Negrelos, SA | Sociedade Agrícola de Investimentos de Oliveira do Bairro, SA | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Empresa Rio Vizela                         | José Rafael Neto Gonçalves | Moagem de Cereais Gonçalves | Sociedade Hidroeléctrica Moreirense LDA | Hidroviz - Energia Eléctrica de Vizela Lda              |
| Organismo público que tem autoridade reguladora?                                         | ARH Norte                                               |                                                   |                                    |                                                               |                                                            |                                            |                            |                             |                                         |                                                         |
| Existe um potencial dos sedimentos retidos a montante da estrutura estarem contaminados? | Não                                                     | não                                               | não                                | não                                                           | não                                                        | não                                        | não                        | não                         | não                                     | não                                                     |
| Existem planos de gestão de bacia publicados para o rio?                                 | PBH Ave                                                 |                                                   |                                    |                                                               |                                                            |                                            |                            |                             |                                         |                                                         |
| Objectivo de base subjacente solicitado para análise de remoção da estrutura?            | Melhoria do estado ecológico da massa de água associada |                                                   |                                    |                                                               |                                                            |                                            |                            |                             |                                         |                                                         |
| Quem tem uma participação na decisão sobre o futuro da estrutura?                        | Hidroeléctrica de S. Pedro, SA                          | Hidroeléctrica de S. Nicolau, SA                  | Empresa Industrial de Negrelos     | Empresa SAI OB, SA                                            | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Empresa Rio Vizela                         | José Rafael Neto Gonçalves | Moagem de Cereais Gonçalves | Sociedade Hidroeléctrica Moreirense     | Hidroviz - Energia Eléctrica de Vizela Lda              |
|                                                                                          | CM Santo Tirso                                          | CM Santo Tirso                                    | CM Santo Tirso                     | CM Santo Tirso                                                | CM Santo Tirso                                             | CM Santo Tirso                             | CM Santo Tirso             | CM Santo Tirso              | CM Santo Tirso                          | Teviz-Têxtil Vizela SA - Fabricante de Camisas e Blusas |
|                                                                                          | ARH Norte                                               | ARH Norte                                         | ARH Norte                          | CM Guimarães                                                  | CM Guimarães                                               | CM Guimarães                               | CM Guimarães               | CM Guimarães                | CM Guimarães                            | CM Santo Tirso                                          |
|                                                                                          | Direcção geral da Energia                               | Direcção geral da Energia                         |                                    | ARH Norte                                                     | ARH Norte                                                  | ARH Norte                                  | ARH Norte                  | ARH Norte                   | ARH Norte                               | CM Guimarães                                            |
|                                                                                          |                                                         |                                                   |                                    |                                                               |                                                            |                                            |                            |                             | Direcção geral da Energia               | ARH Norte                                               |

|                                                                                          | Moinhos do Lopes Mudo                                   | Moinhos do Lopes Mudo                            | Moinho do Maquias/AH de Maquias                            | AH de Vizela                                               | AH da Companhia de Banhos do Vizela                      | Açude LASA                          | Moinhos da Ramalhada               | AH de Tagilde                                              | Azenhas de Cabreira     | Azenhas do Outeiro                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------|
| Para que serviço (s) foi a estrutura projectada, ou posteriormente alterada?             | Energia mecânica                                        | Energia mecânica                                 | Energia mecânica                                           | Energia mecânica                                           | Abastecimento de água/força motriz                       | Abastecimento de água               | Energia mecânica                   | Energia mecânica                                           | Energia mecânica        | Energia Mecânica/regagem                 |
| O serviço (s) ou o(s) benefício(s) que a estrutura fornece hoje?                         | Sem função                                              | Sem função                                       | Sem função/projecto de valorização energética              | Sem função/projecto de valorização energética              | Abastecimento de água/projecto de valorização energética | Abastecimento de água               | Recreação                          | Sem função/projecto de valorização energética              | sem função              | Rega                                     |
| Ano de construção?                                                                       | 1930                                                    | 1930                                             | 1915                                                       | 1915                                                       | 1937                                                     | 1920                                | 1966                               | 1915                                                       | 1920                    | 1930                                     |
| De que materiais é constituída a estrutura?                                              | Pedra                                                   | Alvenaria de pedra                               | Pedra e betão                                              | Pedra e betão                                              | Alvenaria de pedra                                       | Pedra                               | Pedra                              | Pedra                                                      | Pedra                   | Pedra                                    |
| Reparações significativas e / ou reconstrução?                                           |                                                         |                                                  |                                                            |                                                            |                                                          |                                     |                                    |                                                            |                         |                                          |
| Quem é o proprietário/concessionário da estrutura?                                       | Quinta da Saganhada - Sociedade Imobiliária S.A.        | Quinta da Saganhada - Sociedade Imobiliária S.A. | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Companhia de Banhos de Vizela, S.A.                      | LASA - Armando da Silva Antunes, SA | Luis Gonzaga Vaz Ferreira          | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Miguel Henrique Peixoto | Rosa Ferreira de Sousa                   |
| Organismo público que tem autoridade reguladora?                                         | ARH Norte                                               | ARH Norte                                        | ARH Norte                                                  | ARH Norte                                                  | ARH Norte                                                | ARH Norte                           | ARH Norte                          | ARH Norte                                                  | ARH Norte               | ARH Norte                                |
| Existe um potencial dos sedimentos retidos a montante da estrutura estarem contaminados? | não                                                     | não                                              | não                                                        | não                                                        | não                                                      | não                                 | não                                | não                                                        | não                     | não                                      |
| Existem planos de gestão de bacia publicados para o rio?                                 | PBH Ave                                                 |                                                  |                                                            |                                                            |                                                          |                                     |                                    |                                                            |                         |                                          |
| Objectivo de base para análise de remoção da estrutura?                                  | Melhoria do estado ecológico da massa de água associada |                                                  |                                                            |                                                            |                                                          |                                     |                                    |                                                            |                         |                                          |
| Quem tem uma participação na decisão sobre o futuro da estrutura?                        | Quinta da Saganhada - Sociedade Imobiliária S.A.        | Quinta da Saganhada - Sociedade Imobiliária S.A. | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Companhia de Banhos de Vizela, S.A.                      | LASA - Armando da Silva Antunes, SA | Luis Gonzaga Vaz Ferreira          | Hidroequador - Exploração de Centrais Hidroeléctricas, Lda | Miguel Henrique Peixoto | Rosa Ferreira de Sousa                   |
|                                                                                          | CM Vizela                                               | CM Vizela                                        | CM Vizela                                                  | CM Vizela                                                  | CM Vizela                                                | CM Vizela                           | Clube de Pesca Alucinante Aventura | CM Vizela                                                  | CM Vizela               | Domingos Manuel Machado Fernandes (Rega) |
|                                                                                          | CM Guimarães                                            | CM Guimarães                                     | ARH Norte                                                  | ARH Norte                                                  | ARH Norte                                                | ARH Norte                           | CM Vizela                          | ARH Norte                                                  | ARH Norte               | Artur Peixoto (moinho)                   |
|                                                                                          | ARH Norte                                               | ARH Norte                                        |                                                            |                                                            | Mundotêxtil—Indústrias têxteis, SA.                      | LASA - Armando da Silva Antunes, SA | ARH Norte                          |                                                            |                         | CM Vizela                                |
|                                                                                          |                                                         |                                                  |                                                            |                                                            |                                                          |                                     |                                    |                                                            |                         | CM Felgueiras                            |
|                                                                                          |                                                         |                                                  |                                                            |                                                            |                                                          |                                     |                                    |                                                            |                         | ARH Norte                                |

| #  | Localização Administrativa |                        |                                               | Coordenadas Militares<br>Datum Lisboa |            | Coordenadas geográficas<br>WGS84 |                  |
|----|----------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|------------|----------------------------------|------------------|
|    | Distrito                   | Concelho               | Freguesia                                     | M                                     | P          | Latitude                         | Longitude        |
| 1  | Porto                      | Santo Tirso            | Vila das Aves;Rebordes                       | 174970,722                            | 488069,862 | 41 21' 40,153"                  | -08 25' 55,742" |
| 2  | Porto                      | Santo Tirso            | Vila das Aves;Negrelos                        | 176471,970                            | 487558,005 | 41 21' 22,616"                  | -08 24' 52,077" |
| 3  | Porto                      | Santo Tirso            | Vila das Aves;Negrelos                        | 177410,623                            | 487723,649 | 41 21' 30,461"                  | -08 24' 11,154" |
| 4  | Porto;Braga                | Santo Tirso; Guimarães | Negrelos;Lordelo;                             | 178171,693                            | 488101,200 | 41 21' 42,725"                  | -08 23' 38,421" |
| 5  | Porto;Braga                | Santo Tirso; Guimarães | Roriz;Lordelo                                 | 178796,964                            | 488398,166 | 41 21' 52,477"                  | -08 23' 11,440" |
| 6  | Porto;Braga                | Santo Tirso; Guimarães | S. Martinho do Campo; Lordelo                 | 179687,864                            | 488235,506 | 41 21' 59,292"                  | -08 22' 37,905" |
| 7  | Porto;Braga                | Santo Tirso; Guimarães | S. Martinho do Campo; Lordelo                 | 180196,736                            | 488257,891 | 41 21' 47,938"                  | -08 22' 11,316" |
| 8  | Porto;Braga                | Santo Tirso; Guimarães | S. Martinho do Campo; Lordelo                 | 180486,241                            | 488274,306 | 41 21' 47,931"                  | -08 21' 59,054" |
| 9  | Braga;Porto                | Guimarães; Santo Tirso | Moreira de Cónegos; Vilarinho                 | 182299,378                            | 489218,928 | 41 22' 19,200"                  | -08 20' 40,937" |
| 10 | Braga;Porto                | Guimarães; Santo Tirso | Moreira de Cónegos; Vilarinho                 | 183750,302                            | 489754,413 | 41 22' 36,750"                  | -08 19' 38,466" |
| 11 | Braga                      | Vizela;Guimarães       | Caldas de Vizela (S. João);Moreira de Cónegos | 184606,327                            | 489439,594 | 41 22' 26,081"                  | -08 19' 02,029" |
| 12 | Braga                      | Vizela;Guimarães       | Caldas de Vizela (S. Joo);Moreira de Cnegos | 184719,520                            | 489351,162 | 41 22' 22,977"                  | -08 18' 57,028" |
| 13 | Braga                      | Vizela                 | Caldas de Vizela (S. Joo)                    | 185181,564                            | 489389,878 | 41 22' 22,987"                  | -08 18' 30,004" |
| 14 | Braga                      | Vizela                 | Caldas de Vizela (S. Joo)                    | 185350,691                            | 489350,084 | 41 22' 22,987"                  | -08 18' 30,004" |
| 15 | Braga                      | Vizela                 | Caldas de Vizela (S. João)                    | 185692,924                            | 489188,916 | 41 22' 17,987"                  | -08 18' 14,027" |
| 16 | Braga                      | Vizela                 | Vizela (Santo Adrião)                         | 186528,609                            | 488956,118 | 41 22' 10,972"                  | -08 17' 39,025" |
| 17 | Braga                      | Vizela                 | Vizela (Santo Adrião)                         | 186795,232                            | 488822,807 | 41 22' 06,710"                  | -08 17' 27,268" |
| 18 | Braga                      | Vizela                 | Tagilde;Vizela (Santo Adrião)                 | 187521,481                            | 489288,402 | 41 22' 20,691"                  | -08 16' 55,029" |
| 19 | Braga                      | Vizela                 | Tagilde;Vizela (Santo Adrião)                 | 187827,800                            | 489137,183 | 41 22' 16,979"                  | -08 16' 43,015" |
| 20 | Braga                      | Vizela/Felgueiras      | Tagilde/Regilde                               | 188128,348                            | 489079,481 | 41 22' 14,792"                  | -08 16' 29,542" |

