

MUNICÍPIO DE VALPAÇOS

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE MACEIRAS

**ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
CONSOLIDADO**

RELATÓRIOS TÉCNICOS

VOLUME 2 – REGIME DE CAUDAL ECOLÓGICO

ABRIL 2024

INFORMAÇÃO DO PROJETO

Cliente: MUNICÍPIO DE VALPAÇOS
Nome do Projeto: Aproveitamento Hidroagrícola de Maceiras
Designação: Estudo de Impacte Ambiental
Data de assinatura do Contrato: 2 de maio de 2023
Autores: AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Lda. (AQUALOGUS)

INFORMAÇÃO DO ENTREGÁVEL

Entregável: **Estudo de Impacte Ambiental**
Preparado por: AQUALOGUS

Rev. N.º	Ref.:	Data	Elaborado	Verificado	Aprovado
0	315.01.01	30-11-2023	IFP, FMR	JPS	PAP

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE MACEIRAS

**ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL
RELATÓRIOS TÉCNICOS**

ÍNDICE DE VOLUMES

RELATÓRIO

VOLUME 1 – PEÇAS ESCRITAS

TOMO 1 – CAPÍTULOS INTRODUTÓRIOS

TOMO 2 – CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DE REFERÊNCIA

TOMO 3 – AVALIAÇÃO DE IMPACTES

TOMO 4 – MITIGAÇÃO, MONITORIZAÇÃO E CONCLUSÕES

VOLUME 2 – PEÇAS DESENHADAS

RELATÓRIOS TÉCNICOS

VOLUME 1 – SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL

VOLUME 2 – REGIME DE CAUDAL ECOLÓGICO

RESUMO NÃO TÉCNICO

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DE MACEIRAS

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL RELATÓRIOS TÉCNICOS

VOLUME 2 – REGIME DE CAUDAL ECOLÓGICO

ÍNDICES

TEXTO	Pág.
ÍNDICE DE VOLUMES	II
RELATÓRIO	II
1 INTRODUÇÃO	1
2 ENQUADRAMENTO LEGAL	3
3 ECOSISTEMAS AQUÁTICOS A JUSANTE DA BARRAGEM DE MACEIRAS	4
3.1 CONSIDERAÇÕES.....	4
3.2 SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS.....	5
4 REGIME DE CAUDAIS AFLUENTES EM CONDIÇÕES NATURAIS	6
5 MÉTODO DO PNA 2003	7
5.1 METODOLOGIA.....	7
5.2 RESULTADOS	7
6 PROPOSTA DE REGIME DE CAUDAIS DE MANUTENÇÃO ECOLÓGICA	9
7 MONITORIZAÇÃO	10
7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	10
7.2 ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO	11
7.3 ELEMENTOS A MONITORIZAR E SUA FREQUÊNCIA	11
7.4 METODOLOGIAS DE AMOSTRAGEM	13
7.5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO.....	13
BIBLIOGRAFIA	14

QUADROS

	Pág.
Quadro 4.1 – Afluências ao AH em regime natural.	6
Quadro 5.1 – Regime mensal de caudais ecológicos proposto no método do PNA (2002)....	7
Quadro 6.1 – RCE na barragem segundo o método do PNA (2002).	8
Quadro 7.1 – RCE adotado para a barragem de Maceiras.	9
Quadro 8.1 – Elementos e parâmetros a avaliar no Programa de Monitorização.....	11

Quadro 8.2 – Elementos de qualidade e parâmetros a avaliar.	12
Quadro 8.3 – Periodicidade de monitorização.....	13

FIGURAS

Pág.

Figura 3.1 - Tipologia DQA para a bacia hidrográfica do rio Tua (adaptado do SNIAmb).	4
Figura 4.1 – Curva de duração média do caudal médio diário para o AH.....	6

1 INTRODUÇÃO

A construção de uma barragem promove modificações significativas no funcionamento ecológico dos sistemas fluviais em resultado da alteração dos regimes naturais de caudal sólido e líquido e, por extensão, no ambiente físico-químico, com modificações subsequentes no ecossistema e nas comunidades biológicas.

Para mitigar este impacte são geralmente implementados a jusante de barragens regimes de caudais ecológicos (RCE), que de acordo com Alves e Bernardo (2003) podem ser definidos como regimes de caudais a assegurar no curso de água, variáveis ao longo do ano, por forma a assegurar a conservação e a manutenção dos ecossistemas aquáticos. A implementação de RCE surge pois como uma importante medida de mitigação dos impactes que os aproveitamentos hidráulicos geram, contribuindo para alcançar os objetivos de qualidade definidos para as massas de água sujeitas a esta pressão, nos termos da legislação aplicável [ver análise pormenorizada em Pinheiro (2019)].

