

CRITÉRIOS DE DECISÃO DE REMOÇÃO DE ESTRUTURAS HIDRÁULICAS EXISTENTES EM CURSOS DE ÁGUA Decision Criteria for Removal of Hydraulic Structures in Watercourses

TIAGO PINTO ⁽¹⁾ RODRIGO MAIA ⁽²⁾ e MARIA DE LURDES RESENDE ⁽³⁾

⁽¹⁾ Mestre em Engenharia do Ambiente, FEUP

Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, ega06045@fe.up.pt

⁽²⁾ Professor Associado, FEUP,

Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, rmaia@fe.up.pt

⁽³⁾ Chefe da Divisão de Licenciamento e Fiscalização do Departamento de Recursos Hídricos Interiores, ARH do Norte I.P.,

Rua Formosa, 254, 4049-030 Porto, lurdes.resende@arhnorte.pt

Resumo

Atualmente, 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 objetivo de alcançar a melhoria do estado ecológico das massas de água, preconizada pela Directiva Quadro da Água (DQA).

Na realidade, a presença de infraestruturas hidráulicas afeta significativamente o desempenho dos ecossistemas fluviais e tem implicações diretas nos ecossistemas ribeirinhos, nomeadamente alterações físicas, químicas, biológicas e hidrogeomorfológicas, o que poderá motivar a correspondente remoção, no sentido de reabilitar o habitat do rio.

O objetivo principal deste trabalho consistiu na elaboração de uma proposta de metodologia para o processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas implantadas em cursos de água, tendo em atenção os aspetos ambientais, económicos, sociais e culturais.

Para esse fim, e com base em pesquisa de bibliografia relativa aos aspetos mais importantes do conhecimento atual associados à influência de estruturas hidráulicas no ecossistema fluvial, processo de decisão de remoção, correspondentes critérios e indicadores e legislação aplicável, foram selecionados indicadores e índices a aplicar num processo de avaliação da necessidade de potencial remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água, através de uma matriz de critérios de decisão.

Palavras-chave: Património hidráulico, indicadores, estado ecológico.

Abstract

The current concerns about river ecosystems may lead to questioning the need to remove certain hydraulic infrastructures, which disrupt the longitudinal connectivity of rivers and affect their biological communities. Thus, it is urgent to study to what extent the maintenance of those infrastructures in the river will compromise the objective of improving the ecological status of water bodies, as recommended by the Water Framework Directive (WFD).

In fact, the presence of water infrastructure significantly affect the performance of river ecosystems and has direct implications for coastal ecosystems, including physical, chemical, biological and hydrogeomorfológic, which may motivate the corresponding removal in order to restore the habitat of river.

The main objective of this work consisted in developing a methodology for the decision process of removal of hydraulic structures implanted into watercourses, taking into account the environmental aspects, economic, social and cultural rights.

To this end, and based on a survey of literature which deals with the most important aspects of current knowledge regarding to the influence of hydraulic structures in the river ecosystem, decision-making process of removal, criteria and indicators and corresponding legislation, indicators and indices were selected to apply a process of evaluating the need for potential removal of hydraulic structures of water courses, through a matrix of decision criteria.

Keywords: Hydraulic heritage; indicators, ecological status.

1. Introdução

Na sociedade atual, o restauro dos rios surge como um meio para reativar os serviços dos ecossistemas que foram anulados ou afetados por decisões e/ou práticas do passado.

A Diretiva Quadro da Água (DQA) preconiza uma maior valorização dos aspetos ambientais, o que leva a questionar a necessidade de certas infraestruturas, entretanto tornadas obsoletas e/ou supérfluas, que afetam significativamente o desempenho dos ecossistemas fluviais.

Na realidade, os pequenos açudes abandonados e que não possuem dispositivos para passagem de peixes prejudicam, de um 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 aspetos ambientais relacionados com a saúde do ecossistema fluvial. Também é necessário ter em conta os aspetos económicos da manutenção ou remoção da estrutura e ainda fatores sociais e culturais que pesam na decisão da remoção de uma estrutura hidráulica presente num curso de água. A operação de estruturas existentes em cursos de água deve também garantir a integridade dos habitats e a manutenção dos serviços dos rios numa perspetiva da sua sustentabilidade.

No atual quadro de planeamento e gestão dos recursos hídricos, uma metodologia de avaliação do estado das estruturas hidráulicas, na perspetiva da correspondente manutenção ou remoção, torna-se uma ferramenta importante para que qualquer Administração de Região Hidrográfica (ARH) possa atingir o objetivo preconizado pela DQA de melhoria do estado ecológico das massas de água.

