



## Relatório técnico

sobre as cheias de 2026 na Bacia Hidrográfica do Mondego e revisão dos modelos de gestão de risco

- CONTRIBUTO DA ORDEM DOS ENGENHEIROS -



### **Autores:**

Eng.º Armando Baptista da Silva Afonso (Coordenador)  
Eng.º José Alfeu Almeida de Sá Marques (Cocoordenador)  
Eng.º Nuno Eduardo da Cruz Simões  
Eng.º Paulo José da Venda Oliveira  
Eng.ª Carla Andreia Pimentel Rodrigues

**COIMBRA, 9 DE MAIO DE 2026**



## ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	4
1.1	Âmbito da intervenção.....	4
1.2	Equipa de Especialistas .....	5
1.3	Entidades auscultadas.....	5
2	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	6
3	ANÁLISE COMPARATIVA DAS CIRCUNSTÂNCIAS OBSERVADAS NA RUTURA DO DIQUE DO LEITO CENTRAL OCORRIDA EM 2026, COM AS VERIFICADAS EM 2001 E 2019 .....	11
3.1	Introdução .....	11
3.2	A cheia de 2001 .....	12
3.3	A cheia de 2019 .....	17
3.4	A cheia de 2026 .....	19
3.5	Comparação entre as cheias de 2001, 2019 e 2026 .....	22
4	DEFINIÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DO SISTEMA.....	28
4.1	Introdução .....	28
4.2	Barragem da Aguieira.....	28
4.3	Pontos críticos entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra .....	35
4.3.1	Bacia situada entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra .....	35
4.3.2	Assoreamento a montante de Coimbra .....	36
4.3.3	Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI) .....	39
4.4	Pontos críticos a jusante do Açude-Ponte de Coimbra .....	42
4.4.1	Controlo de caudais.....	42
4.4.2	Leito central e diques. Proposta de intervenção .....	44
4.4.3	Rotura dos diques. Análise sob ponto de vista geotécnico .....	45
4.4.4	Desarborização do leito central.....	59
4.5	Incremento de medidas preventivas e articulação entre entidades .....	63
5	SOLUÇÕES DE DESCARGA CONTROLADA. ZONAS DE ALAGAMENTO PREFERENCIAL.....	72



6	CONTRIBUTOS PARA O MODELO DE GOVERNAÇÃO .....	78
6.1	<b>Introdução</b> .....	78
6.2	<b>Enquadramento</b> .....	78
6.3	<b>Âmbito territorial de intervenção da estrutura de cogestão</b> .....	79
6.4	<b>Modelo jurídico a adotar para a cogestão</b> .....	81
6.5	<b>Análise comparativa com empreendimentos análogos no país e na Europa</b> .....	87
6.6	<b>Notas conclusivas e recomendações</b> .....	89
7	SÍNTESE E PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES .....	91



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Âmbito da intervenção

Em 27 de fevereiro de 2026 foi assinado entre a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e a Ordem dos Engenheiros (OEP) um Protocolo tendo por objeto a elaboração e um Relatório Técnico sobre o impacto das tempestades de 2026 na Bacia Hidrográfica do Mondego.

O âmbito da intervenção da Ordem dos Engenheiros está confinado ao mandato estabelecido no referido Protocolo e centra-se nos seguintes contributos:

- a) A avaliação da rotura: análise comparativa das circunstâncias observadas na rutura do dique do leito central ocorrida em 2026, com as verificadas em 2001 e 2019;
- b) A reavaliação do projeto das infraestruturas do Baixo Mondego e a sua eventual adaptação às exigências atuais decorrentes das alterações climáticas, considerando a informação existente no PGRI (2.º ciclo), bem como a modelação e a cartografia que vai ser produzida no 3.º.º Ciclo, caso esteja concluída a tempo, focado na:
  - i) Definição dos pontos críticos do sistema e, se possível, indicar soluções adicionais de proteção de pessoas, bens e ecossistemas em caso de rotura;
  - ii) Avaliação da sobrecarga: modelação de soluções de descarga controlada (zonas de alagamento preferencial) para gerir caudais que excedam 2000 m<sup>3</sup>/s, evitando roturas catastróficas;
- c) A apresentação de contributos para o modelo de governação para o Aproveitamento Hidráulico do Baixo Mondego, envolvendo a revisão do modelo de manutenção continuada, assegurando meios financeiros para a conservação preventiva através de um modelo de cogestão participada pelos municípios, entidades e agentes económicos da região. O modelo de governança a propor deverá ter em consideração o documento “Estudo para a Gestão do Aproveitamento Hidráulico do Baixo Mondego”, elaborado em 2017 pela APA.

O desenvolvimento do presente Relatório decorre, naturalmente, dos elementos de base que foi possível obter durante a sua elaboração e da limitação do período temporal estabelecido para a sua execução.



## 1.2 Equipa de Especialistas

Colaboraram na elaboração do presente Relatório os seguintes especialistas nomeados pela Ordem dos Engenheiros em 20 de março de 2026:

- Eng.º Armando Baptista da Silva Afonso (Coordenador) - Membro Conselheiro e Especialista em Engenharia Sanitária pela OE, Professor Catedrático Convidado da UA
- Eng.º José Alfeu Almeida de Sá Marques (Cocoordenador) - Membro Conselheiro e Especialista em Engenharia Hidráulica e em Engenharia Sanitária pela OE, Professor Associado da UC
- Eng.º Nuno Eduardo da Cruz Simões - Especialista em Engenharia Hidráulica pela OE, Professor Associado UC
- Eng.º Paulo José da Venda Oliveira - Especialista em Geotecnia pela OE, Professor Catedrático da UC
- Eng.ª Carla Andreia Pimentel Rodrigues - Especialista em Engenharia Hidráulica pela OE, Professora Coordenadora do ISCIA

O presente Relatório é complementado por contributos em áreas específicas, elaborados por especialistas convidados diretamente pela APA.

## 1.3 Entidades auscultadas

Para a elaboração do presente Relatório, os peritos indicados pela Ordem dos Engenheiros auscultaram, para além de técnicos e especialistas convidados da APA/ARH, as seguintes entidades:

- Câmara Municipal de Coimbra
- Câmara Municipal da Figueira da Foz
- Câmara Municipal de Montemor-o-Velho
- Câmara Municipal de Soure
- EDP Produção (Aguieira)
- Águas da Figueira da Foz (AFF)
- Águas do Centro Litoral (ADCL)
- Associação dos Beneficiários da Obra de Fomento Hidroagrícola do Baixo Mondego
- The Navigator Company
- EDP Central de Lares

Ao longo do desenvolvimento do Relatório, foram ainda contactados pontualmente outros especialistas individuais, visando alargar os contributos científicos ou esclarecer questões pontuais.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Rio Mondego é o quinto maior rio português, sendo o maior rio com nascente e foz em território nacional. Percorre uma extensão de 258 km desde a sua nascente na Serra da Estrela, a uma altitude de 1 525 m, até à sua foz no Oceano Atlântico, junto à cidade da Figueira da Foz (Figura 2.1). Grande parte do seu curso desenvolve-se num vale aluvionar muito encaixado, entrando na zona de Coimbra numa bacia aluvionar. Os seus principais afluentes são, na margem direita o Rio Dão e Foja e na margem esquerda os Rios Alva, Ceira, Arunca, Ega e Pranto. A sua bacia hidrográfica (Figura 2.2) compreende uma área de captação de cerca de 6 644 km<sup>2</sup>, caracterizando-se por um clima mediterrânico, com uma forte variação sazonal de caudal associada a eventos de cheia e seca, com uma afluência média anual de cerca de 1 213 hm<sup>3</sup> em ano seco e de 4 032 hm<sup>3</sup> em ano húmido.

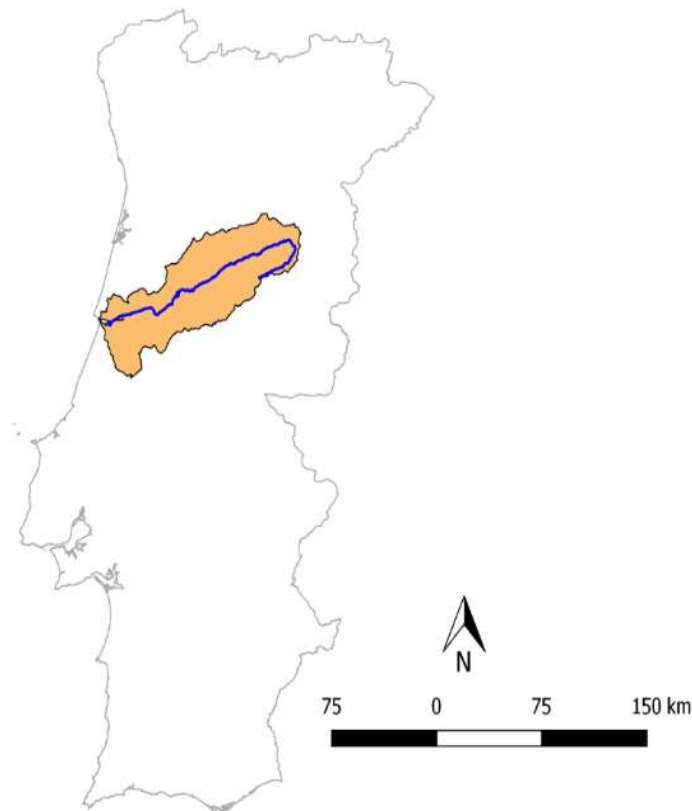


Figura 2.1 - Localização territorial da bacia do Rio Mondego

O comportamento hidráulico do rio na zona em estudo é fortemente condicionado pelo funcionamento dos aproveitamentos hidráulicos localizados a montante, nomeadamente a barragem da Aguieira situada no Rio Mondego imediatamente a jusante da foz do Rio Dão e pela barragem de Fronhas situada no Rio Alva, a cerca de 10 km da sua foz com o Rio Mondego. A jusante dos aproveitamentos anteriormente referidos, é condicionado pelas regras de operação dos mesmos, pelo comportamento dos afluentes à bacia situada a jusante da Barragem da Aguieira e a montante do Açude-Ponte de Coimbra (em particular do rio Ceira, que praticamente não tem qualquer regularização) e da operação do Açude-Ponte de Coimbra que estabelecem as características do escoamento do rio na área da cidade de Coimbra e a jusante.

O sistema físico pode ser tratado como constituído pelo troço do Rio Mondego compreendido entre a barragem da Aguieira-Raiva e o Açude-Ponte de Coimbra e o aproveitamento hidroagrícola do Baixo Mondego, a jusante.

A Figura 2.2 Ilustra a Bacia Hidrográfica do Rio Mondego bem como a localização das principais estruturas hidráulicas. A Figura 2.3 esquematiza o Aproveitamento Hidráulico do Mondego.