No presente estão disponíveis várias centenas de métodos para determinação de **RCE**, com distintos objetivos, princípios orientadores, níveis de exigência em termos de informação e níveis de detalhe metodológico, podendo ser classificados em quatro grandes grupos (Tharme, 2003), que consideram os métodos hidrológicos, hidráulicos, ecohidráulicos e os holísticos.

O estabelecimento de caudais de manutenção ecológica eficazes em rios de clima mediterrânico, sujeitos a grandes variações de caudal sendo mesmo muitos deles temporários (*i.e.* com períodos de escoamento superficial nulo), permanece um problema complexo. Como cada caso apresenta contornos particulares, é difícil selecionar *a priori* o método mais adequado, podendo, para todos, serem apontadas vantagens e desvantagens. Não parece ter sido encontrado até ao momento um método ideal, reunindo em simultâneo as condições desejáveis de precisão, exequibilidade e adaptabilidade.

No âmbito dos trabalhos desenvolvidos para elaboração do primeiro Plano Nacional da Água, o Instituto da Água – atual Agência Portuguesa do Ambiente (APA) – propôs um método para todo o País (ver pormenorização em Alves e Bernardo, 2003), que têm vindo a ser aplicado pela Autoridade Nacional da Água, e usualmente designado como Método do INAG. Este método é, à luz do conhecimento existente, o método hidrológico mais adequado à realidade portuguesa, considerando aspetos ecológicos específicos do funcionamento dos sistemas fluviais portugueses, gerando RCE que mimetizam o regime hidrológico natural através da manutenção das suas principais características.

Para a sua determinação foi aplicado o primeiro nível de abordagem hierárquica da versão provisória do *Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em*

Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental (ver APA e AQUALOGUS, 2018)¹. Este documento, associado à terceira geração dos PGRH, genericamente integrou em documentação técnica nacional as recomendações contidas no Documento-Guia n.º 31 da Comissão Europeia “*Ecological Flows in the Implementation of the Water Framework Directive*”.

No presente estudo, procede-se ao cálculo de RCE para a barragem de Maceiras, com o objetivo de estabelecer um valor equilibrado e consensual para a manutenção, a jusante da nova infraestrutura, das principais valências ecológicas do sistema fluvial presente.

Numa fase inicial e no âmbito do respetivo Estudo de Impacte Ambiental (EIA) procedeu-se à caracterização ecológica da linha de água diretamente afetada pela barragem – ribeira do Salgueiral –, referenciando que no setor a jusante da barragem de Maceiras a probabilidade de presença da comunidade ictiofaunística será muito baixo, servindo o RCE para assegurar sobretudo condições para sustentação dos macroinvertebrados e galeria ribeirinha, assim como para outros grupos biológicos com afinidade a este meio, por exemplo os anfíbios.

Assim, o estabelecimento do regime de caudal ecológico para a barragem de Maceiras seguiu a metodologia apresentada nos capítulos seguintes.

No **capítulo 2** efetua-se o enquadramento legal do regime de caudais de ecológicos.

No **capítulo 3** caracteriza-se de modo sintético os ecossistemas aquáticos a jusante da barragem de Maceiras (a caracterização ambiental do sistema fluvial pode ser consultada no Tomo 2 do Volume 1 do Relatório do EIA).

No **capítulo 4** apresenta-se a caracterização do regime de caudais naturais do sistema.

No **capítulo 5** realiza-se a definição do regime de caudal ecológico de base mensal através do método do PNA 2003. No **Capítulo 6**, apresenta-se a proposta de definição de RCE e definição dos respetivos critérios de aplicação.

Por fim, no **capítulo 7** estabelece-se o programa de monitorização do RCE proposto.

¹ Disponível em <https://apambiente.pt/agua/planos-de-gestao-de-regiao-hidrografica-1> e consultado em outubro de 2023.

2 ENQUADRAMENTO LEGAL

Os regimes de caudais ecológicos (RCE) têm por objetivo mitigar os impactes das infraestruturas hidráulicas nos cursos de água, podendo ser definidos como regimes de caudais a manter no curso de água, variáveis ao longo do ano, por forma a assegurar a manutenção dos ecossistemas aquáticos e ribeirinhos e a produção de espécies com interesse desportivo ou comercial (APA e AQUALOGUS 2018).

O enquadramento dos RCE tem sofrido alterações na legislação portuguesa, de uma situação em que a sua implementação era referida de forma implícita, para a sua consagração explícita nos documentos legislativos mais recentes.