2. Objetivo

Na presente comunicação, 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.).

3. Influência de Estruturas Hidráulicas no Sistema Fluvial Natural

A incorporação de estruturas hidráulicas transversalmente aos 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 a jusante.

Essas mudanças 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.

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

Nos últimos anos têm sido comuns processos de eutrofização em rios, devido à ação conjunta da diminuição da velocidade da corrente e a presença de concentrações elevadas de nutrientes de descargas de águas residuais urbanas e rurais e da poluição difusa agrícola.

O aumento da carência bioquímica de oxigénio (CBO₅) e consequente eutrofização das massas de água tem um impacto negativo na sua qualidade, e pode mesmo comprometer o uso futuro da água.

Um exemplo claro da perda de qualidade associada à proliferação massiva de fitoplâncton em massas de água é o aparecimento de algas verde-azuladas (perifiton), algumas delas potencialmente produtoras de microcistinas e cianotoxinas, cuja presença afecta muito as condições de potabilidade e possível uso recreativo da água.

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 periódicos 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.

Especificamente, as estruturas transversais interrompem o curso natural de um rio e o seu caudal (algumas) alteram a temperatura da água, redirecionam o fluxo e interrompem a sua continuidade longitudinal.

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

- O caudal escoado;
- O regime de escoamento do rio;
- A qualidade da água (por exemplo, temperatura);
- O transporte de sedimentos;
- A conectividade longitudinal (por exemplo, a migração de peixes e outros organismos).

Deste modo, 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, permite demonstrar que a remoção pode ser uma ferramenta eficaz de recuperação a longo prazo do rio.

São vários e numerosos os estudos e as razões que podem ser referidos em relação aos impactos positivos da remoção de estruturas hidráulicas de rios.

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 melhoria da 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 colmatção devido aos sedimentos e à presença de altas concentrações de nutrientes que produzem fenómenos de eutrofização e também, dependendo do tamanho e profundidade da albufeira, fenómenos de estratificação;
- Redistribuição de sedimentos e melhoria do transporte sólido, melhorando também a dinâmica do rio e a renovação do habitat;
- Melhoria da distribuição de nutrientes e, portanto, da capacidade de autodepuração do rio;
- Recuperação da 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.

Ainda segundo o mesmo autor, a remoção não requer um gasto económico 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) salienta que os encargos financeiros de manutenção de uma estrutura envelhecida podem superar os benefícios de mantê-la.

Deverá, assim, ser analisado, no âmbito do processo de decisão objecto deste trabalho, se os custos correspondentes à contribuição para que seja atingida uma situação de conformidade com a Directiva Quadro da Água superam os benefícios de manter a estrutura.

No caso de estruturas em risco de rutura, também os custos relacionados com o risco para segurança pública podem ser superiores aos benefícios decorrentes da manutenção da estrutura hidráulica.

4. Metodologia de Avaliação da Necessidade de Remoção de Estruturas Hidráulicas

4.1. Processo de decisão de remoção de estruturas hidráulicas de cursos de água

A associação H. John Heinz III, Center for Science, Economics and the Environment (HJHC, 2002) estabelece que a decisão de remoção ou permanência de uma estrutura hidráulica deve ter em conta fatores 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.

Etapa 1: Definição das metas e objectivos.

Nesta etapa, são abordadas, duas questões fundamentais:

1. Será a estrutura hidráulica capaz de satisfazer os objectivos para os quais foi construída?
2. Que objetivos 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 objetivos que justificaram a sua realização. Para tal, devem ser considerados os serviços prestados pela estrutura. Para a segunda questão, há que ter em conta os aspectos relacionados com os objectivos que pesam no sentido da remoção da estrutura.

Etapa 2: Identificação dos principais critérios a considerar.

A selecção dos critérios deve ser realizada de forma aberta e transparente, utilizando os conhecimentos e valores de um vasto leque de pessoas e instituições na bacia hidrográfica. A chave para o sucesso, com base numa boa decisão, é obter uma ampla participação dos interessados na identificação das questões, que deve incluir:

- Questões ambientais;
- Questões de proteção 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 permitam 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 de diferentes 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 relação a tomar uma boa decisão sobre se a mesma deve ou não ser retirada, consiste em identificar todos os benefícios da estrutura específica, bem como os 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, tal não significa que todas as questões tenham de ser analisadas com o mesmo grau de cuidado em cada processo de decisão. Alguns critérios podem não se aplicar a todos os casos e outros podem ser respondidos sem que seja necessária uma análise aprofundada. Entretanto, em alguns casos, pode ser necessária uma análise mais aprofundada para verificar a conformidade com o critério.