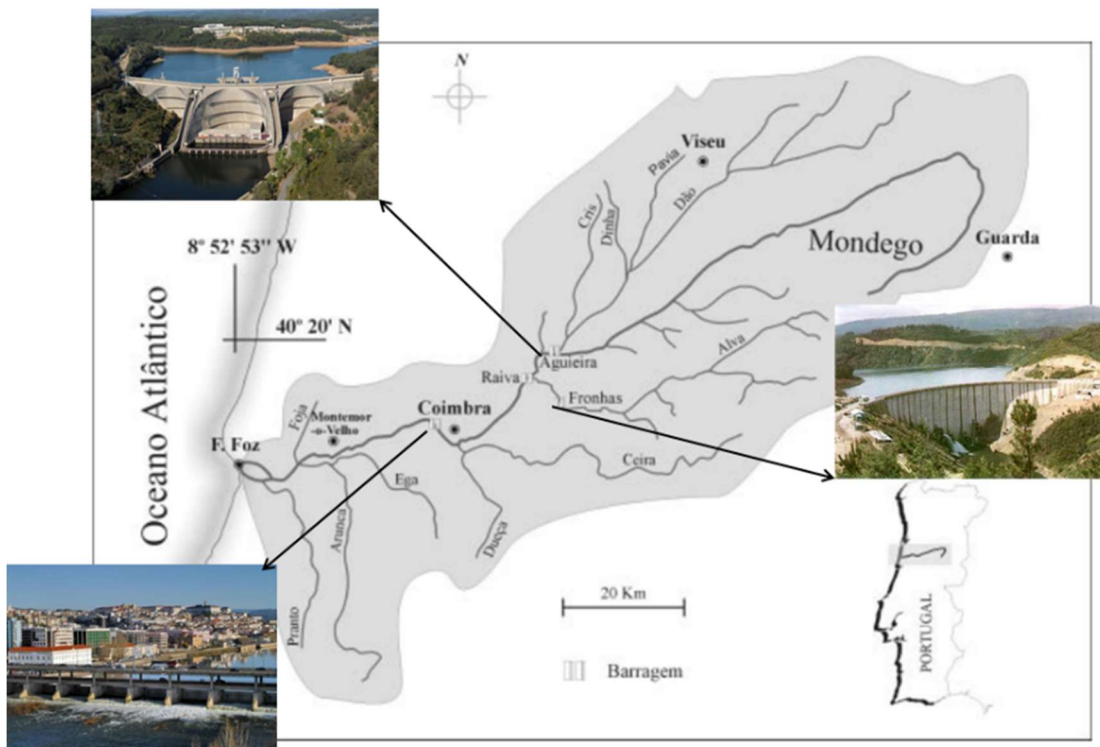


Figura 2.2 - Bacia Hidrográfica do Rio Mondego e localização das principais estruturas hidráulicas existentes

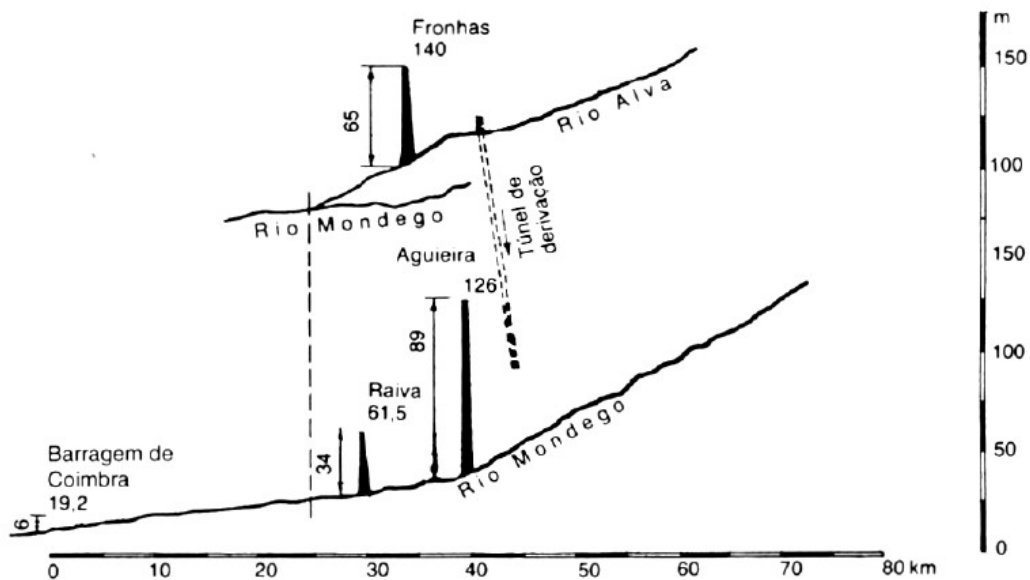


Figura 2.3 – Esquematização do Aproveitamento Hidráulico da Mondego (estruturas hidráulicas existentes)

A Barragem da Agueira, situada entre os concelhos de Penacova e Mortágua, é uma importante infraestrutura hidroelétrica em Portugal. Inaugurada em 1981, apresenta uma estrutura em betão de arcos múltiplos com cerca de 89 metros de altura e um comprimento de coroamento de 400 metros. A albufeira associada possui uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 423 milhões de metros cúbicos de água, permitindo não só a produção de energia elétrica, mas também a regulação do caudal do rio Mondego, contribuindo para o controlo de cheias e o abastecimento de água.

A Barragem da Raiva, situa-se a jusante da Barragem da Agueira. Trata-se de uma barragem em betão do tipo gravidade, com cerca de 34 metros de altura e um comprimento de coroamento de 200 metros. A sua albufeira tem uma capacidade de armazenamento relativamente modesta, sendo utilizada principalmente para a produção de energia elétrica e para a regularização dos caudais do rio. Funciona também como contraembalse da Barragem da Agueira, ou seja, recebe e regula as descargas de água provenientes dessa barragem a montante, permitindo otimizar o funcionamento das centrais hidroelétricas e garantir maior controlo dos caudais a jusante.

A Barragem de Fronhas, localizada no rio Alva, junto ao concelho de Arganil, é uma infraestrutura hidroelétrica de menor dimensão, mas com relevância regional. Inaugurada em 1985, trata-se de uma barragem de betão em arco, com cerca de 62 metros de altura e um comprimento de coroamento de 250 metros. A sua albufeira apresenta uma capacidade de armazenamento



relativamente reduzida, na ordem dos 62 milhões de metros cúbicos, sendo essencial sobretudo para a regularização dos caudais do rio Alva. Um aspeto importante desta barragem é a existência de um túnel hidráulico que liga a sua albufeira à da Barragem da Aguieira, permitindo a transferência de água para otimizar a produção de energia no sistema hidroelétrico do rio Mondego.

O Açude-Ponte de Coimbra é uma infraestrutura que combina as funções de açude e ponte rodoviária, desempenhando um papel essencial na gestão hídrica urbana. Inaugurado em 1981, tem como principal objetivo regular o nível da água no troço urbano do rio, garantindo condições estáveis para o abastecimento, controlo de cheias, manutenção de espelho de água e captação de água para o canal de rega. A sua pequena albufeira apresenta um volume de armazenamento reduzido, de 1,6 hm<sup>3</sup>. Essa albufeira permite ainda usos complementares, como atividades recreativas, valorização paisagística e apoio ao ecossistema ribeirinho. A estrutura integra comportas móveis que permitem controlar o caudal do rio Mondego.

O Açude-Ponte de Coimbra é uma estrutura hidráulica de baixa altura que tem como principal função garantir um volume de água na sua albufeira, entre as cotas 17,50 m e 18,00 m, de forma a permitir, por gravidade, o abastecimento dos canais da margem direita e esquerda, para rega de terrenos agrícolas (atualmente cerca de 12 000 ha), o abastecimento público do Município da Figueira da Foz, o abastecimento a grandes unidades industriais e, sobretudo, a regulação do nível da água no troço urbano. Apresenta um coroamento com nove comportas metálicas móveis, que permitem ajustar o nível da albufeira e controlar os caudais em função das condições hidrológicas.

A altura da estrutura é relativamente reduzida e o desenvolvimento transversal acompanha a largura do leito do rio. As comportas funcionam como descarregadores de cheias, possibilitando a passagem de grandes caudais quando totalmente abertas, podendo atingir caudais máximos de 2 000 m<sup>3</sup>/s. A jusante do Açude-Ponte de Coimbra, existe uma vasta planície aluvial, onde predominam campos agrícolas, resultado de obras de regularização e drenagem (Figura 2.4). O rio escoar por um canal central, limitado por diques para conter as águas durante as cheias, e por uma rede de canais de drenagem e rega que distribui a água pelos campos agrícolas (Figura 2.5).





### **3 ANÁLISE COMPARATIVA DAS CIRCUNSTÂNCIAS OBSERVADAS NA RUTURA DO DIQUE DO LEITO CENTRAL OCORRIDA EM 2026, COM AS VERIFICADAS EM 2001 E 2019**

#### **3.1 Introdução**

Concluído em 1981 o Açude-Ponte de Coimbra e as principais obras do designado “Aproveitamento Hidráulico do Mondego”, não se registaram, até 2001, ocorrências de cheias que não tivessem sido devidamente controladas, correspondendo a um período de cerca de 20 anos.

A situação modificou-se com a cheia de 2000/2001 em que ocorreram três situações críticas. A primeira em 7-8 de dezembro de 2000. A segunda situação crítica, ocorreu em 5-6 de janeiro de 2001. A terceira ocorreu em 26-29 de janeiro 2001, foi a situação mais significativa, registando um caudal máximo no Açude-ponte de 1 942 m<sup>3</sup>/s.

A cheia dos dias 26 a 29 de Janeiro de 2001 foi analisada numa 1ª fase por um grupo de trabalho constituído pela Ordem dos Engenheiros e que culminou num documento intitulado “Relatório Final”, datado de 22 de Maio de 2001 e pela apresentação pública do documento numa sessão realizada no Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e na qual estiveram para além dos autores do relatório os responsáveis da Ordem dos Engenheiros, do Presidente do INAG – Instituto da Água, da CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, S.A., do IDARC – Instituto para o Desenvolvimento Agrário da Região Centro, do responsável máximo do autor do projeto (Prof. Armando Lencastre) e diversas autoridades nacionais e regionais.

Em 2016, ocorreram dois picos de cheia, um a 11 de janeiro de 2016 e outro a 14 de fevereiro. Na sequência da cheia ocorrida em Coimbra em janeiro de 2016, o Ministro do Ambiente encomendou à Ordem dos Engenheiros um estudo para averiguação das causas, coordenado pelo Professor José Pereira Vieira, da Universidade do Minho, com a participação de investigadores da Universidade de Coimbra.

Em 2019, ocorreu novamente um fenómeno de cheia, com um caudal superior a 2 000 m<sup>3</sup>/s no Açude-Ponte, em Coimbra. As cheias do rio Mondego em 2026 foram causadas por uma sucessão das tempestades, Ingrid (23/01 a 25/01), Joseph e Kristin (26/01 a 29/01), Leonardo (2/02 a 5/02), Marta (7/02 a 9/02), Nils (9/02 a 11/02) e Oriana (12/02 a 13/02), que provocaram precipitação extrema e uma sucessão de caudais históricos.

A informação de base utilizada nas secções seguintes foi disponibilizada pela APA.



### 3.2 A cheia de 2001

A cheia de 2001 ocorreu entre os dias 22 a 31 de janeiro de 2001 e pode ser extremamente detalhada face a disponibilidade dos hidrogramas que a originaram, à evolução ao longo do tempo dos níveis de escoamento, ao levantamento de cotas de inundações máximas e outros parâmetros disponíveis.

Os elementos de segurança do projeto do Aproveitamento Hidráulico do Mondego, no que se refere a cheias com caudais excecionais, iguais ou superiores a  $2\,000\text{m}^3/\text{s}$ , situam-se no dique da margem direita e são constituídos pelo dique fusível e pelos sifões 1, 2 e 3, com capacidade para descarregarem caudais da ordem dos  $200\text{m}^3/\text{s}$  cada um deles. Tal deve-se em razão de existir disponibilidade de áreas de descarga com muito menor ocupação urbana nesta margem.

Contudo, a rotura do dique ocorreu na margem esquerda, na proximidade da povoação de Casais à qual se seguiram uma série de roturas que levaram à afetação de mais de 400 pessoas.

A área urbana a montante do açude-ponte de Coimbra foi severamente afetada e estando a decorrer o Programa POLIS, em que grande parte da área afeta a esse programa foi completamente inundada, a Sociedade Coimbra-Polis solicitou ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra a elaboração de um estudo sobre o comportamento hidráulico e hidrológico do Rio Mondego, no trecho adjacente à zona de intervenção deste Programa, tendo como objetivo último a definição e análise das possíveis áreas inundadas na zona compreendida entre a Ponte de Santa Clara e a Ponte Europa.

Num documento intitulado “ESTUDO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DO RIO MONDEGO NA ZONA DE INTERVENÇÃO DO PROGRAMA POLIS EM COIMBRA - RELATÓRIO FINAL, Coimbra, Abril de 2002” foram analisadas as circunstâncias e as razões das cheias na área em apreço, com particular enfoque nas condições de exploração/operação da Barragem da Aguieira e da Raiva e nas áreas inundáveis para eventos de diferentes períodos de retorno.

Foi evidenciado:

- A importância da operação/gestão das barragens da Aguieira, de Fronhas e do Açude-Ponte de Coimbra;
- O nível de assoreamento do leito do Mondego na zona compreendida entre a Ponte da Portela e o Açude-Ponte de Coimbra;
- Que, sem a laminação das barragens, o Choupalinho pode ser inundado com uma periodicidade média de quatro ou cinco anos.