| #  | Características do aproveitamento hidroeléctrico |                           |                 |                     |                            |                                     |
|----|--------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|    | Tipo de Aproveitamento                           | Caudal de projecto (m³/s) | Queda Bruta (m) | Potência Total (kW) | Produção Média Anual (GWh) | Dispositivo de passagem para Peixes |
| 1  | Fio de água                                      | 10,5                      | 12,2            | 1000                | 3,6                        | não                                 |
| 2  | Fio de água                                      | 16                        | 4,9             | 750                 | 2,2                        | não                                 |
| 3  | Fio de água                                      | 5,86                      | 2,8             | 115                 | 0,43                       | não                                 |
| 5  | Fio de água                                      | 5                         | 1,5             | 40                  | 0,2592                     | não                                 |
| 6  | Fio de água                                      | 9,5                       | 10              | 500                 | 2,196                      | não                                 |
| 9  | Fio de água                                      | 15                        | 12,1            | 1540                | 5,9                        | não                                 |
| 10 | Fio de água                                      | 8,6                       | 6,5             | 1320                | 2,975                      | não                                 |
| 13 | Fio de água                                      | 2                         | 3               | 32                  | 0,207                      | não                                 |
| 14 | Fio de água                                      | 4                         | 5               | 100                 | 0,648                      | não                                 |
| 15 | Fio de água                                      | 8                         | 4,4             | 170                 | 1,03                       | não                                 |
| 18 | Fio de água                                      | 3,5                       | 3               | 65                  | 0,421                      | não                                 |

**B2- Resultados da avaliação do nível do assoreamento**

|                                                   | AH de Caniços | AH de Negrelos II | AH de Negrelos I | Moinho do Pisco | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | AH de Espinho | Moinhos do Ramalho | Moinho do Gonçalves | AH de Caneiro | AH da Fábrica do Papel |
|---------------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------------|
| Volume anual afluyente (m <sup>3</sup> )          | 355726080     | 350364960         | 346896000        | 343742400       | 340588800                           | 334281600     | 331128000          | 331128000           | 327974400     | 284454720              |
| Caudal sólido (m <sup>3</sup> /s)                 | 1,61E-06      | 1,62E-06          | 1,60E-06         | 2,34E-07        | 3,87E-07                            | 1,31E-06      | 2,32E-07           | 5,52E-07            | 1,99E-05      | 1,88E-06               |
| Volume anual retido (m <sup>3</sup> )             | 40,63         | 40,87             | 25,29            | 2,95            | 4,88                                | 16,46         | 2,93               | 6,97                | 566,05        | 41,52                  |
| Capacidade inicial da albufeira (m <sup>3</sup> ) | 5000          | 5700              | 2520             | 300             | 600                                 | 1800          | 240                | 2400                | 195000        | 6400                   |
| Tempo de exploração na data da observação (anos)  | 102,5         | 88,5              | 80,5             | 80,5            | 95,5                                | 88,5          | 40,5               | 186,5               | 8,5           | 75,5                   |
| Capacidade da albufeira observada (m3)            | 835           | 2083              | 484              | 62              | 134                                 | 343           | 121                | 1101                | 190189        | 3265                   |
| Assoreamento observado (%)                        | 83%           | 63%               | 81%              | 79%             | 78%                                 | 81%           | 49%                | 54%                 | 2%            | 49%                    |
| %de retenção                                      | 0,8           | 0,8               | 0,5              | 0,4             | 0,4                                 | 0,4           | 0,4                | 0,4                 | 0,9           | 0,7                    |
| Parâmetros do método de Acker & White             |               |                   |                  |                 |                                     |               |                    |                     |               |                        |
| C <sub>s</sub>                                    | 1,43E-07      | 1,46E-07          | 1,46E-07         | 2,15E-08        | 3,59E-08                            | 1,23E-07      | 2,21E-08           | 5,26E-08            | 1,92E-06      | 2,09E-07               |
| G <sub>gr</sub>                                   | 2,43E-04      | 3,71E-04          | 3,71E-04         | 1,88E-05        | 4,68E-05                            | 2,03E-04      | 1,68E-05           | 5,19E-05            | 4,13E-03      | 8,53E-05               |
| F <sub>gr</sub>                                   | 0,44          | 0,46              | 0,46             | 0,40            | 0,42                                | 0,43          | 0,37               | 0,40                | 0,57          | 0,41                   |
| A <sub>w</sub>                                    | 0,28          | 0,28              | 0,28             | 0,29            | 0,29                                | 0,28          | 0,28               | 0,28                | 0,28          | 0,28                   |
| m <sub>w</sub>                                    | 4,85          | 4,85              | 4,85             | 5,27            | 5,20                                | 4,85          | 4,85               | 4,94                | 4,85          | 4,85                   |
| n <sub>w</sub>                                    | 0,75          | 0,75              | 0,75             | 0,78            | 0,78                                | 0,75          | 0,75               | 0,76                | 0,75          | 0,75                   |
| c <sub>w</sub>                                    | 3,42E-03      | 3,41E-03          | 3,41E-03         | 2,72E-03        | 2,82E-03                            | 3,41E-03      | 3,41E-03           | 3,25E-03            | 3,41E-03      | 3,41E-03               |
| d*(m)                                             | 2,75          | 2,75              | 2,75             | 2,46            | 2,50                                | 2,75          | 2,75               | 2,68                | 2,75          | 2,75                   |
| d(m)                                              | 1,23E-04      | 1,23E-04          | 1,23E-04         | 1,10E-04        | 1,12E-04                            | 1,23E-04      | 1,23E-04           | 1,20E-04            | 1,23E-04      | 1,23E-04               |
| U(m/s)                                            | 0,4           | 0,4               | 0,4              | 0,4             | 0,4                                 | 0,5           | 0,4                | 0,4                 | 0,5           | 0,4                    |
| u* (m/s)                                          | 0,02          | 0,02              | 0,02             | 0,02            | 0,02                                | 0,01          | 0,02               | 0,02                | 0,02          | 0,02                   |
| S <sub>s</sub>                                    | 2,60          | 2,60              | 2,60             | 2,60            | 2,60                                | 2,60          | 2,60               | 2,60                | 2,60          | 2,60                   |
| v                                                 | 1,19E-06      | 1,19E-06          | 1,19E-06         | 1,19E-06        | 1,19E-06                            | 1,19E-06      | 1,19E-06           | 1,19E-06            | 1,19E-06      | 1,19E-06               |
| h <sub>m</sub>                                    | 2             | 3                 | 3                | 1               | 1,5                                 | 3             | 1                  | 1,2                 | 3             | 0,5                    |

|                                                   | Moinhos do Lopes Mudo | Moinhos do Lopes Mudo | Moinho do Maquias/<br>AH de Maquias | AH de Vizela | AH da Companhia de Banhos de Vizela | Açude LASA | Moinhos da Ramalhada | AH de Tagilde | Azenhas de Cabreira | Azenhas do Outeiro |
|---------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------|----------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| Volume anual afluente (m <sup>3</sup> )           | 283824000             | 268056000             | 264902400                           | 264902400    | 255441600                           | 252288000  | 249134400            | 245980800     | 242827200           | 241250400          |
| Caudal sólido (m <sup>3</sup> /s)                 | 2,48E-08              | 7,38E-07              | 4,01E-07                            | 9,71E-07     | 1,01E-06                            | 1,59E-07   | 5,67E-07             | 1,07E-06      | 7,20E-07            | 3,72E-07           |
| Volume anual retido (m <sup>3</sup> )             | 0,16                  | 9,30                  | 3,79                                | 12,25        | 22,31                               | 2,01       | 7,15                 | 13,52         | 15,89               | 4,69               |
| Capacidade inicial da albufeira (m <sup>3</sup> ) | 40                    | 960                   | 550                                 | 1800         | 2800                                | 330        | 510                  | 1800          | 2100                | 735                |
| Tempo de exploração na data da observação (anos)  | 80,5                  | 80,5                  | 95,5                                | 95,5         | 73,5                                | 90,5       | 44,5                 | 95,5          | 90,5                | 80,5               |
| Capacidade da albufeira observada (m3)            | 27                    | 211                   | 188                                 | 630          | 1160                                | 148        | 192                  | 509           | 662                 | 357                |
| Assoreamento observado (%)                        | 31%                   | 78%                   | 66%                                 | 65%          | 59%                                 | 55%        | 62%                  | 72%           | 68%                 | 51%                |
| %de retenção                                      | 0,2                   | 0,4                   | 0,3                                 | 0,4          | 0,7                                 | 0,4        | 0,4                  | 0,4           | 0,7                 | 0,4                |
| Parâmetros do método de Acker & White             |                       |                       |                                     |              |                                     |            |                      |               |                     |                    |
| C <sub>s</sub>                                    | 2,75E-09              | 8,68E-08              | 4,77E-08                            | 1,16E-07     | 1,25E-07                            | 1,99E-08   | 7,18E-08             | 1,37E-07      | 9,35E-08            | 4,86E-08           |
| G <sub>gr</sub>                                   | 8,08E-07              | 1,43E-04              | 4,54E-05                            | 7,85E-05     | 1,06E-04                            | 1,83E-05   | 4,30E-05             | 1,75E-04      | 1,45E-04            | 1,31E-04           |
| F <sub>gr</sub>                                   | 0,33                  | 0,43                  | 0,41                                | 0,41         | 0,42                                | 0,37       | 0,40                 | 0,43          | 0,42                | 0,42               |
| A <sub>w</sub>                                    | 0,28                  | 0,28                  | 0,28                                | 0,28         | 0,28                                | 0,28       | 0,28                 | 0,28          | 0,28                | 0,28               |
| m <sub>w</sub>                                    | 4,94                  | 4,94                  | 5,10                                | 4,85         | 4,85                                | 4,85       | 4,94                 | 4,85          | 4,85                | 4,85               |
| n <sub>w</sub>                                    | 0,76                  | 0,76                  | 0,77                                | 0,75         | 0,75                                | 0,75       | 0,76                 | 0,75          | 0,75                | 0,75               |
| c <sub>w</sub>                                    | 3,25E-03              | 3,25E-03              | 2,98E-03                            | 3,41E-03     | 3,41E-03                            | 3,41E-03   | 3,25E-03             | 3,41E-03      | 3,41E-03            | 3,41E-03           |
| d*(m)                                             | 2,68                  | 2,68                  | 2,57                                | 2,75         | 2,75                                | 2,75       | 2,68                 | 2,75          | 2,75                | 2,75               |
| d(m)                                              | 1,20E-04              | 1,20E-04              | 1,15E-04                            | 1,23E-04     | 1,23E-04                            | 1,23E-04   | 1,20E-04             | 1,23E-04      | 1,23E-04            | 1,23E-04           |
| U(m/s)                                            | 0,5                   | 0,5                   | 0,4                                 | 0,4          | 0,4                                 | 0,4        | 0,4                  | 0,4           | 0,4                 | 0,4                |
| u* (m/s)                                          | 0,01                  | 0,01                  | 0,02                                | 0,02         | 0,02                                | 0,02       | 0,02                 | 0,02          | 0,02                | 0,02               |
| S <sub>s</sub>                                    | 2,60                  | 2,60                  | 2,60                                | 2,60         | 2,60                                | 2,60       | 2,60                 | 2,60          | 2,60                | 2,60               |
| v                                                 | 1,19E-06              | 1,19E-06              | 1,19E-06                            | 1,19E-06     | 1,19E-06                            | 1,19E-06   | 1,19E-06             | 1,19E-06      | 1,19E-06            | 1,19E-06           |
| h <sub>m</sub>                                    | 0,6                   | 3                     | 1,1                                 | 0,8          | 1                                   | 1          | 0,7                  | 1,5           | 1,5                 | 3                  |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| $\rho_s$ (kg/m <sup>3</sup> ) | 2600  |
| $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )   | 999,1 |