No regime sobre as utilizações dos recursos hídricos e respetivos títulos em vigor, nos termos do Decreto-Lei n.º 226-A/2007, de 31 de maio – na sua redação atual –, e da Portaria 1450/2007, de 12 de novembro, está consagrada a obrigatoriedade de assegurar RCE no âmbito dos processos de licenciamento dos aproveitamentos hidroelétricos, estando ainda definido que os títulos de utilização que incluam a implantação de infraestruturas hidráulicas devem contemplar a definição de um RCE e a necessidade de instalação de um dispositivo próprio para a sua libertação.

A Lei da Pesca em Águas Interiores (Lei n.º 7/2008, de 15 de fevereiro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 221/2015, de 8 de outubro e revisto pelo Decreto-Lei n.º 112/2017, de 6 de setembro) reforçou a obrigatoriedade de estabelecer um RCE em todos os Aproveitamentos Hidráulicos independentemente do fim a que se destinam, com o intuito de adequar o regime de caudais à manutenção do ciclo de vida das espécies aquícolas e da integridade do ecossistema aquático. A referida legislação refere ainda que a avaliação do caudal ecológico deve ser assegurada pelos proprietários ou utilizadores, permitindo a adaptação do caudal ecológico de modo a assegurar a sua eficácia.

Os Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH) em vigor – Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2016, de 20 de setembro, retificada e republicada pela Declaração de Retificação n.º 22-B/2016, de 18 de novembro – identificam a necessidade de definição de caudais ecológicos em diferentes cursos de água das bacias de cada Região Hidrográfica (RH). Uma análise pormenorizada da legislação nacional e comunitária sobre os RCE pode ser consultada em Pinheiro (2019).

3 ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS A JUSANTE DA BARRAGEM DE MACEIRAS

3.1 CONSIDERAÇÕES

Para a categoria de águas superficiais “rios”, os cursos de água existentes na bacia hidrográfica do rio Tua integram quatro tipologias diferenciadas (**Figura 3.1**), mais precisamente os designados Rios do Norte de Pequena Dimensão, Rios do Norte de Média-Grande Dimensão, Rios do Alto Douro de Média-Grande Dimensão e os Rios do Alto Douro de Pequena Dimensão.