A cheia de 2000-2001, particularmente a que foi estudada pelo Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, ocorreu após um período de precipitação muito intensa em toda a bacia do rio Mondego e particularmente intensa entre os

dias 26 a 29 de janeiro de 2001 e que correspondeu um caudal medido no Açude-Ponte de Coimbra de 2 000 m<sup>3</sup>/s.

Note-se que, como foi constatado no relatório apresentado à Ordem dos Engenheiros, ao longo de todo o período analisado, dezembro de 2000 a janeiro de 2001, a operação das barragens da Aguieira e Fronhas permitiu encaixar, a 7 de dezembro, a 6 de janeiro e a 26/27 de janeiro, três cheias de grandes proporções, limitando o caudal afluente ao Açude-Ponte a valores inferiores ou da ordem de 2 000 m<sup>3</sup>/s. (Coimbra, 22 de maio de 2001). Este valor é o limite máximo especificado pelo autor do projeto de forma a proteger a obra de regularização a jusante do Açude.

Ao contrário, porém, do que sucedeu nos dias 7 de Dezembro e 6 de Janeiro, nos quais a descarga máxima da Aguieira foi de 552 m<sup>3</sup>/s e de 724 m<sup>3</sup>/s, respetivamente, correspondendo a duas cheias no Açude com caudais máximos de cerca de 1 600 m<sup>3</sup>/s e não tendo, aparentemente, tão graves consequência a jusante, no episódio de 26/27 de Janeiro a barragem da Aguieira chegou a descarregar mais de 1 100 m<sup>3</sup>/s tendo provocado uma afluência ao Açude de 1 870 m<sup>3</sup>/s às 2h do dia 27 e da ordem de 2 000 m<sup>3</sup>/s às 17h do mesmo dia. (Figura 3.1 e Figura 3.2),

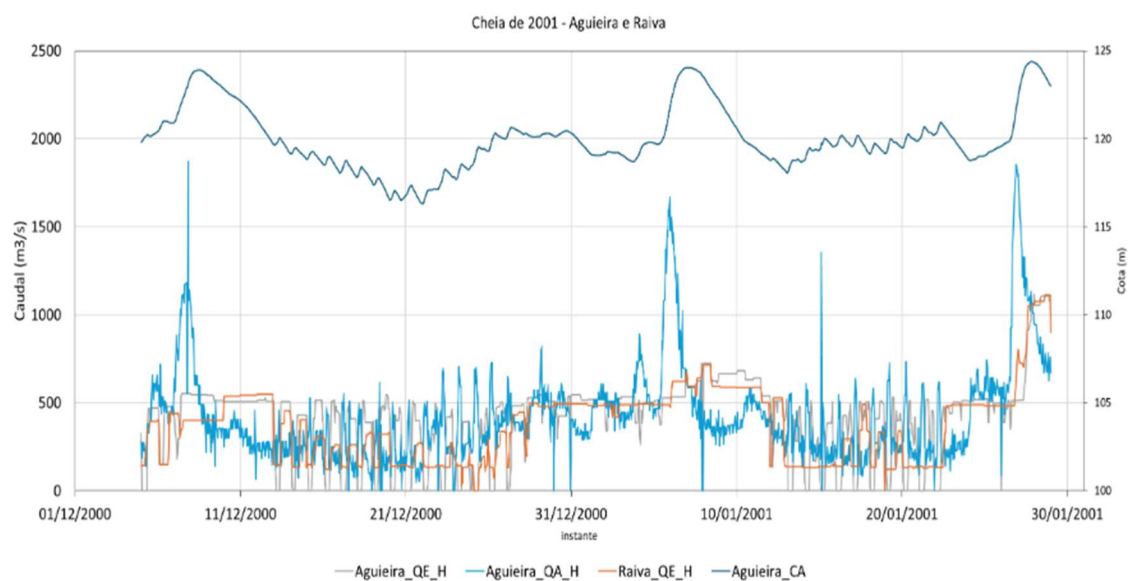


Figura 3.1 – Cota da água na albufeira da Barragem da Aguieira e hidrogramas na Barragem da Aguieira e da Raiva, na cheia de 2001

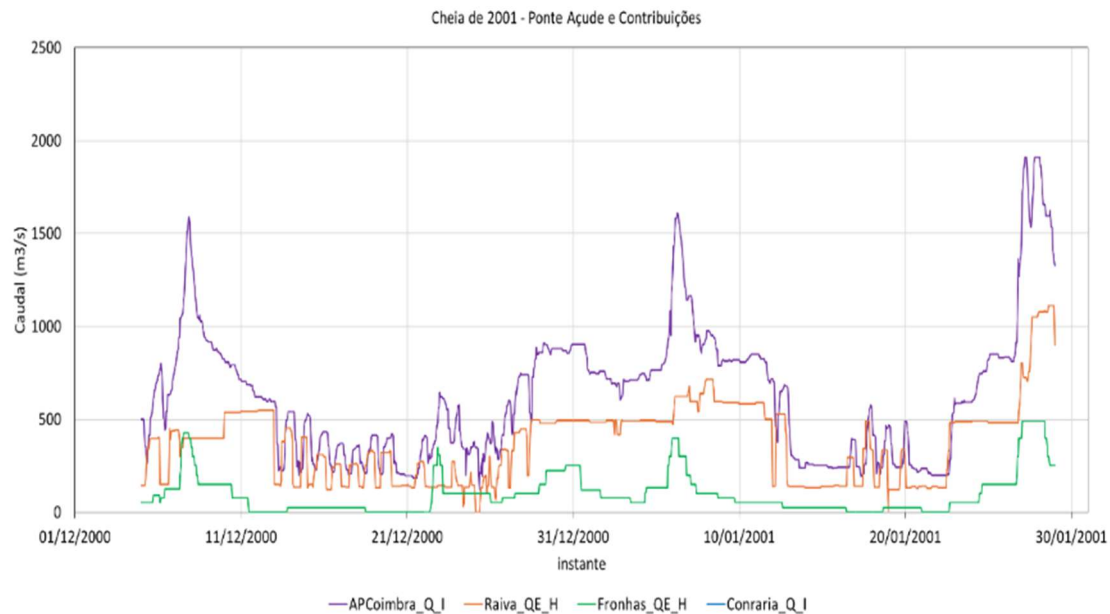


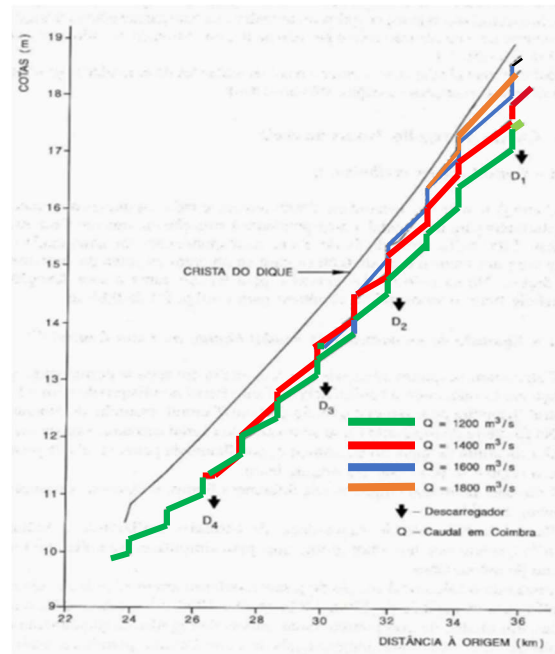
Figura 3.2 – Hidrogramas nas Barragens da Raiva e Fronhas, na estação hidrométrica da Conraria e no Açude-Ponte, na cheia de 2001

O esquema de controlo longitudinal e de inundação controlada dos campos, com os respetivos valores descarregados, que foi proposto pelo projetista e executado, é o que se mostra na figura 3.3.

Este evento foi analisado numa 1ª fase por um grupo de trabalho constituído pela Ordem dos Engenheiros e que culminou num documento intitulado “Relatório Final”, datado de 22 de Maio de 2001 e pela apresentação pública do documento numa sessão realizada no Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Contrariamente ao esperado pelos autores do projeto, a rutura deu-se na margem esquerda do dique de proteção. Na realidade, os autores do projeto preconizavam que para caudais desta ordem de grandeza, deveria ocorrer uma descarga controlada para a margem direita através de um conjunto de dispositivos de descarga constituídos por um dique fusível e um conjunto de 3 sifões (figura 3.3), os quais descarregariam para a margem direita do rio Mondego, pelo facto de haver maior disponibilidade de áreas inundáveis e com muito menor ocupação urbana.

A 1ª rutura do dique da margem esquerda do canal central, ocorre perto da 1h00 do dia 27, numa altura em que as descargas da Aguieira estavam fixadas em  $515 \text{ m}^3/\text{s}$ , o que se manteve até cerca das 9h30 do mesmo dia, nunca tendo sido ultrapassado o valor máximo de  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$  no Açude Ponte.



Q (m <sup>3</sup> /s) em Coimbra	Descarga Nº	Tipo	Funcionamento (m <sup>3</sup> /s)
1200	4	Sifão	1200-1400
1400	3	Sifão	1400-1600
1600	2	Sifão	1600-1800
1800	1	Fusível	1800-2000

Figura 3.3 – Sistema de controlo longitudinal e de inundação controlada dos campos projetado (Fonte: Hidroprojecto, 1999).

As regras de exploração da barragem da Aguieira impõem que, no período que decorre entre meados de outubro e meados de abril, o nível de água na albufeira seja mantido abaixo da cota 117,00 m, a que corresponde um volume de encaixe de cerca de 69.35 hm<sup>3</sup> (HIDROPROJECTO, 1999). Ora, à data do início do evento de cheia de maior amplitude, a cota da albufeira da Aguieira encontrava-se entre os valores 119,0 e 120,0 metros, bastante acima dos 117,0 m preconizados pelo projetista e pelas regras de gestão.

A esta rotura corresponderam, devidamente documentados, cerca de 12 a 14 pontos de rotura nos diques de proteção do Baixo Mondego tanto de fora para dentro, como de dentro para fora do canal central.



Não pode deixar de se salientar que, entre a entrada em funcionamento da barragem da Aguieira e do Açude-Ponte de Coimbra (1982) e este primeiro evento de cheia, decorreram cerca de 20 anos sem que tenham ocorridos eventos com roturas significativas.

Também é de referir que nas conclusões do estudo desenvolvido para a Sociedade Coimbra-Polis, em maio de 2002, são referidas as seguintes recomendações:

- O comportamento hidráulico do sistema na zona em estudo é fortemente condicionado pelo modo de exploração das obras existentes, nomeadamente das Barragens da Aguieira e de Fronhas e do Açude-Ponte de Coimbra. Estas obras, que constituem o chamado Aproveitamento Hidráulico do Mondego, concebido e executado para garantir a regularização fluvial e a proteção contra cheias, asseguram um volume de armazenamento suficiente para encaixar cheias com elevados períodos de retorno;
- No extremo oposto, a simulação efetuada para uma cheia natural, não laminada, com um período de retorno muito baixo prova que, na ausência de barragens ou com uma gestão ineficaz das mesmas, o Choupalinho pode ser inundado com uma periodicidade média de quatro ou cinco anos;
- As simulações efetuadas a partir da cheia de 27 de janeiro de 2001 evidenciam igualmente a importância da gestão das barragens para a definição do nível do escoamento junto a Coimbra. Nas situações simuladas, *i*) cheia natural sem laminação, *ii*) cheia real com a laminação efetivamente realizada e *iii*) cheia resultante de uma possível laminação, o nível no Choupalinho seria respetivamente de 21,1 m, de 20,6 m e de 18,7 m;
- Outros fatores condicionam igualmente o comportamento hidráulico do rio na zona em estudo. Foi possível mostrar a influência de uma deficiente manutenção da secção correspondente à Ponte de Santa Clara, que pode por si só provocar um aumento de nível de cerca de 0,3 m na zona do Choupalinho, bem como da cota do fundo do rio no troço compreendido entre a Portela e o Açude-Ponte. A dragagem controlada do leito, mantendo-o em níveis adequados, pode igualmente contribuir para baixar de forma significativa os níveis da superfície livre naquele troço. Esta recomendação foi formulada pela equipa projetista deste o seu início;
- As respostas e resultados que é possível fornecer no âmbito do presente estudo encontram-se, portanto, fortemente condicionadas pela definição da política de gestão das barragens, não nos parecendo definitivamente assegurado, atendendo aos episódios de janeiro de 2001, que a proteção contra cheias se mantenha, como era previsto nos documentos de enquadramento, nos estudos e no projeto do empreendimento, o principal objetivo daquela gestão. Afigura-se prudente, deste modo, garantir capacidades de encaixe de *cerca* de 150 hm<sup>3</sup> na albufeira da Aguieira e de 25 hm<sup>3</sup> na de Fronhas, de modo a assegurar que os caudais máximos instantâneos em Coimbra não ultrapassem os 1 200 m<sup>3</sup>/s e a respetiva cota no Choupalinho os 19 m.