### B3- Resultados das análises químicas da zona de albufeira

|                                      | AH de Caniços | AH de Negrelos II | AH de Negrelos I | Moinho do Pisco | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | AH de Espinho | Moinhos do Ramalho | Moinho do Gonçalves | AH de Caneiro | AH da Fábrica do Papel |
|--------------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------------|
| Turvação (NTU)                       | 4,97          | 2,98              | 2,81             | 3,73            | 3,96                                | 3,07          | 2,79               | 3,90                | 2,85          | 2,76                   |
| Oxigénio dissolvido (% de saturação) | 97,83%        | 96,70%            | 99,60%           | 98,47%          | 98,49%                              | 98,09%        | 99,00%             | 96,47%              | 95,29%        | 98,08%                 |
| pH                                   | 7,43          | 7,50              | 8,50             | 7,70            | 7,38                                | 7,30          | 7,40               | 7,40                | 7,50          | 7,68                   |
| Temperatura (C°)                     | 13,0          | 13,4              | 13,0             | 13,3            | 13,5                                | 14,0          | 14,5               | 13,5                | 14,6          | 16,0                   |

|                                      | Moinhos do Lopes Mudo | Moinhos do Lopes Mudo | Moinho do Maquias/AH de Maquias | AH de Vizela | AH da Companhia de Banhos do Vizela | Açude LASA | Moinhos da Ramalhada | AH de Tagilde | Azenhas de Cabreira | Azenhas do Outeiro |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------|----------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| Turvação (NTU)                       | 2,18                  | 2,53                  | 2,68                            | 3,43         | 3,28                                | 2,32       | 7,42                 | 7,07          | 6,63                | 4,03               |
| Oxigénio dissolvido (% de saturação) | 99,09%                | 99,00%                | 98,10%                          | 98,10%       | 99,06%                              | 98,61%     | 99,06%               | 96,22%        | 95,14%              | 92,45%             |
| pH                                   | 7,60                  | 7,88                  | 7,65                            | 7,65         | 7,23                                | 7,80       | 7,35                 | 7,63          | 7,54                | 7,52               |
| Temperatura (C°)                     | 16,0                  | 16,4                  | 17,0                            | 17,0         | 16,5                                | 16,3       | 16,5                 | 15,2          | 16,6                | 16,3               |

**B4- Resultados da avaliação do Riparian Quality Index**

|                                                                                                                       | <b>AH de Caniços</b> |                | <b>AH de Negrelos II</b> |                | <b>AH de Negrelos I</b> |                | <b>Moinho do Pisco</b> |                | <b>Moinhos do Macavio/<br/>AH de Alvarinhos</b> |                | <b>AH de Espinho</b> |                | <b>Moinhos do Ramalho</b> |                | <b>Moinho do Gonçalves</b> |                | <b>AH de Caneiro</b> |                | <b>AH da Fabrica do papel</b> |                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|--------------------------|----------------|-------------------------|----------------|------------------------|----------------|-------------------------------------------------|----------------|----------------------|----------------|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| Atributo                                                                                                              | Classificação        |                | Classificação            |                | Classificação           |                | Classificação          |                | Classificação                                   |                | Classificação        |                | Classificação             |                | Classificação              |                | Classificação        |                | Classificação                 |                |
|                                                                                                                       | Margem Esquerda      | Margem Direita | Margem Esquerda          | Margem Direita | Margem Esquerda         | Margem Direita | Margem Esquerda        | Margem Direita | Margem Esquerda                                 | Margem Direita | Margem Esquerda      | Margem Direita | Margem Esquerda           | Margem Direita | Margem Esquerda            | Margem Direita | Margem Esquerda      | Margem Direita | Margem Esquerda               | Margem Direita |
| Continuidade longitudinal da vegetação "lenhosa";                                                                     | 9                    |                | 1                        |                | 2                       |                | 6                      |                | 2                                               |                | 4                    |                | 3                         |                | 3                          |                | 1                    |                | 1                             |                |
| Largura do espaço ripário ocupado pela vegetação associada ao rio                                                     | 9                    | 9              | 2                        | 1              | 3                       | 1              | 7                      | 1              | 1                                               | 1              | 4                    | 2              | 1                         | 4              | 1                          | 3              | 2                    | 1              | 2                             | 2              |
| Composição e estrutura da vegetação ripária;                                                                          | 8                    | 8              | 3                        | 1              | 3                       | 1              | 7                      | 1              | 1                                               | 1              | 3                    | 1              | 1                         | 4              | 1                          | 4              | 2                    | 1              | 2                             | 2              |
| Regeneração natural das principais espécies lenhosas;                                                                 | 6                    |                | 3                        |                | 3                       |                | 5                      |                | 2                                               |                | 1                    |                | 1                         |                | 3                          |                | 1                    |                | 1                             |                |
| Condição das margens;                                                                                                 | 7                    | 7              | 2                        | 1              | 2                       | 1              | 7                      | 1              | 1                                               | 1              | 2                    | 3              | 1                         | 1              | 1                          | 4              | 3                    | 3              | 2                             | 2              |
| Conectividade transversal do leito e a largura de inundação (leito de cheia)                                          | 7                    |                | 10                       |                | 7                       |                | 7                      |                | 3                                               |                | 4                    |                | 6                         |                | 4                          |                | 6                    |                | 4                             |                |
| Conectividade vertical através da permeabilidade e/ ou grau de alteração dos materiais e o relevo dos solos ripários. | 7                    |                | 2                        |                | 2                       |                | 4                      |                | 1                                               |                | 1                    |                | 1                         |                | 2                          |                | 1                    |                | 1                             |                |
| RQI                                                                                                                   | 77                   |                | 26                       |                | 25                      |                | 46                     |                | 14                                              |                | 25                   |                | 23                        |                | 26                         |                | 21                   |                | 19                            |                |
| Estado do troço junto à estrutura                                                                                     | Regular              |                | Muito Pobre              |                | Muito Pobre             |                | Pobre                  |                | Muito Pobre                                     |                | Muito Pobre          |                | Muito Pobre               |                | Muito Pobre                |                | Muito Pobre          |                | Muito Pobre                   |                |

CrITÉRIOS de decisão de remoo de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água

|                                                                                                                      | Moinhos do Lopes Mudo |                | Moinhos do Lopes Mudo |                | Moinho do Maquias/AH de Maquias |                | AH de Vizela    |                | AH da Companhia de Banhos do Vizela |                | Aude LASA      |                | Moinhos da Ramalhada |                | AH de Tagilde   |                | Azenhas de Cabreira |                | Azenhas do Outeiro |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|---------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------|---------------------|----------------|--------------------|----------------|
| Atributo                                                                                                             | Classificao          |                | Classificao          |                | Classificao                    |                | Classificao    |                | Classificao                        |                | Classificao    |                | Classificao         |                | Classificao    |                | Classificao        |                | Classificao       |                |
|                                                                                                                      | Margem Esquerda       | Margem Direita | Margem Esquerda       | Margem Direita | Margem Esquerda                 | Margem Direita | Margem Esquerda | Margem Direita | Margem Esquerda                     | Margem Direita | Margem Esquerda | Margem Direita | Margem Esquerda      | Margem Direita | Margem Esquerda | Margem Direita | Margem Esquerda     | Margem Direita | Margem Esquerda    | Margem Direita |
| Continuidade longitudinal da vegetao "lenhosa";                                                                     | 3                     |                | 4                     |                | 1                               |                | 1               |                | 2                                   |                | 2               |                | 7                    |                | 2               |                | 3                   |                | 3                  |                |
| Largura do espaço ripário ocupado pela vegetao associada ao rio                                                     | 4                     | 4              | 4                     | 4              | 1                               | 1              | 1               | 1              | 1                                   | 1              | 4               | 2              | 4                    | 7              | 3               | 3              | 3                   | 3              | 4                  | 4              |
| Composio e estrutura da vegetao ripária;                                                                           | 4                     | 4              | 4                     | 2              | 2                               | 2              | 2               | 2              | 1                                   | 1              | 4               | 1              | 4                    | 7              | 2               | 2              | 3                   | 4              | 3                  | 2              |
| Regenerao natural das principais espécies lenhosas;                                                                 | 4                     |                | 4                     |                | 2                               |                | 2               |                | 1                                   |                | 4               |                | 6                    |                | 2               |                | 4                   |                | 4                  |                |
| Condio das margens;                                                                                                 | 4                     | 4              | 6                     | 4              | 2                               | 2              | 2               | 2              | 1                                   | 1              | 5               | 2              | 4                    | 7              | 3               | 3              | 4                   | 7              | 3                  | 3              |
| Conectividade transversal do leito e a largura de inundao (leito de cheia)                                          | 7                     |                | 7                     |                | 5                               |                | 5               |                | 4                                   |                | 9               |                | 7                    |                | 6               |                | 6                   |                | 2                  |                |
| Conectividade vertical através da permeabilidade e/ ou grau de alterao dos materiais e o relevo dos solos ripários. | 2                     |                | 2                     |                | 1                               |                | 1               |                | 2                                   |                | 7               |                | 4                    |                | 2               |                | 3                   |                | 2                  |                |
| RQI                                                                                                                  | 40                    |                | 41                    |                | 19                              |                | 19              |                | 15                                  |                | 40              |                | 57                   |                | 28              |                | 40                  |                | 30                 |                |
| Estado do troço junto à estrutura                                                                                    | Pobre                 |                | Pobre                 |                | Muito Pobre                     |                | Muito Pobre     |                | Muito Pobre                         |                | Pobre           |                | Pobre                |                | Muito Pobre     |                | Pobre               |                | Muito Pobre        |                |