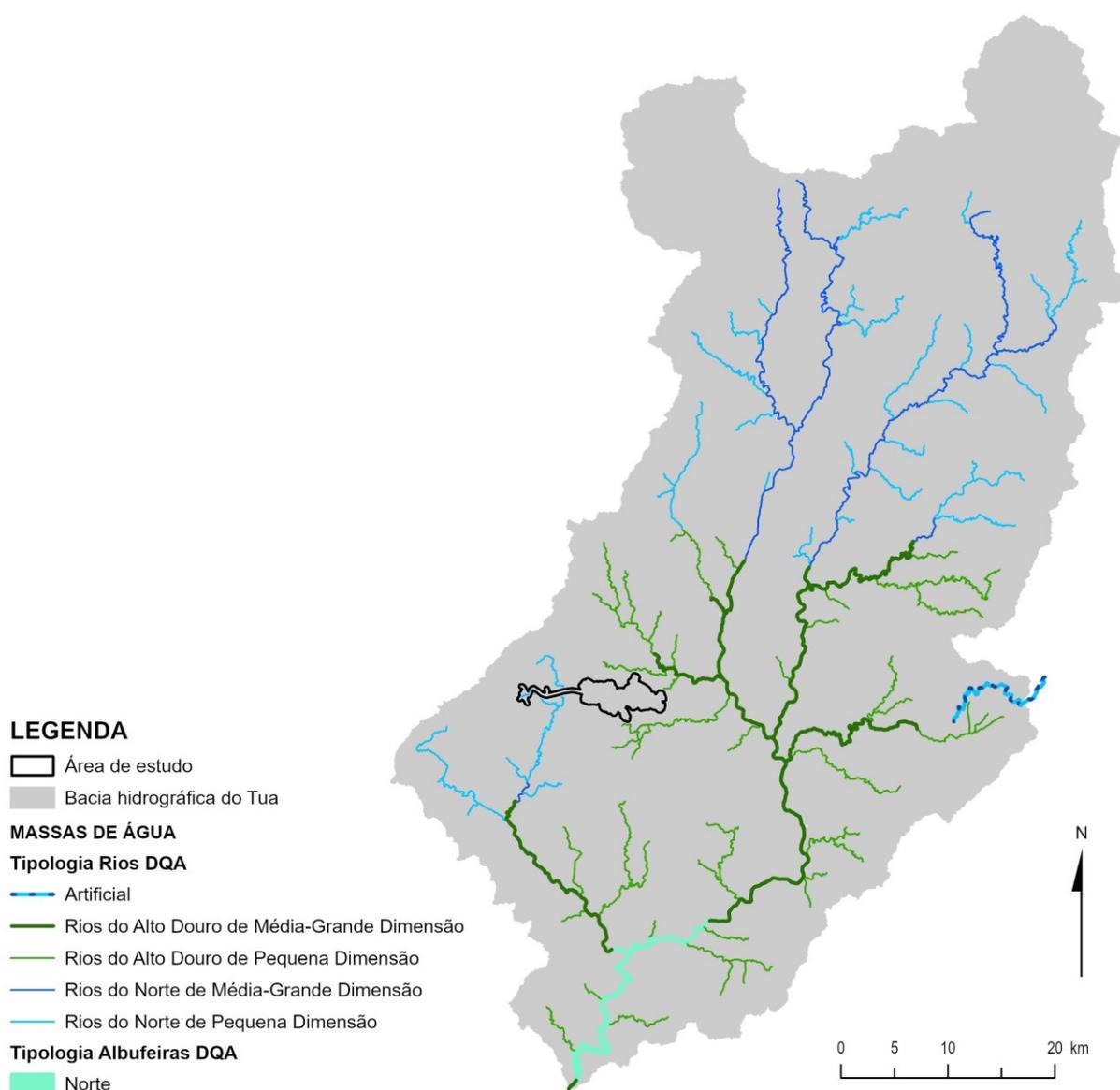


Figura 3.1 - Tipologia DQA para a bacia hidrográfica do rio Tua (adaptado do SNIAmb).

A linha de água onde a barragem em estudo está inserida no tipo **Rios do Norte de Pequena Dimensão (N3)**. Este grupo, segundo o documento da Tipologia de Rios Em Portugal Continental (ver INAG, 2008a), têm uma distribuição ampla, limitada a Sul pelas Serras da Lousã e Gardunha e a Sudoeste pela Ria de Aveiro. Estes rios encontram-se em zonas com temperatura média anual baixa (cerca de 12 a 13 °C em média) e precipitação média anual relativamente elevada (cerca de 1200 mm em média) no contexto climático do território de Portugal Continental. Os cursos de água encontram-se dispersos por uma vasta gama de altitudes (entre os 200 e 600 m de altitude, distância interquartil) com um valor médio de 413 m. O escoamento médio anual varia de 300 a 800 mm (distância interquartil), enquanto a amplitude térmica do ar e o coeficiente de variação de precipitação apresentam valores reduzidos. No que se refere à litologia, estes rios inserem-se sobretudo em zonas de natureza siliciosa, apresentando baixa mineralização.

3.2 SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

A componente hidrológica é central na estruturação das comunidades faunísticas e florísticas da área de estudo face ao regime muito variável destes troços. São também importantes na estruturação das comunidades biológicas as variáveis climatológicas, assim como as pressões antrópicas (e.g., agricultura) com influência sobre a linha de água.

A ribeira do Salgueiral fica enquadrada na zona mais adaptada aos salmonídeos – este curso de água está classificado no âmbito da pesca desportiva como Águas Salmonícolas, de acordo com o Decreto-Lei n.º 112/2017, de 6 de setembro que estabelece o regime jurídico do ordenamento e da gestão sustentável dos recursos aquícolas das águas interiores –, podendo a truta-de-rio ser acompanhado do escalo do Norte contudo na área de implantação da barragem as condições para a sobrevivência da fauna aquática, a existirem, são restritas ao período de maior pluviosidade, onde a colonização será efetuada a partir do rio Curros. Tal constatação é coerente com os padrões piscícolas verificados nos cursos de água de número de ordem da tipologia dos **Rios do Norte de Pequena Dimensão (N1<100)**.

Desta forma o RCE a implementar na barragem de Maceiras devera ter como objetivo potenciar as condições habitacionais para as comunidades florísticas dulçaquícolas existentes, bem como de alguns grupos de invertebrados referenciados para a área de estudo, particularmente aqueles que passam uma parte do seu ciclo de vida em ambiente aquático. Importa ainda referir que o CE a implementar também poderá vir a ser benéfico para outras comunidades com afinidade ao ecossistema dulçaquícola.

4 REGIME DE CAUDAIS AFLUENTES EM CONDIÇÕES NATURAIS

No presente âmbito, para a determinação da curva de duração média do caudal médio diário dos aproveitamentos hidráulicos, considerou-se adequada a utilização da EH de Murça (39 anos completos). A transposição dos caudais para as bacias hidrográficas dos AH processou-se através da regionalização recorrendo ao parâmetro de escoamento através da obtenção do caudal modular para a EH de Murça ($Q_{mod_{EH}}$) e ao caudal modular obtido para o aproveitamento hidroagrícola (AH) ($Q_{mod_{AH}}$).

$$Q_{md_{AH}} = Q_{md_{EH}} \frac{Q_{mod_{AH}}}{Q_{mod_{EH}}}$$

em que Q_{md} é o caudal médio diário e o Q_{mod} o caudal modular.