### 3.3 A cheia de 2019

As cheias do rio Mondego em dezembro de 2019 foram causadas por uma sucessão das tempestades, Elsa e Fabien, que provocaram precipitações extremas e caudais históricos. Por volta do dia 21 de dezembro de 2019, na sequência de eventos de chuvadas de intensidade extrema, os caudais afluentes ao rio Mondego, e em particular ao Açude-Ponte atingiram o valor extremo de 2 176 m<sup>3</sup>/s, ocasionando a rotura de diques, inicialmente em Casais, excedendo níveis de segurança e inundando extensas áreas agrícolas, mais acentuadamente em Montemor-o-Velho.

Foi registada uma afluência à Aguieira de 1 483,23 m<sup>3</sup>/s, tendo sido feita uma laminação para 900 m<sup>3</sup>/s (Figura 3.4). No Açude-Ponte foi registado um caudal instantâneo máximo de 2 175 m<sup>3</sup>/s, o maior dos valores registados, após a construção do AHM. Estima-se que tenha sido gerado um caudal de cerca de 1 550 m<sup>3</sup>/s entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte. O valor máximo descarregado por Fronhas foi de 443 m<sup>3</sup>/s e o valor máximo registado na Conraria foi 513 m<sup>3</sup>/s (Figura 3.5).

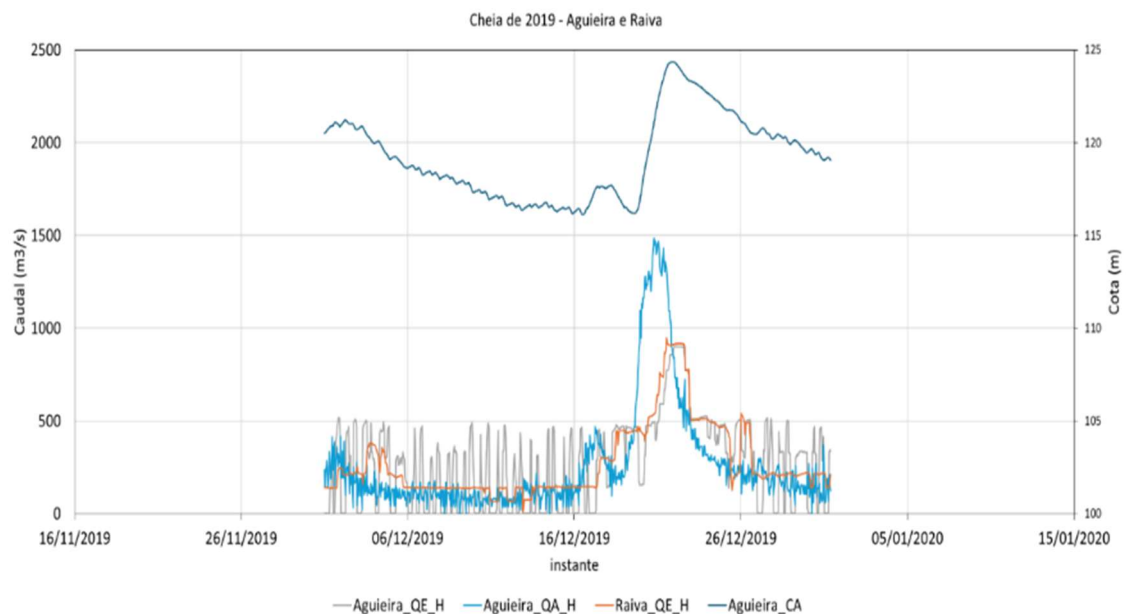


Figura 3.4 – Cota da água na albufeira da Barragem da Aguieira e hidrogramas na Barragem da Aguieira e da Raiva, na cheia de 2019.

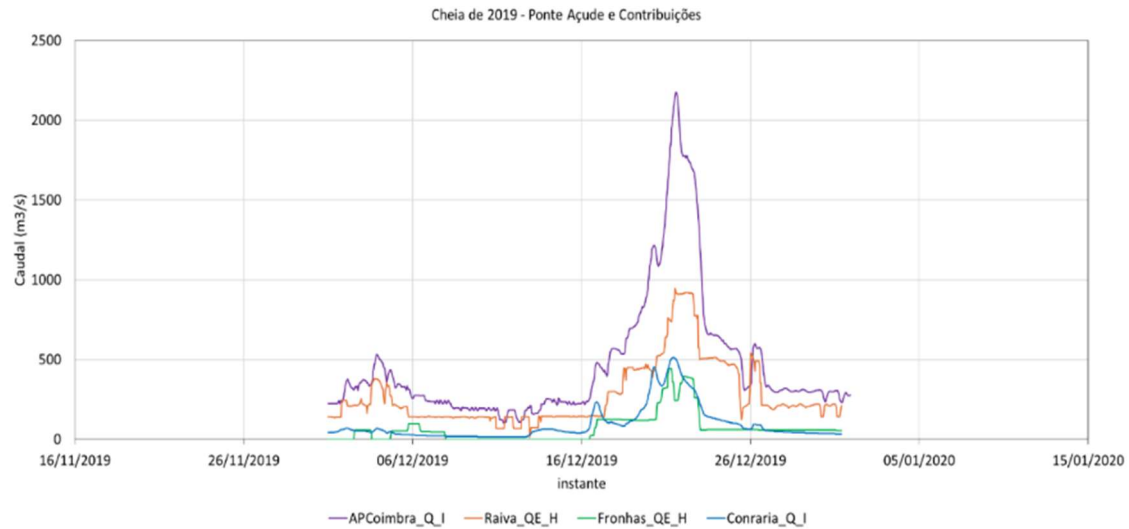


Figura 3.5 – Hidrogramas nas Barragens da Raiva e Fronhas, na estação hidrométrica da Conraria e no Açude-Ponte, na cheia de 2019.

A Figura 3.6 apresenta a precipitação acumulada no mês de dezembro de 2019, em diversos postos udométricos na Bacia do Mondego. É notório a forte precipitação que ocorreu entre o dia 18 e 21 de dezembro, que culminou na cheia de dia 21. O posto que registou maior precipitação foi o do Cadafaz, perto de Góis, o que pode em parte explicar o elevado caudal gerado na bacia situada a jusante da Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra.

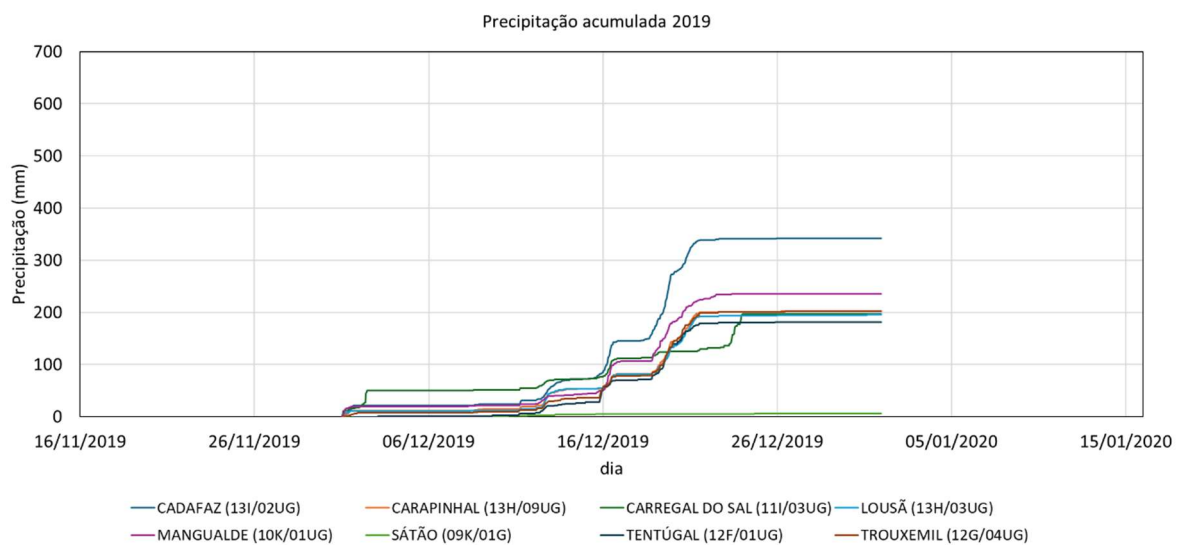


Figura 3.6 – Precipitação acumulada nos postos da bacia do Mondego em dezembro de 2019.



No canal principal registaram-se ruturas no dique em Santo Varão e na Mata Nacional do Choupal, em Coimbra. A rutura do Canal principal junto ao choupal resultou da entrada em funcionamento, na manhã de 21 de dezembro, do dique fusível, que, ao escoar um caudal na ordem dos 200 m<sup>3</sup>/s para o rio velho, provocou a destruição do canal junto à passagem hidráulica, inundando as infraestruturas da Academia OAF.

No dia 21 de dezembro, ocorreu o colapso do dique na margem direita do leito central, entre Formoselha e Santo Varão. A 22 de dezembro, ocorreu ainda a rutura do dique esquerdo do leito periférico direito do rio Mondego, a jusante da localidade de Casal Novo do Rio. (fonte: Pardal)

### 3.4 A cheia de 2026

As cheias do rio Mondego em 2026 foram causadas por uma sucessão das tempestades, Ingrid (23/01 a 25/01), Joseph e Kristin (26/01 a 29/01), Leonardo (2/02 a 5/02), Marta (7/02 a 9/02), Nils (9/02 a 11/02) e Oriana (12/02 a 13/02), que provocaram precipitação extrema e caudais históricos.

Esta cheia resultou de precipitação extrema registada nos meses de dezembro e janeiro. Devido à intensa precipitação, a Barragem da Aguieira atingiu níveis críticos, chegando a 99% da sua capacidade e com aflúências com a capacidade de a encher por 3,5 vezes entre janeiro e fevereiro de 2026.

Durante a tempestade Kristin chegaram à Albufeira da Aguieira caudais de 1 448 m<sup>3</sup>/s, tendo sido laminado para 1 200 m<sup>3</sup>/s. O segundo pico de grande aflúência à Albufeira da Aguieira ocorreu durante a tempestade Marta, afluindo à Barragem da Aguieira um caudal de 1 473 m<sup>3</sup>/s, laminados para 960 m<sup>3</sup>/s. Durante as tempestades Nils e Oriana ocorreram 2 picos muito próximos (1 577 m<sup>3</sup>/s no dia 10 às 20h e 1 742 m<sup>3</sup>/s no dia 11 às 21h). Estes afluentes foram laminados para um caudal de 1 230 m<sup>3</sup>/s. O caudal máximo que passou no Açude-Ponte foi de 2 015,5 m<sup>3</sup>/s (Figuras 3.7 e 3.8).