4.2. Critérios e indicadores

Com base em extensa revisão bibliográfica, de acordo com o explicitado em Pinto *et al.* (2011), foram escolhidos 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.

Para levar a cabo a correspondente avaliação, foram seleccionados os seguintes indicadores:

- Índice do Grau de Qualidade do Canal, GQC (Cortes *et al.*, 1999);
- Riparian Quality Index, RQI (Tánago, 2006);
- Análise de Risco da Agência de Água Catalã (ACA, 2006);
- Índices da Confederação Hidrográfica do Douro (CHD, 2010);
- Indicadores da associação H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment (HJHC, 2002);
- Nível de assoreamento (baseado no método de Acker e White, 1973);
- Classificação da bacia hidrográfica (com base na estratégia da ARH, 2010).

Cada um dos indicadores e índices é classificado numa escala de 1 a 5, associada a cores, variando entre o *azul* (melhor estado da estrutura ou do rio) e o *vermelho* (pior dos estados). Uma vez que a associação HJHC (2002) é a que apresenta uma listagem mais exaustiva de critérios, tomou-se a tabela de indicadores indicada por aquela associação como base na matriz final de critérios.

Na tabela referida, a associação HJHC toma diferentes critérios. Para a elaboração da matriz final de critérios adoptada, utilizaram-se indicadores e índices definidos por diferentes outros autores, julgados adequados aos tipos de critérios antes referidos, de acordo com os aspetos mais específico que se pretendam 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 à sua influência na comunidade piscícola.

O tipo de critério “ecossistemas ribeirinhos” foi criado no sentido de acolher os índices GQC e o RQI, que avaliam a influência de estruturas hidráulicas na galeria ripícola. Também foi definido o tipo de critério “ecossistemas aquáticos” para integrar os indicadores relacionados com a influência de estruturas hidráulicas no meio aquático devido ao efeito barreira criado pela estrutura transversal e a consequente alteração do regime de caudais. O índice de prioridade de atuação e a classificação da bacia são indicadores que não cobrem exclusivamente um tipo de critério; assim, foi criado um novo tipo, designado de multicritério.

Em suma, propõem-se os seguintes tipos de sub-critérios:

- Segmentação da rede do rio;
- Geomorfologia de montante;
- Qualidade da água a montante;
- Ecossistemas ribeirinhos;
- Ecossistemas aquáticos;
- Serviços económicos da estrutura;
- Economia regional;
- Proteção e segurança;
- Valor cultural e estético da estrutura.

Os parâmetros presentes na matriz 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 possam ser agilizados e menos demorados. Nesse sentido, foram integrados na matriz, indicadores que respeitem esse objectivo.

O trabalho de campo deve ser a base para a determinação de todos os indicadores e da posterior avaliação, com base nas escalas de classificação.

5. Aplicação da Metodologia Proposta a um Rio da Área de Jurisdição da ARH do Norte I.P.

5.1. Trecho em estudo

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 hidroelétricos desativados.

Tomaram-se os critérios acima descritos numa perspectiva da melhoria do estado ecológico do rio e consequente cumprimento dos objectivos da DQA e considerando que o estado ecológico deficiente possa estar inter-relacionado com a presença da estrutura. Deu-se preferência a trechos do rio com aproveitamentos hidroelétricos desativados (licença expirada) no sentido da revisão da sustentabilidade dos mesmos.

Considerados os critérios, foi adoptado para estudo, o troço do rio Vizela inserido em massas de água de classificação medíocre (Figura 1), com uma extensão de 25 km, em que se inseriam 20 estruturas do tipo açude.

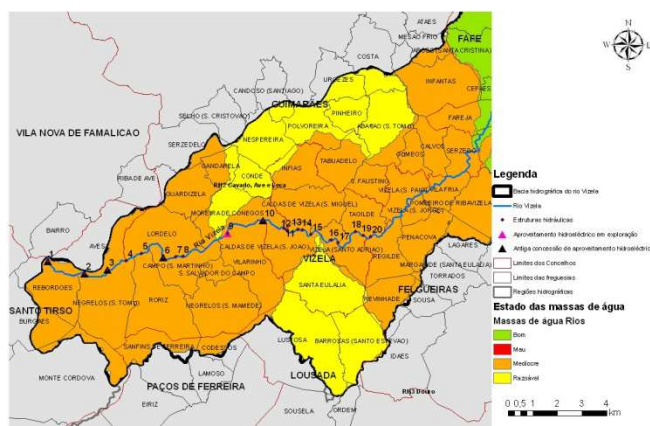


Figura 1. Mapa da localização das estruturas hidráulicas no trecho do rio Vizela em estudo.