O valor do caudal modular do aproveitamento hidroagrícola foi obtido através da série de escoamentos médios anuais obtidas para a **Adenda ao Estudo Prévio de Campo d'Água** (novembro de 2023), correspondendo a um caudal modular de $0,16 \text{ m}^3/\text{s}$ (cerca de 393 mm).

As **Figura 4.1** apresenta a curva de duração média anual do caudal médio diário obtida para o AH e o **Quadro 4.1** apresenta os valores de caudais médios diários para cada mês.

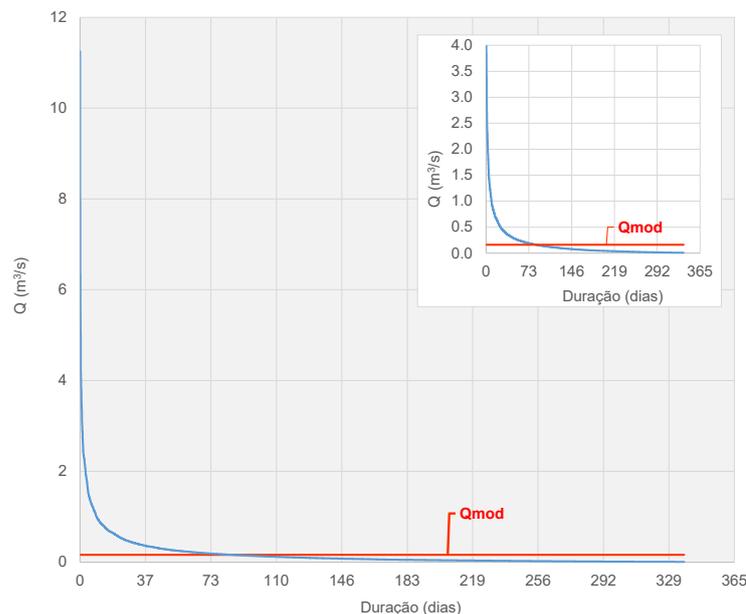


Figura 4.1 – Curva de duração média do caudal médio diário para o AH.

Quadro 4.1 – Afluências ao AH em regime natural.

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Anual
$Q_{afuente}$ (l/s)	52,8	121,9	324,1	364,2	416,3	262,2	171,7	115,8	62,4	27,0	12,5	13,3	160,9
$Q_{afuente}$ (m^3/s)	0,05	0,12	0,32	0,36	0,42	0,26	0,17	0,12	0,06	0,03	0,01	0,01	0,16

5 MÉTODO DO PNA 2003

5.1 METODOLOGIA

O objetivo principal do regime de caudais ecológicos proposto será o de mimetizar o regime hidrológico natural, nomeadamente a sua variabilidade, compatibilizando esse regime de caudais com o funcionamento previsto para a albufeira.

O RCE é definido por uma combinação de valores de caudal ao longo do ano, que deverá ter em consideração o regime hidrológico natural da linha de água, as necessidades das espécies ao longo do seu ciclo de vida e a qualidade da água no troço a jusante da barragem.

O método do PNA 2003 foi desenvolvido para o território nacional no âmbito do Plano Nacional da Água por Alves e Bernardo (2003). O método permite determinar o RCE a garantir a jusante de aproveitamentos hidráulicos, conduzindo a um regime modificado que, na sua variabilidade intra-anual, mimetiza o regime natural.

Para tal, o método considera a divisão do país em três regiões, que os autores identificam como hidrologicamente homogéneas, cada uma com um RCE associado, definido à escala mensal, com base nos quantis obtidos a partir das curvas de duração médias anuais referentes aos sucessivos meses.

A linha de água da bacia de drenagem da barragem de Maceiras são tipificadas, de acordo com INAG (2008a) como rios do Norte de Pequena Dimensão, alguns deles de cariz não-permanente, estando desta forma inseridos na região designada por “Norte do Rio Tejo”. O regime mensal de caudal ecológico proposto é apresentado no quadro seguinte.

Quadro 5.1 – Regime mensal de caudais ecológicos proposto no método do PNA (2002).

Região	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Terra Quente	Q ₇₅	Q ₇₅	Q ₇₅	Q ₇₅	Q ₉₀	Q ₇₅	Q ₇₅	Q ₇₅				

No quadro anterior “Q α ” é tal que, na média dos anos, em $\alpha\%$ do número de dias desse mês ocorrem caudais inferiores ao mesmo. O índice α representa, portanto, a estimativa amostral da probabilidade de não excedência associada a Q α determinada com base nos registos hidrométricos.