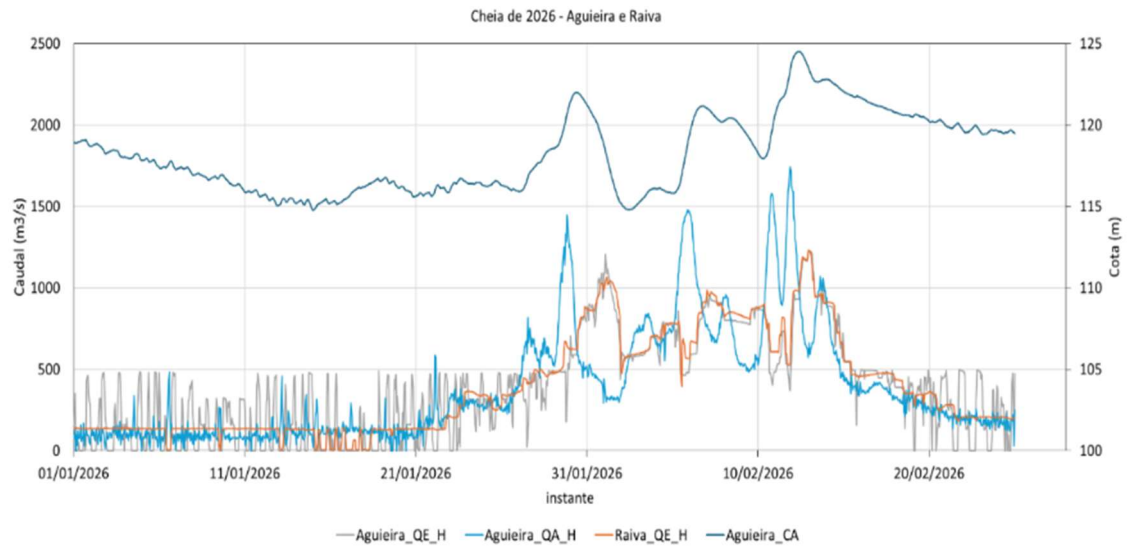


Figura 3.7 – Cota da água na albufeira da Barragem da Aguieira e hidrogramas na Barragem da Aguieira e da Raiva, na cheia de 2026.

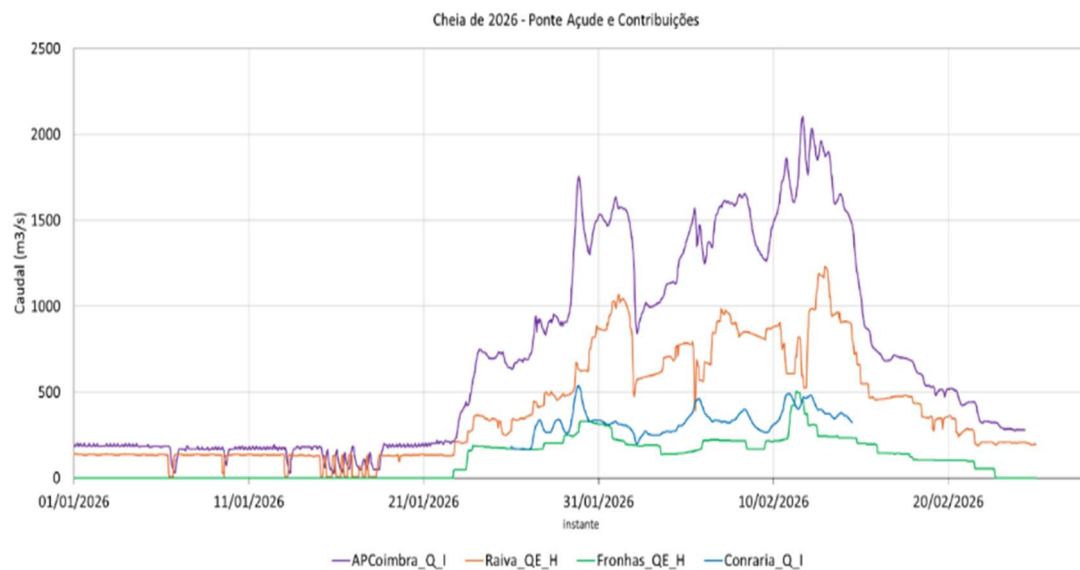


Figura 3.8 – Hidrogramas nas Barragens da Raiva e Fronhas, na estação hidrométrica da Conraria e no Açude-Ponte, na cheia de 2026.

A Figura 3.9 apresenta a precipitação acumulada de 1 de janeiro a 20 de fevereiro 2026, em diversos postos udométricos na Bacia do Mondego. Os postos que registaram maior precipitação

foram o de Góis e Santa Comba-Dão, com precipitações superiores a 600mm neste período. Os postos de Almaça e Sátão também registaram valores de precipitação acumulada superiores a 400 mm.

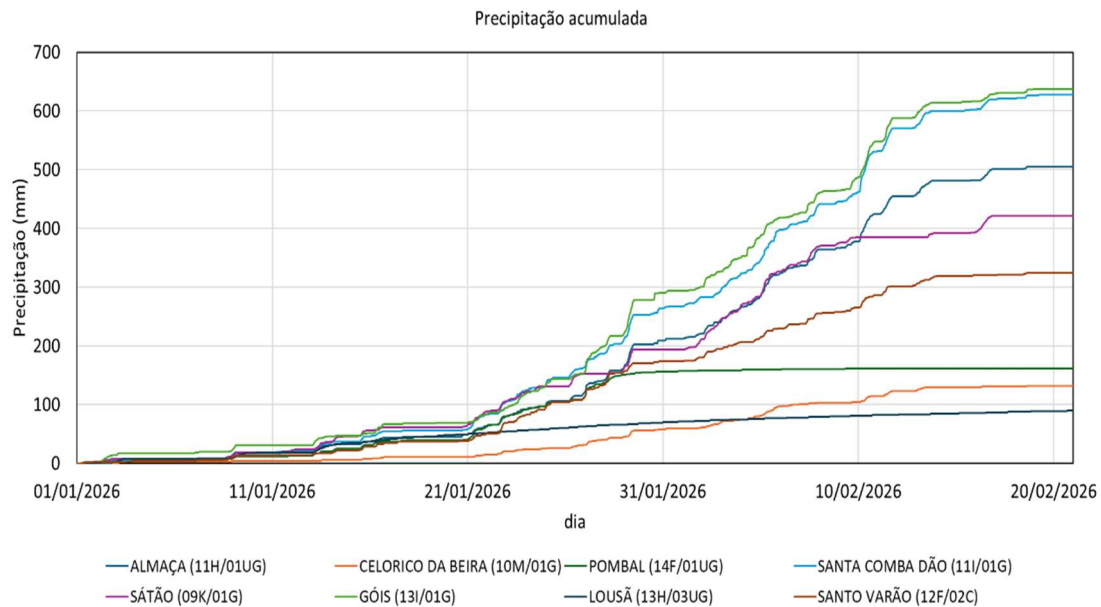


Figura 3.9 – Precipitação acumulada nos postos da bacia do Mondego em janeiro e fevereiro de 2026.

Como se pode constatar a gestão desta cheia foi efetuada de forma muito distinta das cheias anteriores. Com efeito, no dia 15 de janeiro a cota da Aguieira encontrava-se ao seu nível mínimo, 114,76, a que corresponde um volume de 269,41 hm<sup>3</sup>. Esta cota é significativamente inferior à cota de 117,00 metros anteriormente definida como cota de defesa contra cheias.

A análise detalhada das Figuras 3.7 e 3.8 revela, assim, que foi feita a gestão possível, mas que foi uma gestão “no limite”, o que se torna particularmente preocupante, tendo presente que poderá não ter o mesmo sucesso relativo no futuro, dado que as tendências climáticas apontam para um aumento da frequência e intensidade destes eventos. **Este aspeto revela a necessidade imperativa e urgente de aumentar a capacidade de regularização do sistema, para mitigação do problema, tanto mais que se está a verificar também uma redução significativa nos períodos de retorno dos caudais de valor mais elevado nos afluentes da bacia situada a jusante da Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra**

“A posteriori”, é possível afirmar, observando as curvas da Figura 3.7, que eventualmente elas poderiam ter sido pontualmente otimizadas. No entanto, deve ter-se presente que os diferentes modelos de previsão de precipitação a que as entidades envolvidas recorreram no período crítico



(ECWWF pela APA e um modelo americano por parte da EDP), forneceram valores relativamente díspares e que houve necessidade de tomar as principais decisões com antecedências de poucas horas. Deste modo admite-se, como anteriormente se refere, que foi feita uma gestão prudente e adequada, que dificilmente poderia ser melhorada, pois os dados da curva da Figura 3.7 não são valores determinísticos, disponíveis com antecedência, mas resultaram de um processo estocástico.

Recorde-se que, independentemente desta gestão e face às previsões, a Câmara de Coimbra foi obrigada a tomar medidas preventivas, promovendo a retirada de quase 3 000 pessoas das suas habitações, designadamente nas povoações de Conraria, Cabouco e as zonas ribeirinhas de Ceira, Torres do Mondego, São Martinho do Bispo, Ribeira de Frades, Taveiro, Ameal e Arzila. No município de Soure foi prevista a retirada de 300 a 500 pessoas, residentes nas freguesias de Granja do Ulmeiro, Alfarelos, Figueiró do Campo, Samuel e Vinha da Rainha e, em Montemor-o-Velho, foi prevista a retirada de 80 a 100 pessoas das localidades de Pereira, Formoselha, Santo Varão e Caixeira. É inegável que se esteve na iminência de um evento catastrófico, considerando-se que não seria viável uma melhor gestão com a atual capacidade de regularização disponível.

As cheias de 2026 no Mondego provocaram danos significativos sobretudo no Baixo Mondego, com rutura de diques, perdas agrícolas, cortes de estradas e isolamento de povoações. O rompimento principal foi o do dique de Casais, na margem direita do Mondego, junto à A1, que ocorreu na tarde de 11 de fevereiro de 2026, por volta das 17h00, durante o pico da cheia. Na sequência dessa rutura inicial, o aterro e a laje de transição da A1 naquela zona viriam a ruir ao final da noite do mesmo dia. A rutura de diques também causou danos elevados em terrenos agrícolas.

### **3.5 Comparação entre as cheias de 2001, 2019 e 2026**

Na Tabela seguinte estão elencados os registos dos eventos de cheias desde o ano de 2001 a 2026. Dele se pode constatar que a maior afluência à Barragem da Aguieira foi a de 2001 com um valor máximo de caudal de 1 873,28 m<sup>3</sup>/s, a que se seguiram 1 776,65 m<sup>3</sup>/s em 2016, 1 742,65 m<sup>3</sup>/s em 2026 e o menor dos quatro eventos, em 2019, com 1 483,23 m<sup>3</sup>/s.

Também não pode deixar de se realçar que, ainda que a maior afluência à Barragem da Aguieira tenha sido em 2001, a ela não correspondeu à maior afluência à Açude-Ponte de Coimbra, sendo mesmo o menor valor do caudal máximo instantâneo. Ao inverso o ano de menor afluência à Barragem da Aguieira (1 483,23 m<sup>3</sup>/s) foi o ano de maior afluência ao Açude-Ponte de Coimbra, com 2 175,92 m<sup>3</sup>/s.

Estes números podem ter os mais diversos significados:

- Uma laminação de caudais menos conseguida na barragem da Aguieira;
- Uma cota de início de chegada de cheia mais elevada;
- Uma maior contribuição da bacia intermédia;

- A diferença entre cheias sucessivas na barragem da Aguieira, sucessão de eventos pluviométricos extremos com diferenças temporais entre eles.

Foram estimados o que seriam os caudais naturais afluentes ao Açude-Ponte, caso não existisse a laminação da Barragem da Aguieira. Nas cheias de 2001, 2019 e 2026 esses valores seriam da ordem de 3 200 m<sup>3</sup>/s, 3 000 m<sup>3</sup>/s e 3 300 m<sup>3</sup>/s, respetivamente (Tabela 3.1).

A Tabela 3.2 apresenta os caudais instantâneos máximos anuais afluentes à Aguieira e Ponte de St. Clara, associados a diferentes períodos de retorno. Estes valores foram calculados com base nas séries históricas de 1933 a 1974, na Aguieira e de 1917 a 1980 (fonte: Estudo Hidráulico e Hidrológico do Rio Mondego na Zona de Intervenção do Programa Polis em Coimbra - Relatório Final, Coimbra, abril de 2002).

Na Tabela 3.3 é apresentado o período de retorno associado aos diversos caudais. No caso da cheia de 2001 a afluência à Aguieira tem um período de retorno de cerca de 28 anos, tal como a estimativa do caudal afluente ao Açude Ponte. No caso das cheias de 2019 e 2026, o período de retorno associado aos caudais naturais afluentes ao Açude-Ponte são bastante superiores ao período de retorno associado às afluências à Aguieira. Este facto indica que as afluências entre a Aguieira e o Açude-Ponte foram bastante elevadas nestes dois eventos. Estas afluências incluem a ribeira de Mortágua, rio Alva, Rio Ceira e restante área drenada.