**B5- Resultados da avaliação do Índice do Grau de Qualidade do Canal**

| Parâmetro                          | AH de Caniços             | AH de Negrelos II         | AH de Negrelos I          | Moinho do Pisco                         | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos     | AH de Espinho             | Moinhos do Ramalho                      | Moinho do Gonçalves                     | AH de Caneiro             | AH da Fábrica do Papel    |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Presença de estruturas de retenção | 2                         | 1                         | 2                         | 3                                       | 3                                       | 3                         | 3                                       | 2                                       | 1                         | 2                         |
| Estrutura do canal                 | 3                         | 3                         | 3                         | 3                                       | 4                                       | 3                         | 3                                       | 2                                       | 3                         | 3                         |
| Sedimentos e estabilidade do canal | 2                         | 1                         | 1                         | 3                                       | 2                                       | 1                         | 1                                       | 2                                       | 1                         | 1                         |
| Estrutura das margens              | 2                         | 1                         | 1                         | 3                                       | 1                                       | 1                         | 1                                       | 2                                       | 2                         | 1                         |
| Alteração artificial das margens   | 2                         | 1                         | 2                         | 2                                       | 2                                       | 2                         | 2                                       | 2                                       | 1                         | 2                         |
| Heterogeneidade do canal           | 1                         | 1                         | 1                         | 1                                       | 1                                       | 1                         | 1                                       | 1                                       | 1                         | 1                         |
| Estrutura do leito                 | 3                         | 6                         | 6                         | 6                                       | 6                                       | 3                         | 6                                       | 6                                       | 6                         | 6                         |
| Deposição de finos intersticiais   | 2                         | 2                         | 3                         | 3                                       | 3                                       | 3                         | 3                                       | 3                                       | 1                         | 3                         |
| $\Sigma$                           | 17                        | 16                        | 19                        | 24                                      | 22                                      | 17                        | 20                                      | 20                                      | 16                        | 19                        |
| Classe                             | IV                        | IV                        | IV                        | III                                     | III                                     | IV                        | III                                     | III                                     | IV                        | IV                        |
| Significado                        | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Grande alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal |

Critérios de decisão de remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água

| Parâmetro                          | Moinhos do Lopes Mudo     | Moinhos do Lopes Mudo     | Moinho do Maquias/AH de Maquias | AH de Vizela              | AH da Companhia de Banhos do Vizela     | Açude LASA                              | Moinhos da Ramalhada                    | AH de Tagilde             | Azenhas de Cabreira       | Azenhas do Outeiro        |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Presença de estruturas de retenção | 3                         | 3                         | 3                               | 3                         | 2                                       | 3                                       | 3                                       | 3                         | 3                         | 3                         |
| Estrutura do canal                 | 2                         | 2                         | 2                               | 2                         | 2                                       | 2                                       | 2                                       | 2                         | 2                         | 2                         |
| Sedimentos e estabilidade do canal | 1                         | 1                         | 1                               | 1                         | 3                                       | 3                                       | 3                                       | 1                         | 3                         | 1                         |
| Estrutura das margens              | 1                         | 1                         | 1                               | 1                         | 1                                       | 2                                       | 3                                       | 1                         | 1                         | 1                         |
| Alteração artificial das margens   | 2                         | 2                         | 2                               | 2                         | 2                                       | 3                                       | 3                                       | 2                         | 3                         | 2                         |
| Heterogeneidade do canal           | 1                         | 1                         | 1                               | 1                         | 1                                       | 1                                       | 1                                       | 1                         | 1                         | 1                         |
| Estrutura do leito                 | 6                         | 6                         | 6                               | 6                         | 6                                       | 6                                       | 6                                       | 6                         | 3                         | 6                         |
| Deposição de finos intersticiais   | 3                         | 3                         | 3                               | 3                         | 3                                       | 3                                       | 3                                       | 3                         | 3                         | 3                         |
| $\Sigma$                           | 19                        | 19                        | 19                              | 19                        | 20                                      | 23                                      | 24                                      | 19                        | 19                        | 19                        |
| Classe                             | IV                        | IV                        | IV                              | IV                        | III                                     | III                                     | III                                     | IV                        | IV                        | IV                        |
| Significado                        | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal       | Grande alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Início de importante alteração do canal | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal | Grande alteração do canal |

**B6- Resultados da análise de risco da ACA**

|                                                                                        | AH de Caniços | AH de Negrelos II | AH de Negrelos I | Moinho do Pisco | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | AH de Espinho | Moinhos do Ramalho | Moinho do Gonçalves | AH de Caneiro | AH da Fábrica do Papel |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------|---------------|--------------------|---------------------|---------------|------------------------|
| Caudal afluente natural - RN (m <sup>3</sup> /s)                                       | 11,28         | 11,11             | 11,00            | N/A             | 10,80                               | 10,60         | N/A                | N/A                 | 10,40         | 9,02                   |
| Caudal de concessão à mini-hídrica – CC (m <sup>3</sup> /s)                            | 10,5          | 10,5              | 5,86             | N/A             | 5                                   | 9,5           | N/A                | N/A                 | 9,88          | 8,6                    |
| Caudal ecológico – CE (m <sup>3</sup> /s)                                              | 0,563         | 0,555             | 5,14             | N/A             | 0,81                                | 0,6           | N/A                | N/A                 | 0,52          | 0,2                    |
| <b>Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas</b>                 | 0,7           | 0,9               | 1,0              | N/A             | 0,1                                 | 0,5           | N/A                | N/A                 | 1,0           | 0,5                    |
| Volume - capacidade da albufeira (m <sup>3</sup> )                                     | 5000          | 5700              | 2520             | 300             | 600                                 | 1800          | 240                | 2400                | 195000        | 6400                   |
| Caudal afluente natural anual - RN (m <sup>3</sup> )                                   | 355726080     | 350364960         | 346896000        | 343742400       | 340588800                           | 334281600     | 331128000          | 331128000           | 327974400     | 284454720              |
| <b>Risco de incumprimento por regularização por barragens</b>                          | 2,81E-05      | 3,25E-05          | 1,45E-05         | 1,75E-06        | 3,52E-06                            | 1,08E-05      | 1,45E-06           | 1,45E-05            | 1,19E-03      | 4,50E-05               |
| Caudal de concessão - CC (Volume anual captado) (m <sup>3</sup> )                      | N/A           | N/A               | N/A              | N/A             | N/A                                 | N/A           | N/A                | N/A                 | N/A           | N/A                    |
| Caudal em regime natural que circula em 50% dos dias do ano - RN(50) (m <sup>3</sup> ) | N/A           | N/A               | N/A              | N/A             | N/A                                 | N/A           | N/A                | N/A                 | N/A           | N/A                    |
| Caudal ecológico anual – CE (m <sup>3</sup> )                                          | N/A           | N/A               | N/A              | N/A             | N/A                                 | N/A           | N/A                | N/A                 | N/A           | N/A                    |
| <b>Risco de incumprimento por captações</b>                                            | N/A           | N/A               | N/A              | N/A             | N/A                                 | N/A           | N/A                | N/A                 | N/A           | N/A                    |

N/A- não se aplica

|                                                                                        | Moinhos do Lopes Mudo | Moinhos do Lopes Mudo | Moinho do Maquias/AH de Maquias | AH de Vizela | AH da Companhia de Banhos do Vizela | Açude LASA | Moinhos da Ramalhada | AH de Tagilde | Azenhas de Cabreira | Azenhas do Outeiro |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------|----------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| Caudal afluente natural - RN (m <sup>3</sup> /s)                                       | N/A                   | N/A                   | 8,4                             | 8,4          | 8,10                                | N/A        | N/A                  | 7,8           | N/A                 | N/A                |
| Caudal de concessão à mini-hídrica – CC (m <sup>3</sup> /s)                            | N/A                   | N/A                   | 2                               | 4            | 8                                   | N/A        | N/A                  | 3,5           | N/A                 | N/A                |
| Caudal ecológico – CE (m <sup>3</sup> /s)                                              | N/A                   | N/A                   | 0,63                            | 0,63         | 0,41                                | N/A        | N/A                  | 0,585         | N/A                 | N/A                |
| <b>Risco de incumprimento por desvio de caudais para mini-hídricas</b>                 | N/A                   | N/A                   | 0,1                             | 0,1          | 4,1                                 | N/A        | N/A                  | 0,1           | N/A                 | N/A                |
| Volume - capacidade da albufeira (m <sup>3</sup> )                                     | 40                    | 960                   | 550                             | 1800         | 2800                                | 330        | 510                  | 1800          | 2100                | 735                |
| Caudal afluente natural anual - RN (m <sup>3</sup> )                                   | 283824000             | 268056000             | 264902400                       | 264902400    | 255441600                           | 252288000  | 249134400            | 245980800     | 242827200           | 241250400          |
| <b>Risco de incumprimento por regularização por barragens</b>                          | 2,82E-07              | 7,16E-06              | 4,15E-06                        | 1,36E-05     | 2,19E-05                            | 2,62E-06   | 4,09E-06             | 1,46E-05      | 1,73E-05            | 6,09E-06           |
| Caudal de concessão - CC (Volume anual captado) (m <sup>3</sup> )                      | N/A                   | N/A                   | N/A                             | N/A          | 400000                              | 600000     | N/A                  | N/A           | N/A                 | 315360             |
| Caudal em regime natural que circula em 50% dos dias do ano - RN(50) (m <sup>3</sup> ) | N/A                   | N/A                   | N/A                             | N/A          | 255441600                           | 252288000  | N/A                  | N/A           | N/A                 | 241250400          |
| Caudal ecológico anual – CE (m <sup>3</sup> )                                          | N/A                   | N/A                   | N/A                             | N/A          | 255041600                           | 251688000  | N/A                  | N/A           | N/A                 | 240935040          |
| <b>Risco de incumprimento por captações</b>                                            | N/A                   | N/A                   | N/A                             | N/A          | 1                                   | 1          | N/A                  | N/A           | N/A                 | 1                  |

N/A- não se aplica

## B7- Resultados da avaliação do Índice de permeabilidade

### • Caniços

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 11,17                                          | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 10,54                                          | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 7                                              | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 2                                              | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,4              | 0,4         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 7                | 7           |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Negrelos II**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3,85                                           | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3,85                                           | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 3,5                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,25                                           | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0                | 0           |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,4              | 0,4         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 3,5              | 3,5         |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Negrelos I**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 4                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 4                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 3,7                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,3                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,1              | 0,1         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,4              | 0,4         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 2,5              | 2,5         |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Moinho do Pisco**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 1                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 1                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 0,7                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,3                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,2              | 0,2         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,3              | 0,3         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | sim              | sim         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 0,7              | 0,7         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 20          |

- **Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 1,5                                            | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 1,5                                            | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 1                                              | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,5                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,1              | 0,1         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,5              | 0,5         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | sim              | sim         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 1                | 1           |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 5                | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 25          |

- **AH de Espinho**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 5,5                                            | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 5,5                                            | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 1                                              | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,5              | 0,5         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 1                | 1           |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 5                | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 25          |

- **Moinhos do Ramalho**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 2                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 2                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 1                                              | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 1                                              | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,4              | 0,4         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 1                | 1           |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 5                | 10          |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 25          |

- **Moinho do Gonçalves**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 2                                              | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 1,2                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,4              | 0,4         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | sim              | sim         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 2                | 2           |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 30          |

- **AH de Caneiro**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 12,2                                           | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 12,2                                           | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 2                                              | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 1,2                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0                | 0           |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,5              | 0,5         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 12               | 12          |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- AH da Fábrica do Papel**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 4,55                                           | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 4,55                                           | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 4,05                                           | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,5                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0                | 0           |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,5              | 0,5         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 4,5              | 4,5         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Moinhos do Lopes Mudo**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 1,5                                            | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 1,5                                            | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 0,9                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,6                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,617            | 0,617       |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | sim              | sim         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 0,9              | 0,9         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 5                | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 25          |

- **Moinhos do Lopes Mudo**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 2,5                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,5                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,6              | 0,6         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 2,5              | 2,5         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Moinho do Maquias/AH de Maquias**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 1,9                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 1,1                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,1              | 0,1         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,2              | 0,2         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 1,9              | 1,9         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 30          |