5.2 RESULTADOS

O RCE determinado segundo o método do PNA 2002 é apresentado no **Quadro 5.2**, tendo estes valores sido obtidos recorrendo à curva de duração média dos caudais médios diários apresentada anteriormente.

Quadro 5.2 – RCE na barragem segundo o método do PNA (2002).

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Qeco (l/s)	9,46	22,69	38,77	73,75	44,91	50,11	50,11	34,75	15,13	8,98	5,20	5,67
Qeco (m ³ /s)	0,01	0,02	0,04	0,07	0,04	0,05	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01

O caudal ecológico médio anual assim obtido corresponde a cerca de 30 l/s (\approx 18,5% do caudal modular de 161 l/s).

6 PROPOSTA DE REGIME DE CAUDAIS DE MANUTENÇÃO ECOLÓGICA

Desta forma, o RCE adotado para a barragem de Maceiras é apresentado no **Quadro 6.1**.

Quadro 6.1 – RCE adotado para a barragem de Maceiras.

	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Média
Qeco (l/s)	9,46	22,69	38,77	73,75	44,91	50,11	50,11	34,75	15,13	8,98	5,20	5,67	30,0

O troço da ribeira do Salgueiral imediatamente a jusante da barragem de Maceiras em projeto apresenta algumas especificidades ecohidráulicas e hidromorfológicas importantes na determinação do RCE. Com efeito, a componente hidrológica é central na estruturação das comunidades dulçaquícolas – frequentemente a ictiofauna é o grupo chave – da área de estudo face ao regime muito variável destes troços, com um período do ano com baixo escoamento superficial. Consequentemente, e como descrito no EIA a presença piscícola neste tipo de linha de água é temporalmente dinâmica, não só ao longo do ano, mas também entre anos com características hidrológicas particulares, sendo mesmo plausível que nos anos hidrológicos secos a presença de exemplares ictiofaunístico não se verifique na época estival.

Tal constatação é coerente com os padrões piscícolas verificados (ver análise pormenorizada em AQUALOGUS 2012) nos cursos de água de número de ordem mais baixa da sub-bacia hidrográfica do rio Tua, particularmente aqueles integrados na Tipologia da DQA (ver INAG 2008a) dos Rios do Norte de Pequena Dimensão (ver **Capítulo 2**).

Assim, o RCE proposto visa mimetizar o regime natural, assegurando desta forma a sobrevivência de comunidades florísticas dulçaquícolas existentes, bem como alguns grupos de invertebrados identificados na área de estudo e que passam uma parte do seu ciclo de vida em meio aquático. O RCE poderá também ser benéfico para outras comunidades com afinidades aos sistemas dulçaquícolas, nomeadamente os anfíbios.

7 MONITORIZAÇÃO

7.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A aferição da adequação do regime de caudais ecológicos (RCE) ao cumprimento dos objetivos é realizada através de Programas de Monitorização específicos para o efeito, de forma a ser possível acompanhar as consequências das alterações hidrológicas, incluindo a libertação do RCE, sobre os ecossistemas aquáticos e comunidades biológicas associadas. Com esse propósito, os referidos Programas de Monitorização devem considerar elementos sensíveis a alterações de curto prazo (e.g., relacionados com algumas variáveis hidromorfológicas, como a diminuição do número de secções críticas, o aumento da presença de habitats do tipo *riffle* e com alguns elementos biológicos, por exemplo as comunidades de macroinvertebrados bentónicos) e de longo prazo (nomeadamente variações ao nível do elemento biológico fauna piscícola e algumas variáveis hidromorfológicas, como a reconfiguração da forma do leito ou a redução do grau de invasão do leito por vegetação ribeirinha lenhosa).

Estes Programas devem ter como propósito central a validação do RCE implementado, possibilitando uma gestão adaptativa do mesmo com vista a atingir os objetivos ambientais estabelecidos.

De acordo com a versão, provisória, do “*Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*” (APA e AQUALOGUS, 2018) os Programas de Monitorização para avaliar a eficácia de RCE em Portugal devem considerar, ciclos mínimos de 5 anos, onde para além de medição em contínuo dos caudais libertados e a caracterização hidromorfológica da MAFM (Massa de Água Fortemente Modificada²) e identificação de condicionantes à libertação dos RCE, inclui também a avaliação de elementos biológicos – e.g., macroinvertebrados – e os parâmetros hidromorfológicos e físico-químicos de suporte.

Importa referir que nos itens seguintes serão pormenorizadas as diretrizes do referido programa de monitorização, que só poderá ser estabelecido na plenitude com o estabelecimento da futura MAFM, processo que terá de ser concretizado pela Autoridade Nacional da Água.