Em 2001 foram de cerca de 1 400 m<sup>3</sup>/s, chegaram aos 1 660 m<sup>3</sup>/s (Tabela 3.4). Estes valores indicam que a Barragem da Aguieira tem que ter uma grande capacidade de laminação dos caudais para não atingir os 2 000 m<sup>3</sup>/s em Coimbra.

Tabela 3.1 - Caudais máximos registado na albufeira da Barragem da Aguieira e no Açude-Ponte em Coimbra e estimativa do caudal natural no Açude Ponte (sem a laminação da Barragem da Aguieira)

Caudais (m <sup>3</sup> /s)	2001	2016	2019	2026
Afluência à Barragem da Aguieira	1 854,1	1 327,96	1 483,23	1 742,65
Ponte Açude medido	1 910,7	1 948,21	2 175,92	2 105,52
Ponte Açude - Estimativa de cheia natural	3 200	2 800	3 000	3 300

Tabela 3.2 - Caudais instantâneos máximos anuais afluentes à Aguieira e Ponte de St. Clara

Período de retorno (anos)	5	10	25	50	100	500	1000
Caudal Máximo na Aguieira	1 160	1 461	1 841	2 123	2 403	3 050	3 328
Caudal Máximo na Ponte de St Clara	1 988	2 501	3 148	3 628	4 104	5 205	5 678

Tabela 3.3 - Períodos de retorno associados aos Caudais máximos registado na albufeira da Barragem da Aguieira e da estimativa do caudal natural no Açude Ponte (sem a laminação da Barragem da Aguieira)

Período de retorno (anos)	2001	2016	2019	2026
Afluência à Barragem da Aguieira	27,7	7,3	10,6	20,1
Ponte Açude - Estimativa da cheia natural	27,6	15,5	20,7	31,9

Tabela 3.4 - Contribuição da Bacia entre Aguieira e Açude Ponte

Cheia	2001	2016	2019	2026
Contribuição da Bacia entre Aguieira e Açude Ponte (m <sup>3</sup> /s)	1 400	1 550	1 550	1 660

A Figura 3.10 apresenta o caudal máximo instantâneo anual na secção do Açude-Ponte Coimbra e a Ponte de Santa Clara, no período antes do Aproveitamento Hidráulico do Mondego (1917 a 1981) e de 1987 a 2026, assim como a estimativa da cheia se não houvesse a laminação de caudais na barragem da Aguieira.

A Tabela 3.5 apresenta o número de vezes que o caudal máximo instantâneo na secção do Açude-Ponte/Ponte de Santa Clara foi ultrapassado. O valor do caudal instantâneo máximo registado foi superior a 4 000 m<sup>3</sup>/s. No período 1917-1980 o valor de 2 000 m<sup>3</sup>/s foi ultrapassado 15 vezes, e o valor de 1 200 foi ultrapassado 36 vezes, ou seja, de praticamente de 2 em 2 anos. Após a construção do Aproveitamento Hidráulico do Mondego, o valor de 2 000 m<sup>3</sup>/s foi ultrapassado duas vezes (2019 e 2026) e o valor de 1 200 m<sup>3</sup>/s foi ultrapassado seis vezes. Houve uma significativa laminação dos caudais máximos, o que reduziu substancialmente as afluências à secção do Açude-Ponte. Na Figura 3.10 também se representam as estimativas do caudal natural, caso não houvesse essa laminação.

**A confirmarem-se os valores estimados para as cheias naturais de 2001, 2016, 2019 e 2026, seriam quatro das maiores cheias ocorridas em Coimbra desde 1917.**

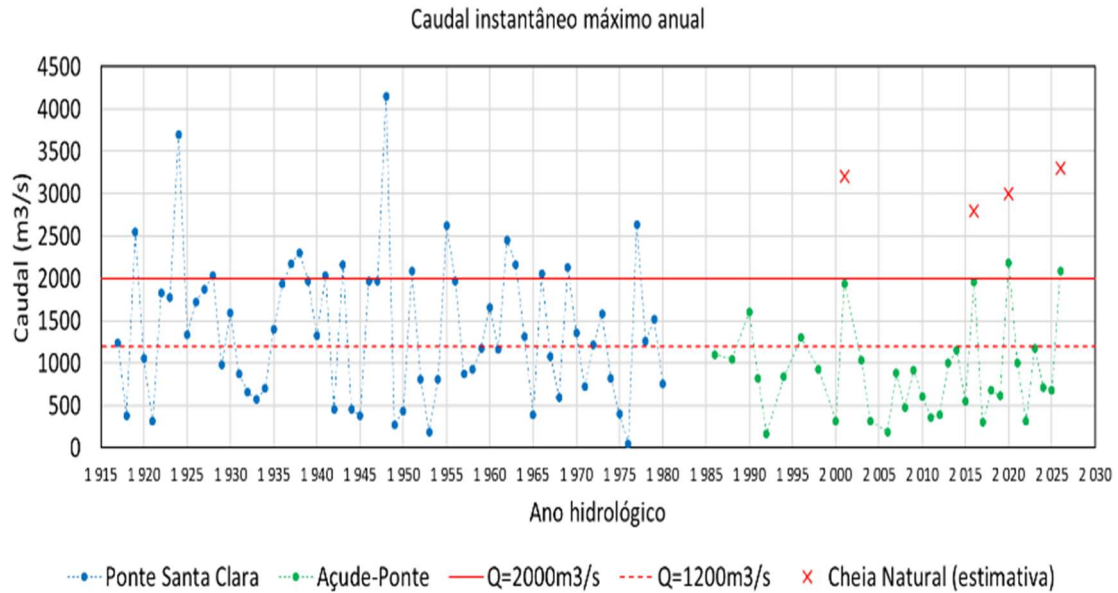


Figura 3.10 - Caudal máximo instantâneo anual no Açude-Ponte Coimbra/Pt de Santa Clara

Tabela 3.5 - Número de vezes que o caudal máximo anual no Açude-Ponte/Ponte de Santa Clara foi ultrapassado

Caudal Máximo	3000	2500	2200	2000	1500	1200	1000
N.º de vezes que foi ultrapassado (1917-1980)	2	5	7	15	28	36	40
N.º de vezes que foi ultrapassado (1986-2026)	0	0	0	2	5	6	12

Outra importante e significativa diferença foi a duração do período com precipitações e caudais elevados a passar no Açude-Ponte. O valor médio horário do dia com maior caudal foi semelhante nos três eventos, sendo 1 458 m<sup>3</sup>/s em 2001 e 1 345 m<sup>3</sup>/s em 2026. No entanto, os valores médios para um período de 7, 14, e 21 dias consecutivos, foram muito maiores nas cheias de 2026. (Figura 3.11). Estes valores resultam da sucessão de tempestades, muito próximas, que ocorreram entre 26 de janeiro e 13 de fevereiro de 2026. Em 2001 houve 3 eventos críticos, mas foram muito mais espaçados no tempo.

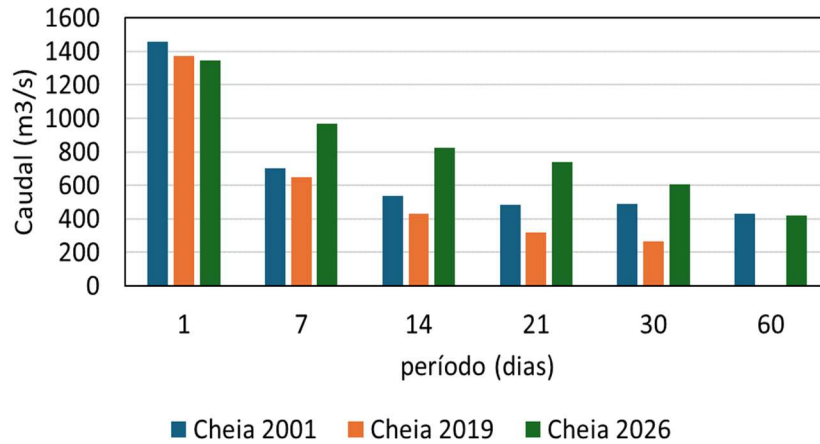


Figura 3.11 – Caudal médio no Açude de Coimbra

As figuras 3.12 e 3.13 apresentam a precipitação acumulada durante diferentes períodos (24h, 48h, 168h, 336h e 720h consecutivas), durante as cheias de 2019 e 2026, em diversos postos udométricos da bacia do Mondego. É de realçar que não estão disponíveis registos de precipitação relativos à cheia de 2001. Por outro lado, não é possível fazer comparações diretas, pois a informação disponível não corresponde aos mesmos postos. As figuras 3.12 e 3.13 mostram que em 1 e 2 dias a precipitação em 2019 registou os maiores valores, mas em períodos de 14 e 30 dias, os registos nos eventos de 2026 foram muito superiores.

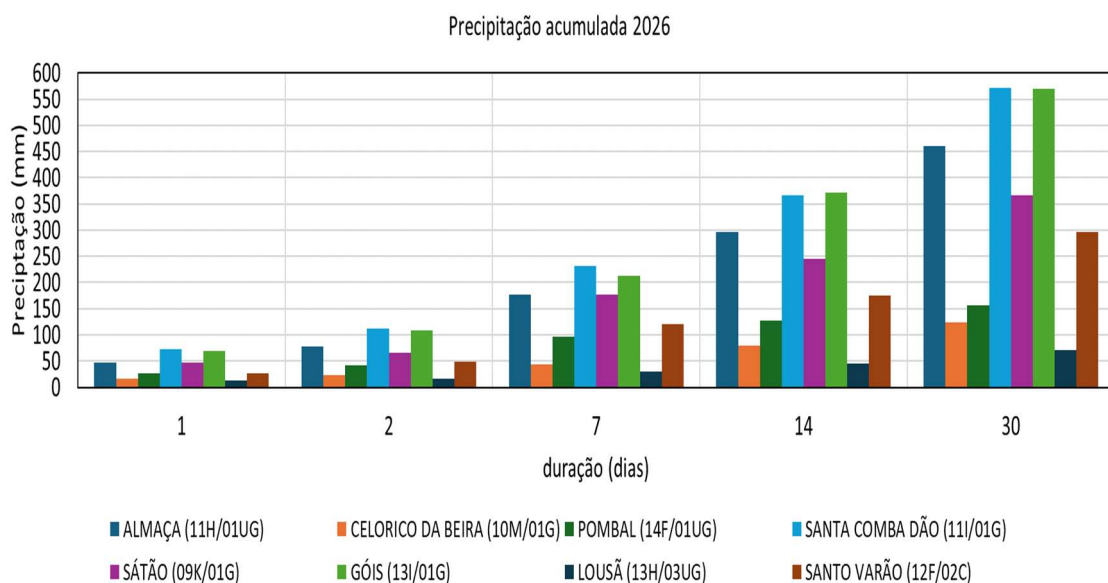


Figura 3.12 – Precipitação acumulada e 2026, durante diferentes períodos.

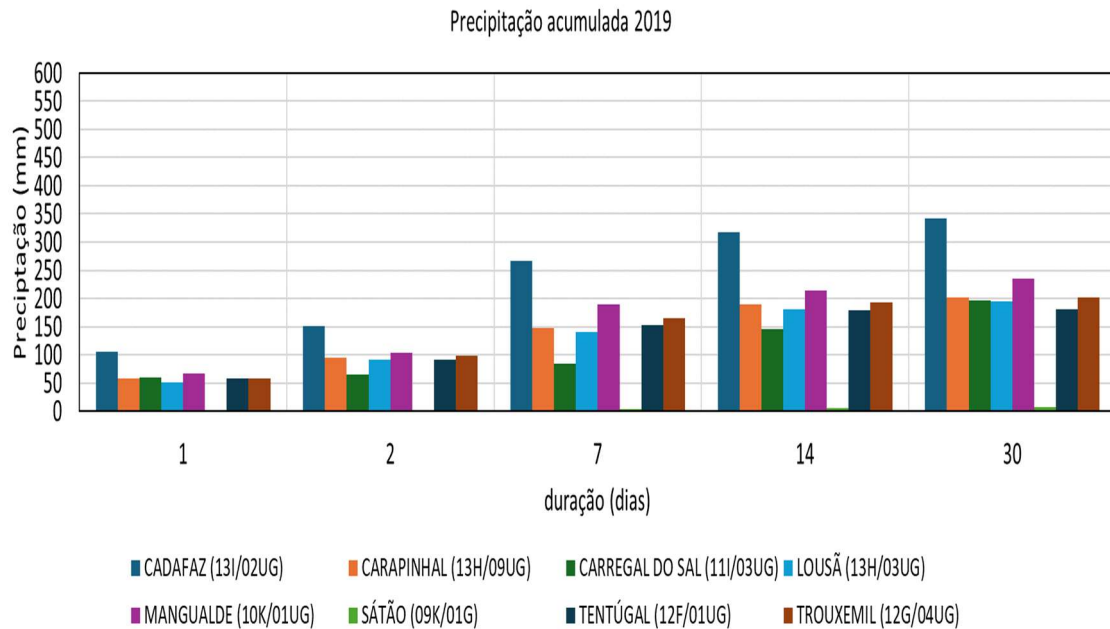


Figura 3.13 – Precipitação acumulada em 2019, durante diferentes períodos.