- AH de Vizela**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 2,2                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,8                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,2              | 0,2         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,244            | 0,244       |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 2,2              | 2,2         |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **AH da Companhia de Banhos do Vizela**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 2,8                                            | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 2,8                                            | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 1,8                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 1                                              | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | ciprínideos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,2              | 0,2         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,3              | 0,3         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 1,8              | 1,8         |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Açude LASA**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 1                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 1                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 0,6                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,4                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,3              | 0,3         |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 0,6              | 0,6         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 20          |

- **Moinhos da Ramalhada**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 1                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 1                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 0,3                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,7                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| <b>Na subida</b>                         | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,3              | 0,3         |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,399            | 0,399       |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | sim              | sim         |
| <b>Na descida</b>                        | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 0,3              | 0,3         |
| <b>Na subida</b>                         |                                          |                                                |                        | 5                | 5           |
| <b>Na descida</b>                        |                                          |                                                |                        | 0                | 0           |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 10          |

- **AH de Tagilde**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 1,5                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 1,5                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,05             | 0,05        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,31             | 0,31        |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 1,5              | 1,5         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- **Azenhas de Cabreira**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 2,5                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,5                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,15             | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,355            | 0,355       |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 2,5              | 2,5         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

- Azenhas do Outeiro**

|                                          |                                          |                                                |                        |                  |             |
|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------|------------------|-------------|
| Altura total do açude                    | h                                        | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância desde a base até ao coroamento | d.c.                                     | 3                                              | m                      |                  |             |
| Distância entre lâminas                  | d.l.                                     | 2,3                                            | m                      |                  |             |
| Profundidade junto ao açude              | p                                        | 0,7                                            | m                      |                  |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Grupos de peixes |             |
|                                          |                                          |                                                |                        | Salmonídeos      | Ciprinídeos |
| Na subida                                | Características e geometria do obstáculo | Altura do salto/distância entre lâminas (d.l.) | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Distância da base até ao coroamento (d.c)      | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Facilidade de acesso ao obstáculo              | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Largura do coroamento                          | Marcar se desfavorável | x                | x           |
|                                          |                                          | Presença de mudanças de inclinação             | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          | Condições hidrodinâmicas                 | Profundidade junto ao obstáculo (p)            | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          |                                          | Condições de turbulência                       | Sim/não                | sim              | sim         |
|                                          |                                          | Altura da lâmina acima do açude (m)            | Especificar            | 0,2              | 0,15        |
|                                          |                                          | Velocidade média da corrente (m/s)             | Especificar            | 0,37             | 0,37        |
|                                          | Outros meios                             | Escadas                                        | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Fracturas                                      | Sim/não                | não              | não         |
| Na descida                               | Comprimento da zona de albufeira         |                                                | Marcar se desfavorável |                  |             |
|                                          | Facilidade de identificação da saída     |                                                | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Captações de água                        | Grade                                          | Sim/não                | não              | não         |
|                                          |                                          | Turbinas                                       | Sim/não                | não              | não         |
|                                          | Altura da queda (m)                      |                                                | Especificar            | 2,3              | 2,3         |
| Na subida                                |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
| Na descida                               |                                          |                                                |                        | 10               | 10          |
|                                          |                                          |                                                |                        | IP               | 40          |

**B8- Resultados da avaliação do índice de prioridade de actuação**

|                                     | AH de Caniços              | AH de Negrelos II          | AH de Negrelos I           | Moinho do Pisco            | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | AH de Espinho        | Moinhos do Ramalho   | Moinho do Gonçalves        | AH de Caneiro              | AH da Fábrica do Papel     |
|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| L montante                          | 1,77                       | 1,13                       | 0,96                       | 0,73                       | 1,13                                | 1,01                 | 0,33                 | 2,25                       | 1,86                       | 1,00                       |
| L jusante                           | 0,23                       | 1,77                       | 1,13                       | 0,96                       | 0,73                                | 1,13                 | 1,01                 | 0,33                       | 2,25                       | 1,86                       |
| L total                             | 25,00                      | 25,00                      | 25,00                      | 25,00                      | 25,00                               | 25,00                | 25,00                | 25,00                      | 25,00                      | 25,00                      |
| M (Factor morfológico)              | 0,08                       | 0,12                       | 0,08                       | 0,07                       | 0,07                                | 0,09                 | 0,05                 | 0,10                       | 0,16                       | 0,11                       |
| $\sum ki$                           | 10,13                      | 10,13                      | 10,13                      | 20,25                      | 20,25                               | 20,25                | 20,25                | 20,25                      | 20,25                      | 20,25                      |
| $\sum kt$                           | 38,25                      | 38,25                      | 38,25                      | 38,25                      | 38,25                               | 38,25                | 38,25                | 38,25                      | 38,25                      | 38,25                      |
| I (Factor de comunidade de peixes)  | 0,26                       | 0,26                       | 0,26                       | 0,53                       | 0,53                                | 0,53                 | 0,53                 | 0,53                       | 0,53                       | 0,53                       |
| IP (Índice de permeabilidade)       | 40,00                      | 40,00                      | 40,00                      | 20,00                      | 25,00                               | 25,00                | 25,00                | 30,00                      | 40,00                      | 40,00                      |
| Ei (presença de espécies invasoras) | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                              | 100,00               | 100,00               | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                     |
| P (nível de Protecção)              | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                                | 0,00                 | 0,00                 | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       |
| A (Abandono)                        | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 100,00                     | 100,00                              | 100,00               | 100,00               | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       |
| S (seca provocada pelo açude)       | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                                | 0,00                 | 0,00                 | 0,00                       | 0,00                       | 0,00                       |
| ES (Seca severa)                    | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                              | 100,00               | 100,00               | 100,00                     | 100,00                     | 100,00                     |
| <b>IPA</b>                          | 3,26                       | 3,26                       | 3,26                       | 3,26                       | 3,35                                | 3,35                 | 3,35                 | 3,07                       | 3,26                       | 3,26                       |
| Prioridade de actuação              | Actuação Pouco prioritária | Actuação Pouco prioritária | Actuação Pouco prioritária | Actuação Pouco prioritária | Actuação Prioritária                | Actuação Prioritária | Actuação Prioritária | Actuação Pouco prioritária | Actuação Pouco prioritária | Actuação Pouco prioritária |

|                                           | Moinhos<br>do Lopes<br>Mudo | Moinhos<br>do Lopes<br>Mudo | Moinho do<br>Maquias/AH<br>de Maquias | AH de<br>Vizela                  | AH da Companhia<br>de Banhos do Vizela | Açude LASA                       | Moinhos da<br>Ramalhada          | AH de<br>Tagilde                 | Azenhas de<br>Cabreira           | Azenhas do<br>Outeiro         |
|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| L montante                                | 0,18                        | 0,55                        | 0,19                                  | 0,55                             | 1,22                                   | 0,42                             | 1,26                             | 0,363                            | 0,38                             | 7,48                          |
| L jusante                                 | 1,00                        | 0,18                        | 0,55                                  | 0,19                             | 0,55                                   | 1,22                             | 0,42                             | 1,256                            | 0,363                            | 0,36                          |
| L total                                   | 25,00                       | 25,00                       | 25,00                                 | 25,00                            | 25,00                                  | 25,00                            | 25,00                            | 25,00                            | 25,00                            | 25,00                         |
| M (Factor<br>morfológico)                 | 0,05                        | 0,03                        | 0,03                                  | 0,03                             | 0,07                                   | 0,07                             | 0,07                             | 0,06                             | 0,03                             | 0,31                          |
| $\sum k_i$                                | 38,25                       | 38,25                       | 38,25                                 | 38,25                            | 38,25                                  | 38,25                            | 38,25                            | 38,25                            | 38,25                            | 38,25                         |
| $\sum k_t$                                | 38,25                       | 38,25                       | 38,25                                 | 38,25                            | 38,25                                  | 38,25                            | 38,25                            | 38,25                            | 38,25                            | 38,25                         |
| I (Factor de<br>comunidade de<br>peixes)  | 1,00                        | 1,00                        | 1,00                                  | 1,00                             | 1,00                                   | 1,00                             | 1,00                             | 1,00                             | 1,00                             | 1,00                          |
| IP (Índice de<br>permeabilidade)          | 25                          | 25                          | 30                                    | 40                               | 40                                     | 20                               | 10                               | 40                               | 40                               | 40                            |
| Ei (presença de<br>espécies<br>invasoras) | 100,00                      | 100,00                      | 100,00                                | 100,00                           | 100,00                                 | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                        |
| P (nível de<br>Protecção)                 | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                                  | 0,00                             | 0,00                                   | 0,00                             | 0,00                             | 0,00                             | 0,00                             | 0,00                          |
| A (Abandono)                              | 100,00                      | 100,00                      | 100,00                                | 100,00                           | 0,00                                   | 0,00                             | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                           | 0,00                          |
| S (seca<br>provocada pelo<br>açude)       | 0,00                        | 0,00                        | 0,00                                  | 0,00                             | 0,00                                   | 0,00                             | 0,00                             | 0,00                             | 0,00                             | 0,00                          |
| ES (Seca<br>severa)                       | 100,00                      | 100,00                      | 100,00                                | 100,00                           | 100,00                                 | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                           | 100,00                        |
| <b>IPA</b>                                | 3,36                        | 3,36                        | 3,45                                  | 3,64                             | 3,27                                   | 2,89                             | 3,08                             | 3,64                             | 3,64                             | 3,27                          |
| Prioridade de<br>actuação                 | Actuação<br>Prioritária     | Actuação<br>Prioritária     | Actuação<br>Prioritária               | Actuação<br>Muito<br>prioritária | Actuação Pouco<br>prioritária          | Sem<br>prioridade de<br>actuação | Actuação<br>Pouco<br>prioritária | Actuação<br>Muito<br>prioritária | Actuação<br>Muito<br>prioritária | Actuação Pouco<br>prioritária |