² Definido na legislação como a massa de água superficial cujas características foram consideravelmente modificadas por alterações físicas resultantes da atividade humana e que adquiriu um carácter substancialmente diferente, designada como tal em normativo próprio.

7.2 ESTAÇÃO DE MONITORIZAÇÃO

A rede de estações de monitorização para aferir da eficácia do RCE considera troços diretamente influenciados pelo RCE (inseridos na MAFM a estabelecer pela APA), bem como zonas de controlo. Estas últimas servirão para confirmar o desvio entre as condições da MAFM sujeita ao RCE a as condições de referência, permitindo ainda avaliar as flutuações naturais – e como tal independentes do RCE libertado – ao longo do período de amostragem.

Para estas estações deverá ser assegurado a garantia de acesso – quer de técnicos quer de equipamentos – e de condições de segurança para a concretização das metodologias de amostragem, aspeto primordial, nomeadamente a nível dos parâmetros físico-químicos de suporte que possuem avaliações nas quatro épocas do ano. Será também relevante que as referidas estações se localizem fora de zonas de perturbação antrópica (e.g., pontes, estradas, habitações) e de áreas de confluência de linhas de água.

Em função da localização da barragem, na zona de cabeceira de uma linha de água de baixo número de ordem é proposta uma estação de monitorização do MAFM a identificar pela APA, e uma de controlo. Esta última, por não ser possível ficar na ribeira do Salgueiral a montante da barragem, deverá ser inserida numa outra linha de água da sub-bacia hidrográfica do rio Tua, que pertença à mesma tipológica abiótica (INAG, 2008a) e ao mesmo agrupamento piscícola (INAG e AFN, 2012), e sendo não regularizados do ponto de vista hidrológico.

A localização precisa destas estações será definida, de acordo com o estipulado na versão provisória do “*Guia Metodológico para a Definição de Regimes de Caudais Ecológicos em Aproveitamentos Hidráulicos de Portugal Continental*”, após a caracterização hidromorfológica da MAFM.

7.3 ELEMENTOS A MONITORIZAR E SUA FREQUÊNCIA

No âmbito do **Programa de Monitorização**, a avaliação da qualidade ecológica nas estações de monitorização deve abranger elementos de qualidade identificados no Anexo V da DQA, distribuídos pelos seguintes grupos: elementos de qualidade biológicos³, elementos físico-químicos de suporte aos elementos biológicos e elementos hidromorfológicos de suporte aos elementos biológicos. No **Quadro 7.1** são identificados os constituintes do Programa a implementar.

Quadro 7.1 – Elementos e parâmetros a avaliar no Programa de Monitorização.

Elementos		Indicadores
Biológicos	Macroinvertebrados	Composição e abundância

³ pela baixa probabilidade de ocorrência no período de primavera e verão, não foi incluído a comunidade ictiofaunística

Elementos		Indicadores
Hidromorfológicos	RHS	Condições de Escoamento; Condições Morfológicas; Estrutura da Zona Ripícola.
	Medição Contínua do RCE Libertado	Não Aplicável
Físico-químicos	Elementos Físico-químicos gerais	Condições térmicas Condições de oxigenação Salinidade Estado de acidificação Condições relativas aos nutrientes
Caraterização hidromorfológica da MAFM e identificação de condicionantes		

Os parâmetros físico-químicos de suporte a avaliar são os identificados no **Quadro 7.2**.

Quadro 7.2 – Elementos de qualidade e parâmetros a avaliar.

Elementos de qualidade		Parâmetros a avaliar
Físico-químicos gerais	Condições relativas a nutrientes	Amoníaco (mg/l NH ₃) Azoto amoniacal (mg/l NH ₄) Azoto total (mg/l N) Fosfato (mg/l PO ₄) Fósforo total (mg/l P) Nitrato (mg/l NO ₃) Nitrito (mg/l NO ₂) Sólidos Suspensos Totais (mg/l)
	Condições de oxigenação	CBO ₅ (mg/l O ₂) Oxigénio dissolvido (% sat) Oxigénio dissolvido (mg/l O ₂)
	Condições térmicas	Temperatura da amostra (°C)
	Estado de acidificação	pH (Escala de Sorensen)
	Salinidade	Condutividade a 20°C (µS/cm)
	Outros parâmetros	Carbono Orgânico Total (mg/l C) Alcalinidade (mg/l CaCO ₃)

Tal como identificado acima, os programas de monitorização dos RCE consideram ciclos de cinco de anos (**Quadro 7.3**), em que os parâmetros físico-químicos de suporte consideram amostragens sazonais – uma por estação do ano – ao invés dos elementos biológicos e RHS que deverão ser apenas avaliados durante a primavera. Se possível, o ciclo de monitorização deverá ter início no verão e terminar na primavera do ano civil seguinte, de forma a integrar as variações de qualidade e quantidade com os respetivos efeitos sobre os elementos de qualidade biológicos.