Como evidenciado, quer pelas cheias de 2001, de 2016, de 2019 e de uma forma absolutamente conclusiva pela cheia de 2026, a operação/gestão da barragem da Aguieira é absolutamente determinante para os valores dos caudais afluentes a Coimbra e, portanto, nos valores dos caudais descarregados para jusante do Açude-Ponte.



## 4 DEFINIÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DO SISTEMA

### 4.1 Introdução

O sistema da Aguieira foi construído como um aproveitamento de fins múltiplos, os quais foram, desde logo, definidos por uma ordem de prioridades tal como se segue:

- Defesa Contra Cheias no Baixo Mondego;
- Rega agrícola;
- Abastecimento de água;
- Produção hidroelétrica.

A satisfação simultânea destes objetivos tem vindo a afigurar-se cada vez mais complexa pelas razões que serão mais adiante evidenciadas. Nesta secção, os pontos críticos foram divididos em quatro subpontos, de acordo com as suas características e localização: Barragem da Aguieira, Pontos Críticos entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra, Pontos críticos a jusante do Açude-Ponte de Coimbra e aspetos relacionados com medidas preventivas.

### 4.2 Barragem da Aguieira

Pode considerar-se que a barragem da Aguieira é, atualmente, o elemento mais importante para a operação/exploração do aproveitamento Hidráulico do Mondego, dado ser **o único ponto onde é possível a regulação de caudais para jusante da bacia**. No entanto, a gestão do conjunto das barragens (Aguieira – Fronhas – Raiva), em particular a da Aguieira, revela-se particularmente complexa, pois há necessidade de garantir a limitação de caudais no Baixo Mondego nos períodos de precipitação muito intensa, assegurando, simultaneamente, níveis na albufeira que viabilizem as reservas necessárias para os abastecimentos dependentes do canal nas prolongadas estiagens de verão. Tudo isto sem comprometer, naturalmente, a viabilidade da exploração hidroelétrica, em que se baseia a concessão do sistema à EDP Produção.

Acresce que toda esta gestão tem que ser feita com base em previsões meteorológicas, cuja fiabilidade só é minimamente rigorosa a curtíssimo prazo e diminui à medida que aumenta a antecedência, seguindo uma curva de incerteza crescente. A atmosfera é um sistema caótico, o que significa que pequenas variações nos dados iniciais podem levar a grandes divergências no resultado final ao longo do tempo, o que é particularmente relevante em eventos extremos, como aqueles que ocorreram recentemente. Por isso, as previsões meteorológicas têm de estar em constante atualização.

Pode afirmar-se que uma fiabilidade de 100% não existe nas previsões meteorológicas. Uma fiabilidade de 90 a 95% pode ser viável em períodos de algumas horas até 3 dias (no máximo).



Considera-se que, em previsões com a antecedência de 4 a 7 dias, a fiabilidade pode descer a 70% e, com antecedência de 10 dias, a apenas 50%. A mais de 10 dias, a fiabilidade é muito baixa para eventos específicos e as previsões nesta faixa tendem a basear-se apenas em tendências climáticas gerais e padrões.

Atualmente, estão definidos os seguintes níveis característicos na barragem da Aguieira (Fonte: *EDP, Aproveitamento Hidroelétrico da Aguieira. Regras de Exploração da Barragem, 2025*):

- Nível de Máxima Cheia (NMC) (126,30 m);
- Nível de Pleno Armazenamento de verão (NPAv) (124,70 m);
- Nível de Defesa de Cheias (NDC) (117,00 m);
- Nível mínimo de exploração normal (Nme) (110,00 m);
- Nível mínimo de exploração extraordinário (NmE) (100,00 m);
- Nível do coroamento da barragem (NC) (126,65 m).

No âmbito da avaliação da conformidade com o Regulamento de Segurança de Barragens (Decreto-Lei n.º 21/2018), resultou uma nova “cheia de projeto”, cujo período de retorno passou de 1000 anos para 2000 anos, com um caudal máximo lançado de 2 578 m<sup>3</sup>/s (2 128 m<sup>3</sup>/s lançados pelos dois descarregadores de cheias com soleira à cota 111,00 e 450 m<sup>3</sup>/s lançados pelos grupos geradores) e um novo NMC à cota 126,30 m. Pode notar-se, desde já, que o caudal total de 2 578 m<sup>3</sup>/s é extremamente elevado, tendo em atenção o limite estabelecido no projeto do açude de Coimbra (2 000 m<sup>3</sup>/s) e ainda a existência de contribuições adicionais significativas dos rios Alva e Ceira e noutras aflúncias na bacia intermédia Aguieira – Coimbra em períodos de precipitação intensa, como anteriormente referido. Tal significa que a necessidade de efetuar uma descarga de 2 578 m<sup>3</sup>/s na Aguieira implica, inexoravelmente, uma situação catastrófica no Baixo Mondego, mas tal deverá suceder sempre que seja alcançada uma cota de 125,50, de acordo com as regras de exploração da Aguieira.

O NPAv vigora durante o período de estiagem (16 de abril a 15 de outubro). Fora deste período, varia de acordo com o caudal afluente. O Nível de Defesa contra Cheias em Coimbra (NDC) vigora durante o período de inverno (16 de outubro a 15 de abril), sendo este o nível objetivo a atingir pelo modelo de “gestão adaptativa” atualmente considerado para o início das cheias. Note-se que, entre 16 de março a 15 de abril, as regras da “gestão adaptativa” são ajustadas, tendo em vista permitir que no final do período de inverno a albufeira possa encher, de forma a poder disponibilizar água para todos os fins a que se destina.

O Nível Mínimo de Exploração Extraordinário (NmE) é o nível mínimo técnico de funcionamento dos grupos geradores. Na Figura 4.1 indica-se a localização dos atuais componentes do sistema hidráulico do Médio e Baixo Mondego.



No contexto da “gestão adaptativa” pode considerar-se, perante previsões de precipitações intensas e prolongadas, um abaixamento preventivo da cota 117,00 m para valores próximos da cota 114,00 m. Deve salientar-se que, na recente situação de eventos extremos (“comboio de tempestades”), esse procedimento foi já adotado (foi feito um abaixamento até à cota 114,79 m), considerando-se que a exploração da barragem feita neste período crítico dificilmente poderia ser mais adequada, tendo em atenção a fiabilidade das previsões e os constrangimentos de cotas.

Em relação às secas, existem já algumas indicações de que a estiagem de 2026 poderá ser também um período crítico (o Met Office do Reino Unido divulgou a mais recente previsão para a temperatura média global, alertando que 2026 deverá tornar-se o quarto ano em que a média global sobe 1,4 °C acima do valor pré-industrial. No mesmo sentido aponta o ECMWF - *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*, prevendo o regresso do “El Nino” e temperaturas extremas, o que poderá ter impactos em Portugal – Figura 4.2). **De acordo com o IPMA, o ano de 2026 aponta para uma continuação da tendência de extremos climáticos, com o verão a necessitar de preparação para calor intenso e, potencialmente, risco elevado de incêndios rurais.**

Assim, com base nas tendências climáticas preliminares e no contexto de aquecimento global, o verão de 2026 em Portugal Continental antecipa-se como um período preocupante, que continuará a tendência de anos consecutivos de calor extremo. Os alertas são no sentido de que a ocorrência de ondas de calor, particularmente nos meses de junho, julho e agosto, é um cenário bastante provável.

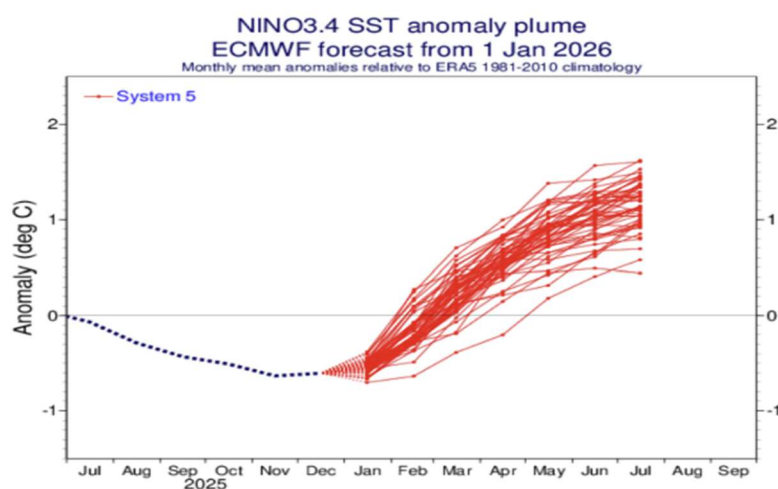


Figura 4.2 – Previsões globais do ECMWF para 2026

O Contrato de Concessão define um volume anual de 160 hm<sup>3</sup> a disponibilizar para jusante, para abastecimento público, indústria e rega, podendo estimar-se, tendo em atenção o modo como se repartem habitualmente ao longo do ano estes consumos, que poderão ser considerados 110 a 120 hm<sup>3</sup> para o período de estiagem. Note-se que não existiram consumos próximos deste limite em anos anteriores, mas as tendências climáticas mostram que os consumos, em especial na agricultura (e no turismo balnear/Figueira da Foz), terão tendência para aumentar.

Observando a curva de capacidade da albufeira (Figura 4.3) pode verificar-se que este valor de 160 hm<sup>3</sup> é compatível com os volumes de armazenamento disponíveis, pois, mesmo considerando a inexistência de qualquer afluência significativa à albufeira no período de estiagem, a cota da albufeira não desceria abaixo de 117,00 m. É necessário salientar, todavia, que a barragem tem entre as suas finalidades principais (e objeto de concessão) a produção de hidroeletricidade, pelo que uma situação de seca extrema prolongada pode condicionar as finalidades do concessão. Não se considera assim que, em caso de seca externa prolongada, não possam surgir constrangimentos, o que reforça a relevância de aumentar a capacidade de regularização total do sistema.