5.2. 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 foi usada a média ponderada de todos os indicadores da matriz 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, que foram estabelecidos e validados de acordo com a ARH do Norte. 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, para o que foram simulados diferentes cenários.

Tendo em conta a elevada diversidade de critérios, tornou-se necessária a definição de uma estratégia de ponderação final. Assim, e dado que a cada um dos indicadores está associada uma escala de 5 cores, atribuiu-se a cada uma, uma pontuação, numa escala de 1 a 5.

A pontuação final é o resultado da média ponderada de todos os indicadores, tendo em atenção os pesos relativos a cada um.

O designado índice de estado da estrutura é definido em correspondência com a pontuação final ponderada, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1. Índice de estado da estrutura de acordo com a pontuação final ponderada.

Pontuação final ponderada	Índice de estado da estrutura
5	Excelente
4	Bom
3	Razoável
2	Medíocre
1	Mau

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 no Quadro 1. Esse resultado corresponde ao designado índice de estado da estrutura, que constitui o índice final para avaliação da necessidade de potencial remoção da mesma. O Quadro 2 mostra o valor final do índice para as estruturas avaliadas.

Quadro 2. Índice de estado da estrutura dos açudes avaliados.

Designação	Índice de estado da estrutura
AH de Caniços	3,868
AH de Negrelos II	3,618
AH de Negrelos I	2,518
Moinho do Pisco	4,258
Moinhos do Macavio/AH de Alvarinhos	3,698
AH de Espinho	3,430
Moinhos do Ramalho	2,238
Moinho do Gonçalves	4,158
AH de Caneiro	4,268
AH da Fábrica do Papel	3,622
Moinhos do Lopes Mudo	2,788
Moinhos do Lopes Mudo	2,478
Moinho do Maquias/AH de Maquias	4,013
AH de Vizela	3,393
AH da Companhia de Banhos do Vizela	3,692
Açude LASA	3,557
Moinhos da Ramalhada	2,948
AH de Tagilde	3,243
Azenhas de Cabreira	2,053
Azenhas do Outeiro	3,638

Quando as infraestruturas são classificadas com um índice de estado da estrutura *mau* ou *medíocre*, a decisão final deverá ser a sua remoção.

A partir dos resultados do índice de estado das estruturas avaliadas, pode concluir-se, que os açudes relativos aos *Moinhos do Ramalho*, *Moinhos do Lopes Mudo* e *Azenhas de Cabreira* deveriam ser removidos do rio Vizela numa perspectiva da melhoria do seu estado ecológico. Resumem-se, no Quadro 3 as principais razões que sustentam essa decisão de remoção.

Quadro 3. Principais razões que levaram à decisão de remoção dos açudes.

Moinhos do Ramalho	Moinhos do Lopes Mudo	Azenhas de Cabreira
Segurança da estrutura	Melhoria da estética do rio	Segurança da estrutura
Obsolescência económica		
Inactividade		
Alteração do regime de caudais e do canal		
Obsolescência estrutural		
Interferência negativa em outras estruturas em exploração	Melhoria da qualidade da galeria ripária	
	Impermeabilidade à passagem de peixes, nomeadamente salmonídeos - <i>Salmo trutta</i> (truta-marisca, truta-fário, truta-de-rio) e ciprinídeos - <i>Barbus bocagei</i> (barbo comum, Barbo do Norte) e <i>Chondrostoma duriensis</i> (Boga do Douro)	
	Assoreamento Muito elevado	Assoreamento Elevado

Todos os açudes propostos para demolição, para além de não estarem a ser utilizados com o objectivo para que foram construídos, estão a provocar uma quebra na conectividade longitudinal do rio Vizela.

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 do 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.

Entretanto, deverá ser enfatizado que a complexidade dos processos fluviais faz com que a remoção dos açudes não tenha, em geral e só por si, efeitos significativos na melhoria do estado ecológico, pelo que deverá ser acompanhada de medidas complementares. O restauro de um rio prevê a integração de várias medidas no sentido da recuperação das funções do ecossistema.