**B9- Resultados da Análise económica**

|                                                      | AH de Caniços   | AH de Negrelos II | AH de Negrelos I   | Moinho do Pisco | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | AH de Espinho   | Moinhos do Ramalho | Moinho do Gonçalves | AH de Caneiro  | AH da Fábrica do Papel |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|----------------|------------------------|
| Valor para a produção hidroelétrica                  | 287.000,00 €    | 175.000,00 €      | 25.000,00 €        |                 | 20.736,00 €                         | 200.000,00 €    |                    |                     | 515.724,56 €   | 253.364,13 €           |
| Valor da água para abastecimento urbano e industrial |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| Valor para a protecção contra as cheias              |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| Valor para actividades de recreação                  |                 |                   |                    | 5.375,00 €      |                                     |                 |                    |                     | 5.375,00 €     |                        |
| Valor da água para rega                              |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| Valor para a produção de energia mecânica            |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    | 15.000,00 €         |                |                        |
| Custos de manutenção                                 | 17.220,00 €     | 10.500,00 €       | 1.500,00 €         |                 | 2.488,00 €                          | 60.000,00 €     |                    | 1.000,00 €          | 4.014,65 €     | 31.506,79              |
| Custos operacionais                                  | 34.440,00 €     | 21.000,00 €       | 3.000,00 €         |                 |                                     |                 |                    |                     | 29.183,99 €    | 45.315,15 €            |
| Custos de modernização anualizados                   | 108.973,37 €    |                   | 32.692,01 €        |                 | 10.325,96 €                         | 29.059,56 €     |                    | 523,11 €            |                |                        |
| Custos de re-licenciamento anualizados               | 1.142,86 €      | 857,14 €          | 131,43 €           |                 | 71,43 €                             |                 |                    |                     |                |                        |
| Saldo                                                | 125.223,78 €    | 142.642,86 €      | -12.323,44 €       | 5.375,00 €      | 7.850,61 €                          | 110.940,44 €    | 0,00 €             | 13.476,89 €         | 487.900,92 €   | 176.542,19 €           |
|                                                      | Lucro Potencial | Lucro Potencial   | Prejuízo Potencial | Lucro Actual    | Lucro Potencial                     | Lucro Potencial | Saldo Nulo         | Lucro Actual        | Lucro Actual   | Lucro Potencial        |
|                                                      |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| <b>Investimento em modernização</b>                  | 1.500.000,00 €  |                   | 450.000,00 €       |                 | 76.000,00 €                         | 400.000,00 €    |                    | 6.000,00 €          |                |                        |
| i (%)                                                | 6%              |                   | 6%                 |                 | 6%                                  | 6%              |                    | 6%                  |                |                        |
| Nº de anos de amortização                            | 30              |                   | 30                 |                 | 10                                  | 30              |                    | 20                  |                |                        |
| <b>Investimento em re-licenciamento</b>              | 40.000,00 €     | 30.000,00 €       | 4.600,00 €         |                 | 2.500,00 €                          |                 |                    |                     |                |                        |
| i (%)                                                |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| Nº de anos de amortização                            | 35              | 35                | 35                 |                 | 35                                  |                 |                    |                     |                |                        |
|                                                      |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| <b>Remoção</b>                                       |                 |                   |                    |                 |                                     |                 |                    |                     |                |                        |
| Volume a demolir (m³)                                | 1787,2          | 446,6             | 230,4              | 15              | 60                                  | 246,42          | 48                 | 66                  | 10803,1        | 109,2                  |
| Custos da remoção                                    | 402.120,00 €    | 100.485,00 €      | 51.840,00 €        | 3.375,00 €      | 13.500,00 €                         | 55.444,50 €     | 10.800,00 €        | 14.850,00 €         | 2.430.697,50 € | 24.570,00 €            |
| Custos operacionais, de manutenção e de restauro     | 160.633,37 €    | 31.500,00 €       | 37.192,01 €        | 0,00 €          | 12.813,96 €                         | 89.059,56 €     | 0,00 €             | 1.523,11 €          | 33.198,64 €    | 76.821,94 €            |

Critérios de decisão de remoção de estruturas hidráulicas existentes em cursos de água

|                                                      | Moinhos do Lopes Mudo | Moinhos do Lopes Mudo | Moinho do Maquias/AH de Maquias | AH de Vizela    | AH da Companhia de Banhos do Vizela                  | Açude LASA   | Moinhos da Ramalhada | AH de Tagilde   | Azenhas de Cabreira | Azenhas do Outeiro |
|------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|--------------|----------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| Valor para a produção hidroeléctrica                 |                       |                       | 16.589,00 €                     | 51.840,00 €     | 75.000,00 €                                          |              |                      | 33.696,00 €     |                     |                    |
| Valor da água para abastecimento urbano e industrial |                       |                       |                                 |                 | 500.000,00 €                                         | 750.000,00 € |                      |                 |                     |                    |
| Valor para a protecção contra as cheias              |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     |                    |
| Valor para actividades de recreação                  |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     |                    |
| Valor da água para rega                              |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     | 633.873,60 €       |
| Valor para a produção de energia mecânica            |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     |                    |
| Custos de manutenção                                 |                       |                       | 1.991,00 €                      | 6.221,00 €      | 10.000,00 €                                          | 2.500,00 €   |                      | 4.044,00 €      |                     |                    |
| Custos operacionais                                  |                       |                       |                                 |                 | 50.000,00 €                                          | 75.000,00 €  |                      |                 |                     |                    |
| Custos de modernização anualizados                   |                       |                       | 8.287,95 €                      | 25.814,91 €     | 100.156,78 €                                         |              |                      | 16.779,69 €     |                     | 339,67 €           |
| Custos de re-licenciamento anualizados               |                       |                       | 71,43 €                         | 80,17 €         | 194,29 €                                             |              |                      | 71,43 €         |                     |                    |
| saldo                                                | 0,00 €                | 0,00 €                | 6.238,63 €                      | 19.723,92 €     | 414.648,93 €                                         | 672.500,00 € | 0,00 €               | 12.800,88 €     | 0,00 €              | 633.533,93 €       |
|                                                      | Saldo Nulo            | Saldo nulo            | Lucro Potencial                 | Lucro Potencial | Lucro Actual (captação) e Potencial (Hidroeléctrico) | Lucro Actual | Saldo Nulo           | Lucro Potencial | Saldo Nulo          | Lucro actual       |
|                                                      |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     |                    |
| <b>Investimento em modernização</b>                  |                       |                       | 61.000,00 €                     | 190.000,00 €    | 588.000 €                                            |              |                      | 123.500,00 €    |                     | 2.500 €            |
| i (%)                                                |                       |                       | 6%                              | 6%              | 6%                                                   |              |                      | 6%              |                     | 6%                 |
| Nº de anos de amortização                            |                       |                       | 10                              | 10              | 7,8                                                  |              |                      | 10              |                     | 10                 |
| <b>Investimento em re-licenciamento</b>              |                       |                       | 2.500,00 €                      | 2.806,00 €      | 15.000,00 € <sup>5</sup>                             |              |                      | 2.500,00 €      |                     |                    |
| i (%)                                                |                       |                       |                                 |                 | 6%                                                   |              |                      |                 |                     |                    |
| Nº de anos de amortização                            |                       |                       | 35                              | 35              | 5                                                    |              |                      | 35              |                     |                    |
|                                                      |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     |                    |
| <b>Remoção</b>                                       |                       |                       |                                 |                 |                                                      |              |                      |                 |                     |                    |
| Volume a demolir (m³)                                | 10,5                  | 108                   | 450                             | 480             | 105                                                  | 10           | 34                   | 270             | 105                 | 300                |
| Custos da remoção (€)                                | 2.362,50 €            | 24.300,00 €           | 101.250,00 €                    | 108.000,00 €    | 23.625,00 €                                          | 2.250,00 €   | 7.650,00 €           | 60.750,00 €     | 23.625,00 €         | 67.500,00 €        |
| Custos operacionais, de manutenção e de restauro     | 0,00 €                | 0,00 €                | 10.278,95 €                     | 32.035,91 €     | 160.156,78 €                                         | 77.500,00 €  | 0,00 €               | 20.823,69 €     | 0,00 €              | 339,67 €           |

<sup>5</sup> Investimento em modernização da captação

**B10-Resultados da Análise Social**

|                                                               | AH de Caniços                                           | AH de Negrelos II | AH de Negrelos I | Moinho do Pisco | Moinhos do Macavio /AH de Alvarinhos                                                      | AH de Espinho | Moinhos do Ramalho                                                                                                                                           | Moinho do Gonçalves | AH de Caneiro                                                       | AH da Fábrica do Papel                                    |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Existe plano de segurança da estrutura?                       | sim                                                     | sim               | sim              | não             | não                                                                                       | não           | não                                                                                                                                                          | não                 | sim                                                                 | não                                                       |
| Há potencial para acidentes?                                  | não                                                     | não               | não              | não             | sim                                                                                       | não           | sim                                                                                                                                                          | não                 | não                                                                 | não                                                       |
| Se sim, Quais?                                                |                                                         |                   |                  |                 | Queda parcial do muro do açude em 1961 devido a cheias levou a instabilidade da estrutura |               | Após uma queda parcial do muro do açude foram colocadas pedras no corpo do açude sem qualquer tipo construtivo o que leva a um potencial de queda das mesmas |                     |                                                                     |                                                           |
| A remoção da estrutura traz implicações sociais para jusante? | sim                                                     | não               | não              | não             | não                                                                                       | não           | não                                                                                                                                                          | não                 | sim                                                                 | sim                                                       |
| Se sim, Quais?                                                | Inundação temporária de habitações e instalações fabris |                   |                  |                 |                                                                                           |               |                                                                                                                                                              |                     | Inundação temporária de terrenos florestais, agrícolas e habitações | Inundação temporária de terrenos florestais e industriais |
| A estrutura é segura?                                         | sim                                                     | sim               | sim              | sim             | não                                                                                       | sim           | não                                                                                                                                                          | sim                 | sim                                                                 | sim                                                       |
| Se não, em que aspectos?                                      |                                                         |                   |                  |                 | Falhas estruturais graves devido a queda parcial do corpo do açude                        |               | Falhas estruturais graves devido à falta consolidação da estrutura                                                                                           |                     |                                                                     |                                                           |

|                                                               | Moinhos do Lopes Mudo                                                       | Moinhos do Lopes Mudo                      | Moinho do Maquias/<br>AH de Maquias | AH de Vizela | AH da Companhia de Banhos do Vizela | Açude LASA | Moinhos da Ramalhada                                                                    | AH de Tagilde                                                                                                                                          | Azenhas de Cabreira                                                                          | Azenhas do Outeiro                                    |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Existe plano de segurança da estrutura?                       | não                                                                         | não                                        | não                                 | não          | não                                 | não        | não                                                                                     | não                                                                                                                                                    | não                                                                                          | não                                                   |
| Há potencial para acidentes?                                  | não                                                                         | sim                                        | não                                 | não          | não                                 | não        | não                                                                                     | não                                                                                                                                                    | sim                                                                                          | não                                                   |
| Se sim, Quais?                                                |                                                                             | Queda parcial de fracções do muro do açude |                                     |              |                                     |            |                                                                                         |                                                                                                                                                        | Vestígios de queda parcial do açude devido a cheias que levaram à instabilidade da estrutura |                                                       |
| A remoção da estrutura traz implicações sociais para jusante? | não                                                                         | não                                        | não                                 | não          | não                                 | não        | não                                                                                     | não                                                                                                                                                    | não                                                                                          | não                                                   |
| Se sim, Quais?                                                |                                                                             |                                            |                                     |              |                                     |            |                                                                                         |                                                                                                                                                        |                                                                                              |                                                       |
| A estrutura é segura?                                         | não                                                                         | não                                        | sim                                 | sim          | sim                                 | sim        | não                                                                                     | não                                                                                                                                                    | não                                                                                          | não                                                   |
| Se não, em que aspectos?                                      | Ausência de consolidação da estrutura. Vestígios de antigos desmoronamentos | Vestígios de antigos desmoronamentos       |                                     |              |                                     |            | Ausência de consolidação da estrutura leva à necessidade permanente de obras de reforço | Vestígios de queda parcial do muro do açude. Açude muito fracturado. Cheia pode levar ao desmoronamento da estrutura devido a ausência de consolidação | Ausência de manutenção leva a ausência de consolidação da estrutura                          | Açude fracturado. Vestígios de queda parcial do açude |