Quadro 7.3 – Periodicidade de monitorização.

Elementos	Periodicidade
Biológicos	Os 5 anos nas estações da MAFM e no 1º, 3º e 5º ano nas estações de controlo
Hidromorfológicos	Ano 1 e ano 5
Físico-químicos	Os 5 anos nas estações da MAFM e no 1º, 3º e 5º ano nas estações de controlo
Caraterização hidromorfológica da MAFM e identificação de condicionantes	Ano 1 e ano 5

Relativamente aos caudais libertados, como enunciado acima, a medição será efetuada em contínuo.

7.4 METODOLOGIAS DE AMOSTRAGEM

Para a amostragem dos elementos de qualidade biológica terão de ser seguidas as especificações técnicas dos Protocolos de Amostragem e Análise em vigor, mais concretamente o dos macroinvertebrados bentónicos (INAG, 2008b). No que respeita à ficha para o RHS, deverá utilizada versão de 2003 da *Environment Agency*, enquanto a recolha dos elementos físico-químicos de suporte deverá ter como base metodológica o referido num guia específico (RELACRE, 2017) e nas normas de qualidade aplicáveis, conforme Decreto-Lei n.º 42/2016, de 1 de agosto.

As determinações dos parâmetros físicos-químicos nas várias estações de monitorização deverão realizadas em laboratório acreditado. Deste modo, serão utilizados os métodos analíticos de referência para as águas naturais superficiais, considerando o disposto no n.º 2, do artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 83/2011, de 20 de junho: o limite de quantificação a adotar deve ser igual ou inferior a 30 % da norma de qualidade ambiental e/ou valor paramétrico definido em legislação e/ou limiar definido no âmbito da terceira geração dos PGRH, adotando sempre os limites de quantificação mais restritivos. Relativamente à medição contínua do caudal ecológico libertado pela barragem, ela deve ser efetuada com um equipamento automático (caudalímetro) colocado na conduta de descarga.

7.5 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A avaliação da qualidade ecológica terá de ser efetuada com recurso aos critérios legais vigentes, que foram estabelecidos pela Autoridade Nacional da Água para as MA da categoria Rios. Os referidos critérios de avaliação serão os que irão estar identificados na versão final do documento elaborado pela APA, intitulado “*Crítérios para a Classificação das Massas de Água*”. De forma complementar deverão ser considerados os indicadores apresentados no Guia Metodológico, assim como outras eventuais ferramentas de análise consideradas pertinentes do ponto de vista técnico-científico.

BIBLIOGRAFIA

Alves, M.H. e J.M. Bernardo (2003). *Caudais Ecológicos em Portugal*. INAG, Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, Lisboa, Portugal.

APA (2016). *Planos de Gestão de Região Hidrográfica do Rio douro, Parte 2 - Caracterização e Diagnóstico*. Agência Portuguesa do Ambiente, I.P.

AQUALOGUS (2012). *Elemento 47 do RECAPE: Estudo Complementares da ictiofauna. Acompanhamento Ambiental Ecossistemas Aquáticos do Aproveitamento Hidroelétrico de Foz Tua, Estudos Complementares*. Relatório Não Publicado, janeiro de 2012.

INAG, I.P. (2008a). *Tipologia de rios em Portugal Continental no âmbito da implementação da Directiva Quadro da Água. I - Caracterização abiótica*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I. P.

INAG, I.P. (2008b). *Manual para a avaliação biológica da qualidade da água em sistemas fluviais segundo a Directiva Quadro da Água - Protocolo de amostragem e análise para os macroinvertebrados*. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional. Instituto da Água, I.P.

INAG, I.P. e AFN. (2012). *Desenvolvimento de um Índice de Qualidade para a Fauna Piscícola*. Ministério da Agricultura, Mar, Ambiente e Ordenamento do Território.

Pinheiro (2019). *Enquadramento jurídico dos regimes de caudais ecológicos em Portugal*. Miranda, J., Marques, R. C. e A. L. Guimarães (Editores). Temas de Direito da Água - Volume 2. ICJP/CIDP

RELACRE (2017). *Guia RELACRE 28: Amostragem de águas*. RELACRE, Janeiro de 2017.

Tharme, R.E. (2003). A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. *River Research and Applications* 19:397-441.



Rua do Mar da China, 1 - Escritório 2.4 • Parque das Nações, 1990-137 Lisboa • Portugal
Telefone (+351) 21 752 01 90 • Fax (+351) 21 752 01 99 • E-mail geral@aqualogus.com
www.aqualogus.com