Nesse sentido, é proposta a construção de escadas de peixes e o estabelecimento de um regime de caudais ecológicos a cumprir para todas as outras estruturas hidráulicas a manter. Durante o trabalho de campo foi possível constatar a inoperacionalidade e/ou falta de uso dos dispositivos de descarga de fundo de grande parte dos açudes tendo este facto contribuído para uma acumulação de sedimentos ao longo do trecho em estudo. Nesse sentido, propõe-se uma recuperação da operacionalidade das descargas de fundo de forma a diminuir o assoreamento das albufeiras ou troços a montante.

5.3. Consulta pública

Ressalve-se que os fatores que levaram à decisão de remoção são meramente técnicos e não tiveram em linha de conta, em primeira análise, a opinião pública acerca dos serviços prestados pelos açudes. Nesse sentido, poderão haver estruturas que aparentemente não prestam qualquer tipo de serviço e, não obstante, existir 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.

Os editais foram afixados em todas as Câmaras Municipais e Juntas de Freguesia afetas à estrutura, bem como na entrada e no site oficial da ARH do Norte I.P.. Os proprietários dos açudes foram informados da afixação dos editais através de ofício registado com aviso de receção. Em resposta ao referido edital, nenhum dos interessados levantou qualquer tipo de objecção à remoção da estrutura Azenhas de Cabreira.

Não houve necessidade de alteração de pesos relativos do índice de estado da estrutura dos três açudes propostos para remoção devido à inexistência de opiniões bem fundamentadas desfavoráveis à remoção, segundo a ARH do Norte I.P.

5.4. Demolição

Tendo como base a metodologia e critérios da presente comunicação, a ARH do Norte I.P. procedeu à demolição das referidas estruturas. A obra foi adjudicada a um empreiteiro que procedeu à demolição dos 3 açudes durante o mês de agosto de 2011 devolvendo a conectividade ao rio Vizela. A Figura 2 mostra uma fotografia da demolição dos *Moinhos do Lopes Mudo*.



Figura 2. Demolição do açude dos *Moinhos do Lopes Mudo*.

6. Conclusões

A presente comunicação foi desenvolvida e orientada 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.

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.

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 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 Moínhos do Ramalho, Moínhos do Lopes Mudo e Azenhas de Cabreira deveriam ser removidos do rio Vizela numa perspetiva da melhoria do seu estado ecológico. Tal decisão foi concretizada pela ARH do Norte.

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

Deverá salientar-se, entretanto, que a problemática desenvolvida no presente trabalho se encontra ainda em desenvolvimento, pelo que, a metodologia proposta necessita de ser aplicada a um maior número de casos, por forma a melhor testar a sua sensibilidade e aplicabilidade.

Recomenda-se, também, que após a demolição de qualquer estrutura, nomeadamente nos casos referidos no rio Vizela, se proceda à monitorização temporal do estado do rio para verificar os efeitos dos desmantelamentos no estado ecológico do rio.

Referências

- ACA - Agência de Água Catalã (2006). Directiva Marco del Agua en Cataluña.
- 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
- AR - American Rivers (2002). The ecology of dam removal. Disponível em <<http://www.michigandnr.com/PUBLICATIONS/PDFS/fishing/dams/EcologyofDamRemoval.pdf>> [Fevereiro 2011]
- 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. Disponível em <<http://www.arhnorte.pt/doc.php?co=508>> [Fevereiro 2011]
- Bednarek, A. (2001). *Undamming Rivers: A Review of the Ecological Impacts of Dam Removal*. Environmental Management 27(6):803-814.)
- 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.
- HJHC - H. John Heinz III Center for science, economics and the environment (2002). Dam removal: Science and Decision Making. Disponível em <http://www.heinzctr.org/publications/PDF/Dam_removal_full_report.pdf> [Fevereiro 2011]
- Hoffert-Hay, Denise (2008). *Small Dam Removal in Oregon A Guide for Project Managers*. Disponível em <<http://www.oregon.gov/OWEB/docs/pubs/SmallDamRemovalGuide.pdf?ga=t>> [Fevereiro 2011]
- Pinto, Tiago; Maia, Rodrigo; Resende, Lurdes (2011) *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.* Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente - Gestão pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 188 pp.
- Tánago, Marta González (2006). Índice RQI para la valoración de las riberas fluviales en el context de la directive marco del agua.