**B11- Resultados da Análise Cultural**

|                                         | Moinho do Pisco                                              | Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos | Moinho do Gonçalves                                                                                 | AH de Caneiro                                         | Moinhos do Lopes Mudo                                                                                                                                                                                         | Moinho do Maquias/AH de Maquias                                                                                                                                                                                                  | AH da Companhia de Banhos do Vizela                                                                                                             | Moinhos da Ramalhada                                                                                                | Azenhas do Outeiro                                                                                                            |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valor histórico e estético da albufeira | -                                                            | -                                   | -                                                                                                   | Margens da albufeira como local de lazer              |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                  | Albufeira junto ao parque das termas de Vizela cria espelho de água com elevado valor estético                                                  | Albufeira criada pelo açude cria espelho de água criando oportunidades de pesca e lazer                             |                                                                                                                               |
| Valor histórico e estético da estrutura | Moinho centenário cuja estética embeleza uma zona recreativa | Moinhos centenários                 | Moinhos centenários ainda em actividade que recebem visitas de estudo de estabelecimentos de ensino | A Estrutura em betão é classificada como obra de arte | Os moinhos foram uma importante Indústria de moagem que empregava algumas pessoas e servia as populações da região, tendo sido edificados junto ao edifício daquela que foi a 1ª Fábrica de Papel de Portugal | Moinho situado no centro de Vizela serve de atracção turística e mote para actividades recreativas. Neste local, reunia-se Camilo Castelo Branco e mais alguns amigos, segundo relatos do escritor no seu livro Novelas do Minho | Estrutura centenária de bombagem de água cujo som da queda de água do açude tem elevado valor para os visitantes do parque das termas de Vizela | Som da queda de água do açude tem elevado valor para os utentes da esplanada do clube de pesca. Moinhos centenários | Moinhos centenários desactivados mas em bom estado de conservação que recebem visitas de estudo de estabelecimentos de ensino |

## C1- Classificação das águas piscícolas

Classificação das águas piscícolas a que se refere o artigo 33.º do Decreto-Lei n.º 236/98, de 1 de Agosto, o qual transpõe para o direito interno a Directiva n.º 78/659/CEE, do Conselho, de 18 de Julho (apenas estão patentes os cursos de água da área de jurisdição da ARH Norte, I.P.)

| Código | Bacia  | Curso de água | Classificação | Limites                                                              | Extensão (quilómetros) |
|--------|--------|---------------|---------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1      | Minho  | Coura         | S             | Da nascente à ponte de Vilar de Mouros                               | 39,5                   |
| 2      | Minho  | Mouro         | S             | Todo o curso de água                                                 | 32,7                   |
| 3      | Âncora | Âncora        | S             | Da nascente à ponte de caminho de ferro                              | 18,2                   |
| 4      | Lima   | Labruja       | S             | Todo o curso de água                                                 | 15                     |
| 5      | Lima   | Vez           | S             | Todo o curso de água                                                 | 39,5                   |
| 6      | Lima   | Âzere         | S             | Todo o curso de água                                                 | 39,5                   |
| 7      | Neiva  | Neiva         | S             | Da nascente à ponte de Além do Rio                                   | 34,2                   |
| 8      | Cávado | Cávado        | S             | Da nascente ao regolho da albufeira de Salamonde ao NPA              | 37                     |
| 9      | Cávado | Cávado        | S             | Da barragem da Caniçada à ponte da EN 101                            | 20,7                   |
| 10     | Cávado | Cávado        | C             | Da ponte da EN 101 à barragem de Penide                              | 17,7                   |
| 11     | Cávado | Cávado        | C             | Albufeiras de Salamonde e Caniçada                                   | 20,3                   |
| 12     | Cávado | Homem         | S             | Da nascente à estação de captação designada por Fiscal               | 41,2                   |
| 13     | Cávado | Homem         | C             | Da estação de captação designada por Fiscal à foz                    | 7                      |
| 14     | Cávado | Rabagão       | C             | Todo o curso de água                                                 | 45                     |
| 15     | Ave    | Vizela        | S             | Da nascente à Ponte Velha, Vizela                                    | 32,7                   |
| 16     | Ave    | Ferro         | S             | Todo o curso de água                                                 | 20,5                   |
| 17     | Ave    | Ave           | C             | Do regolho da albufeira do Ermal ao NPA à ponte de Caldas das Taipas | 26,8                   |
| 18     | Leça   | Leça          | S             | Da nascente à ponte da Reguenga                                      | 10                     |
| 19     | Douro  | Paiva         | S             | Da nascente à ponte de Alvarenga                                     | 90,5                   |

| Código | Bacia | Curso de água | Classificação | Limites                         | Extensão (quilómetros) |
|--------|-------|---------------|---------------|---------------------------------|------------------------|
| 20     | Douro | Paiva         | C             | Da ponte de Alvarenga à foz     | 21                     |
| 21     | Douro | Rio de Ouro   | S             | Todo o curso de água            | 21                     |
| 22     | Douro | Balsemão      | S             | Da nascente à ponte de Cascalho | 27,4                   |
| 23     | Douro | Balsemão      | C             | Da ponte de Cascalho à foz      | 5                      |
| 24     | Douro | Ferreira      | C             | Todo o curso de água            | 40                     |
| 25     | Douro | Alvelames     | C             | Todo o curso de água            | 26                     |
| 26     | Douro | Távora        | C             | Da Quinta do Corta-Vento à foz  | 46,8                   |
| 27     | Douro | Azibo         | C             | Todo o curso de água            | 50                     |

## D1-Modelo de edital de consulta pública

### EDITAL

A Administração da Região Hidrográfica do Norte, I.P., representada pelo seu Presidente, António José Guerreiro de Brito, de acordo com competências que lhe são atribuídas pela conjugação do disposto nos artigos 4.º e 5.º do Decreto-Lei n.º 208/2007, de 29 de Maio, com os artigos 25.º-A e 21.º da Lei n.º 3/2004, de 15 de Janeiro, com as alterações e redacção conferida pelo Decreto-Lei n.º 105/2007, de 3 de Abril (Lei Quadro dos Institutos Públicos) faz saber que correm éditos pelo período de 20 dias nos termos seguintes.

De acordo com os objectivos impostos na Lei n.º 58/2005, que aprova a Lei da Água, transpondo para a ordem jurídica nacional a Directiva n.º 2000/60/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro, que estabeleceu as bases e o quadro institucional para a gestão sustentável das águas, a Administração da Região Hidrográfica do Norte, I.P. (ARH do Norte, I.P.), vem, pelo presente, tornar público que se encontra a avaliar a existência de eventuais obstáculos à potencial remoção da estrutura hidráulica, propriedade de José Rafael Neto Gonçalves, com a denominação “Moinhos do Ramalho”, situada na margem esquerda do Rio Vizela na freguesia de S. Martinho do Campo, concelho de Santo Tirso e na margem direita na freguesia de Lordelo, concelho de Guimarães, uma vez que esta constitui um obstáculo à conectividade longitudinal do rio Vizela.

Assim, convidam-se todos os interessados que tenham objecções à referida potencial remoção, para, querendo, apresentar por escrito as mesmas durante o prazo de 20 dias contados nos termos do disposto no artigo 72.º do Código do Procedimento Administrativo, a partir da data da afixação do presente Edital.

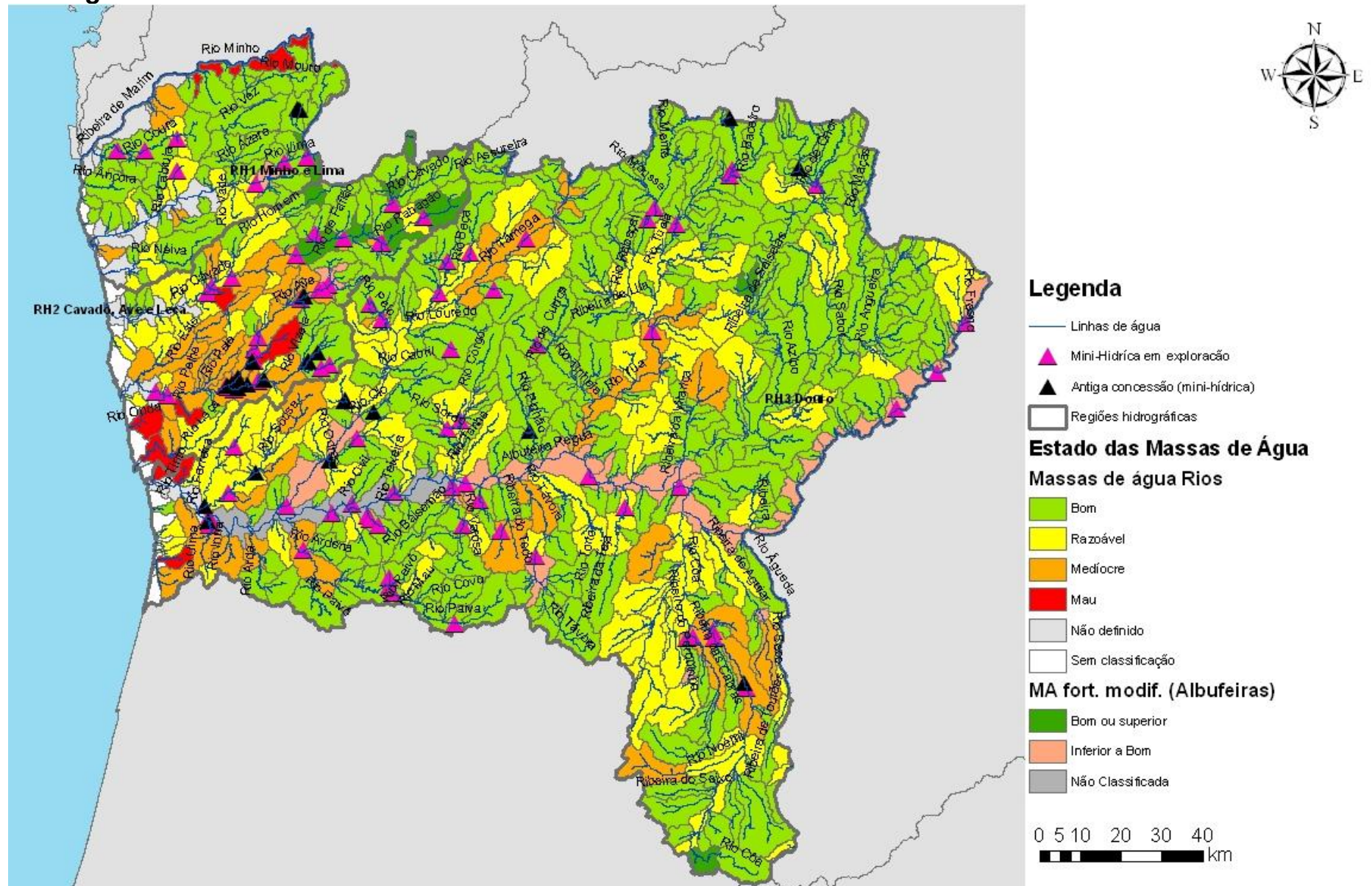
Para informações complementares, os interessados deverão dirigir-se:

Administração da Região Hidrográfica do Norte, I.P., Rua Formosa, 254, 4049-030,  
Telefone (+351) 223 400 000, Fax (+351) 223 400 010, e-mail: geral@arhnorte.pt.

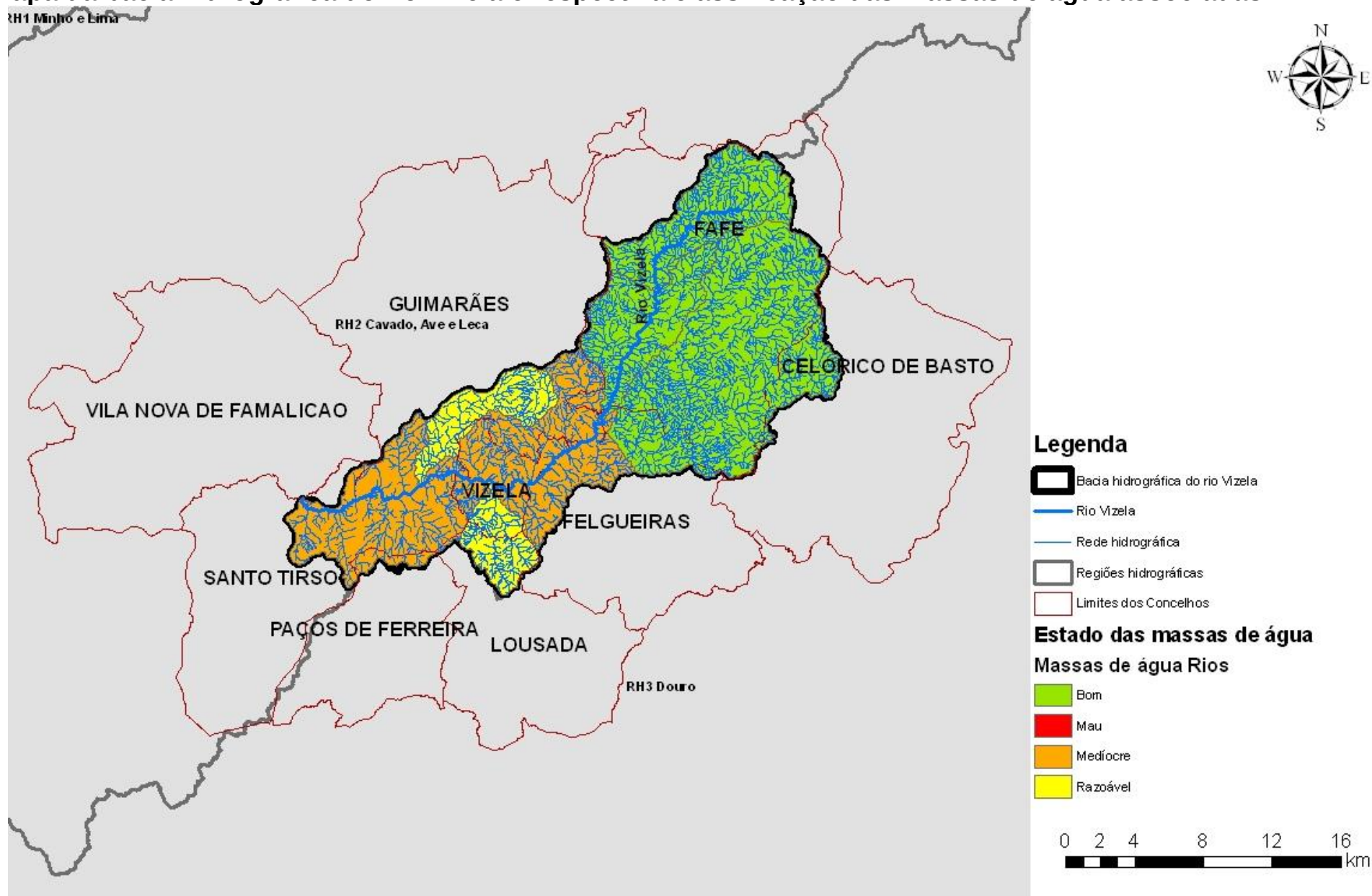
O Presidente da ARH Norte, I.P.,

António Guerreiro de Brito

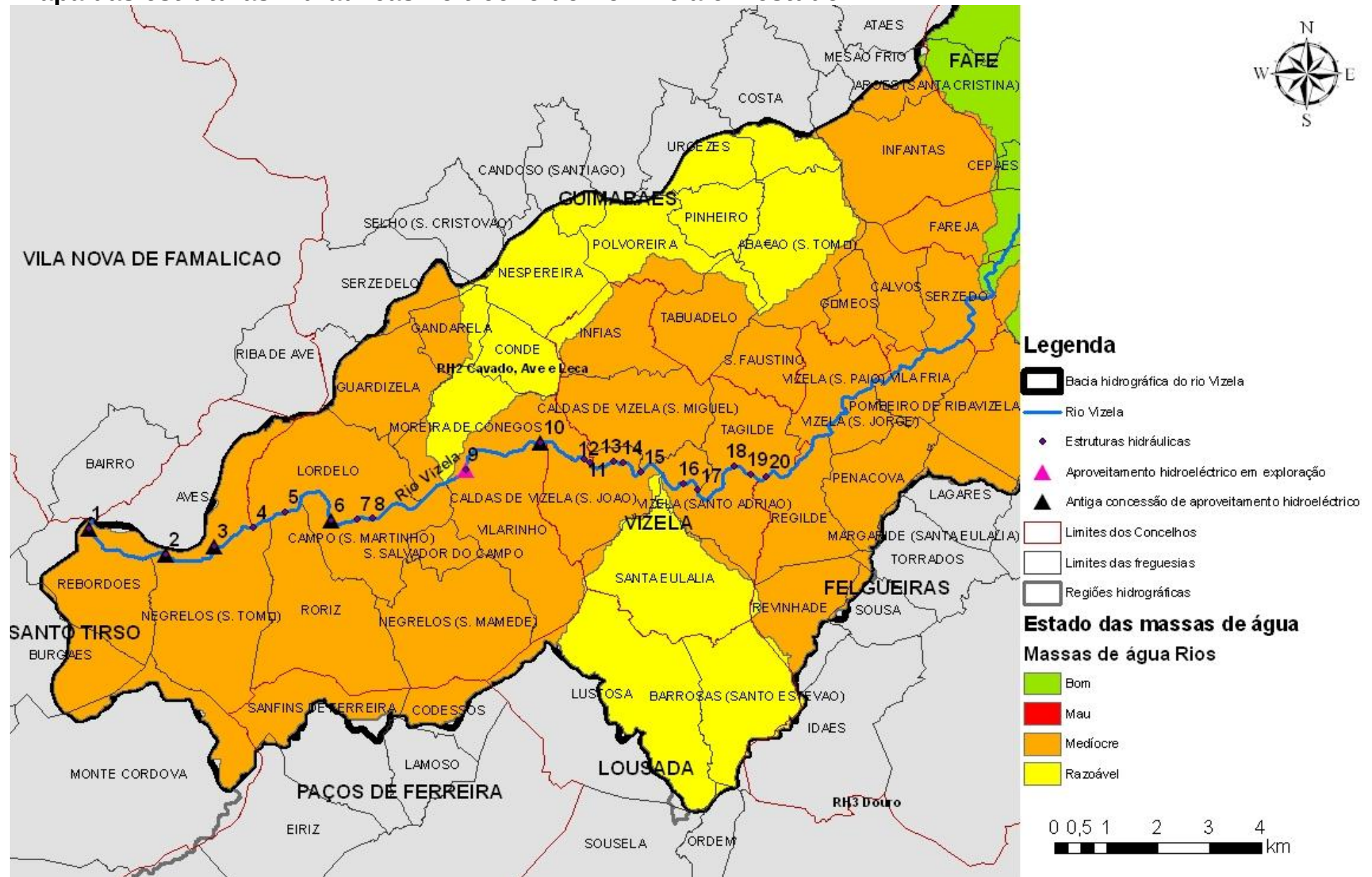
# E1- Mapa dos aproveitamentos hidroeléctricos em exploração e antigas concessões e respectiva classificação das massas de água



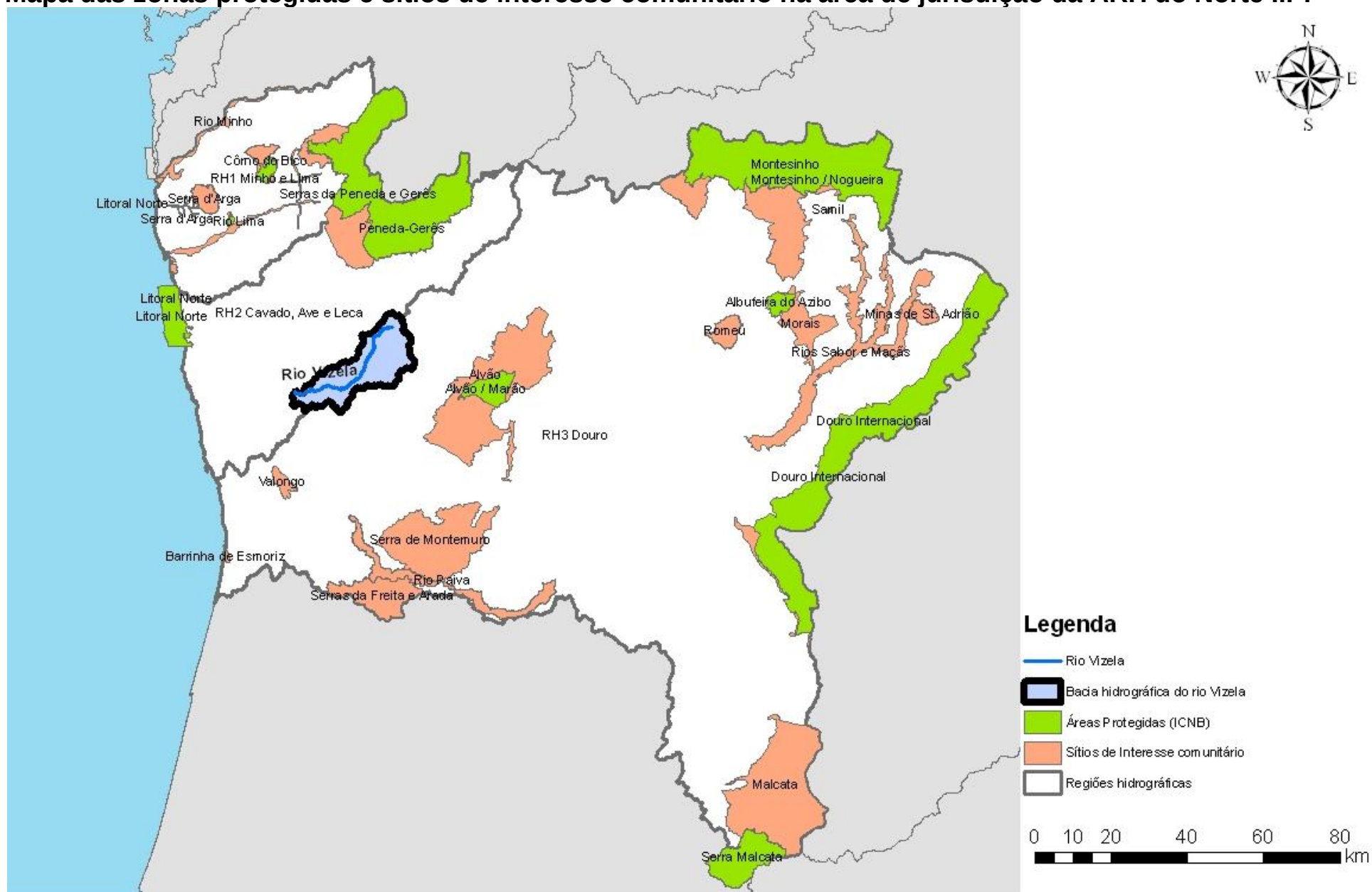
## E2- Mapa da bacia hidrográfica do rio Vizela e respectiva classificação das massas de água associadas



### E3 – Mapa das estruturas hidráulicas no trecho do rio Vizela em estudo



## E4 – Mapa das zonas protegidas e sios de interesse comunitário na área de jurisdição da ARH do Norte I.P.



## F- Reportagem Fotográfica

### F1-Moinhos do Ramalho



### F2-Moinhos do Lopes Mudo



### F3-Azenhas de Cabreira