A curva de volumes acumulados (Figura 4.3) foi obtida com base na Tabela seguinte:

Tabela 4.1 – Volumes acumulados na albufeira da Aguieira para diferentes cotas

Cota (m)	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	126
Vol. (hm <sup>3</sup> )	0	0,8	6	12,8	21,6	34,4	49	70,8	96	126,2	162,2	206,8	264	336,1	429,6	450

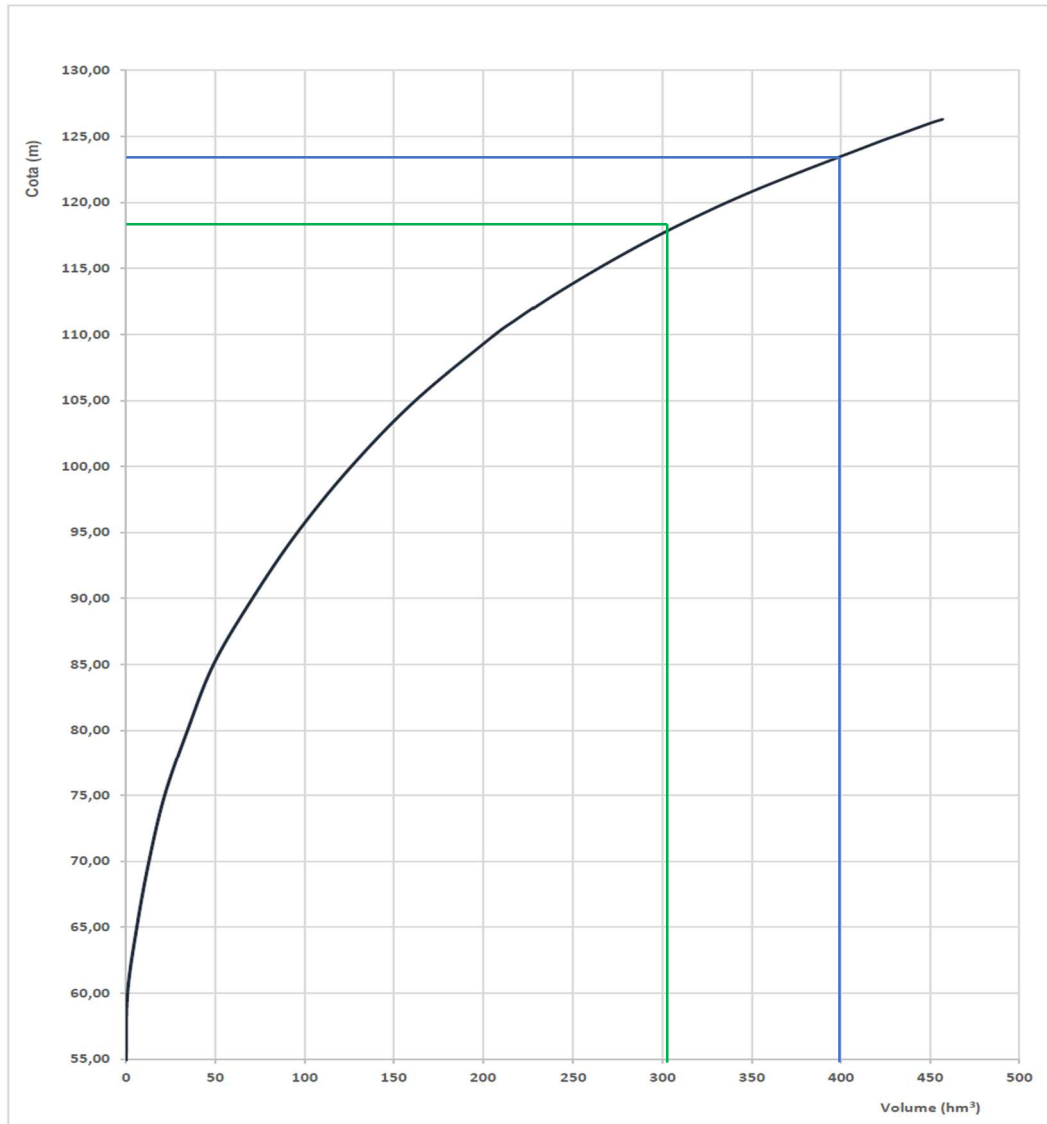


Figura 4.3 – Curva de capacidade da albufeira da Aguieira

Em qualquer caso, o controlo das cheias recomenda, por si só, o reforço da capacidade de regularização do sistema, como anteriormente se referiu, de modo a reduzir o período de retorno de eventos catastróficos. **Admite-se que esse aumento de capacidade de regularização só possa vir a ser feito através da construção da barragem de Girabolhos, inicialmente prevista no plano de aproveitamento hidráulico do Mondego, mas não executada até à data. A localização inicial prevista para esta barragem está indicada na Figura 4.4.**

A barragem de Girabolhos poderá adicionar uma capacidade útil de regularização do Mondego de cerca de 100 hectómetros cúbicos de água, existindo, neste momento, uma capacidade de regularização de 200 hectómetros cúbicos na Aguieira, de acordo com a Figura 4.3. Considera-se que este aumento de 50% é da maior importância face aos impactos previsíveis decorrentes de alterações climáticas, recordando-se que o sistema da Aguieira é o único ponto onde é possível fazer uma regulação de caudais na bacia. Note-se que a alteração de captações urbanas existentes à cota 114,00 para um valor inferior (mas acima da cota 110,00 metros), poderá contribuir para aumentar a capacidade de regularização, mas haverá que proceder a alterações nessas captações..

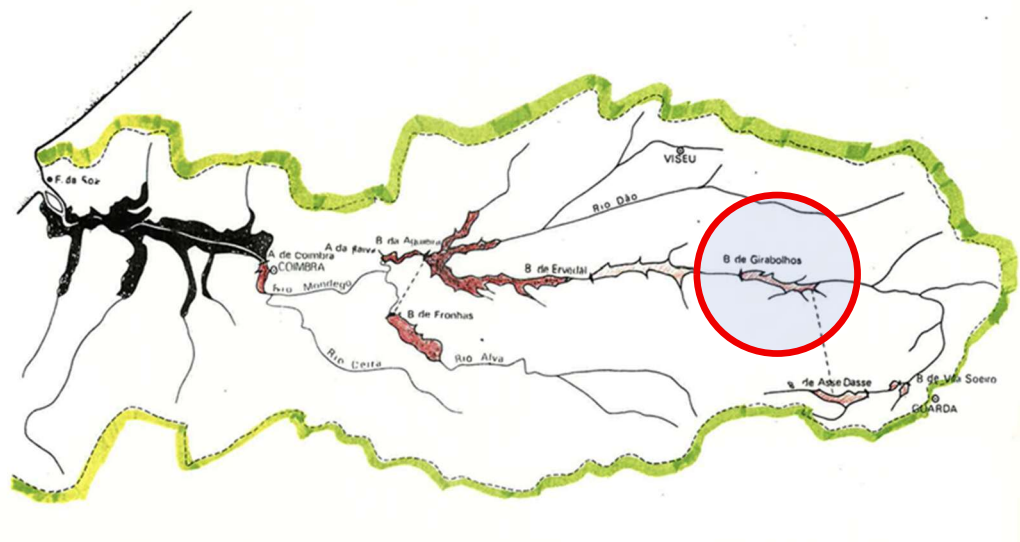


Figura 4.4 – Localização inicial prevista para a barragem de Girabolhos (Fonte: APA, 1993)

**A recomendação neste âmbito, visando mitigar o problema das cheias (e das secas) e criar maior resiliência no sistema, é no sentido de ser feito urgentemente um aumento significativo da capacidade de regularização no Mondego, através, nomeadamente, da construção da barragem de Girabolhos.**

Note-se que, para além do aumento de produção de energia renovável, esta barragem pode ter vantagens adicionais em termos de abastecimento urbano (substituindo ou complementando a barragem de Fagilde, por exemplo).

### 4.3 Pontos críticos entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra

#### 4.3.1 Bacia situada entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra

O aproveitamento hidráulico do rio Mondego, no troço entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra, desempenha um papel essencial na gestão dos recursos hídricos da região. Na Figura 4.5 faz-se uma representação esquemática do aproveitamento hidráulico do Mondego entre a barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra.

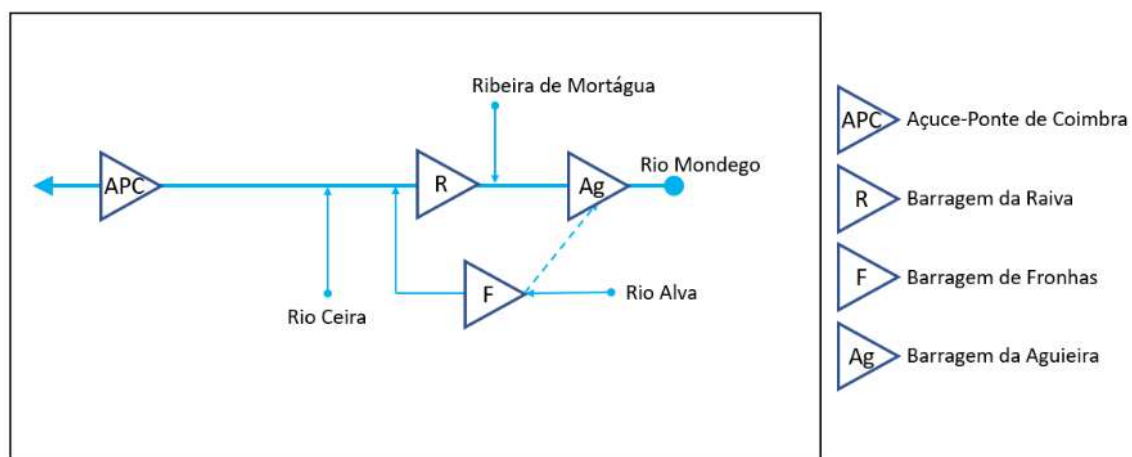


Figura 4.5 - Representação esquemática do aproveitamento hidráulico do Mondego entre a barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra

A barragem da Raiva funciona sobretudo como contraembalse da Aguieira, recebendo a água turbinada a montante e contribuindo para a estabilização dos caudais. Desempenha, assim, um papel importante no funcionamento coordenado do sistema Aguieira–Raiva e a sua exploração depende fortemente desta barragem principal.

A Barragem de Fronhas localiza-se no rio Alva, um afluente do Mondego, e forma uma albufeira com capacidade significativa, permitindo regular um curso de água de natureza torrencial. O seu principal objetivo é reforçar a disponibilidade hídrica da albufeira da Aguieira, contribuindo para o equilíbrio global do sistema.

O Rio Ceira é um rio de montanha que nasce na Serra do Açor, próximo do Piódão, e desagua na margem esquerda do Mondego a montante de Coimbra. Sendo um afluente com características



torrenciais e fortemente condicionado pelo relevo, não dispõe de infraestruturas significativas de regularização de caudais, o que faz com que contribua rapidamente para o aumento dos caudais do Mondego em períodos de precipitação intensa.

Entre a Barragem da Aguieira e o Açude-Ponte de Coimbra situa-se um trecho do rio Mondego com importantes contribuições em termos de afluências de caudais em períodos de cheia.. Em situações de cheia, a gestão desta bacia é determinante: o armazenamento de água na Aguieira e a realização de descargas controladas e faseadas permitem evitar níveis críticos no açude de Coimbra.

As mais importantes contribuições são da ribeira de Mortágua, dos caudais descarregados pela barragem de Fronhas e da bacia a jusante desta barragem, de toda a área limitada pela bacia do Mondego a jusante da Raiva e da confluência do Rio Alva até à confluência do rio Ceira, da contribuição deste rio e de toda a restante bacia do Mondego até Coimbra.

Esta bacia tem uma regularização muito reduzida. No entanto, nos eventos estudados, verifica-se que a sua contribuição para os caudais afluentes a Coimbra está a tornar-se muito significativa. No evento de 2026, estimou-se que essa contribuição estava na ordem dos 1600 m<sup>3</sup>/s, condicionando grandemente as descargas da Aguieira, de forma a não ultrapassar os 2000 m<sup>3</sup>/s em Coimbra, que nos dois últimos eventos já não foi possível.

Este aumento de caudais neste trecho pode resultar de eventos conjunturais (como a ocorrência anterior de grandes incêndios na bacia, situação que poderá ser considerada como provável em 2026) ou de forte impermeabilização do terreno, por precipitação intensa e continuada (situação que também poderá ser considerada no “comboio de tempestades” de 2026 ou nas cheias de 2001). **Em qualquer caso, para melhor compreensão destes contextos e aperfeiçoar as previsões de curto prazo, que são indispensáveis à gestão de riscos durante os eventos mais extremos, torna-se imperiosa a necessidade de melhorar a transmissão de dados da monitorização meteorológica e hidrométrica neste trecho, incluindo os seus diversos efluentes.**

#### 4.3.2 Assoreamento a montante de Coimbra

No projeto de um canal de leito móvel é necessário ter em atenção não só os caudais líquidos, mas também os caudais sólidos, dado que a linha de água tenderá para uma situação de equilíbrio dinâmico. No caso do rio Mondego e em resultado das intervenções feitas por Estevão Cabral no começo do século XIX, o rio não ficou em equilíbrio dinâmico, tendo-se verificado um assoreamento de médio de cerca de 0,90 m entre 1866 e 1966, de acordo com os levantamentos disponíveis de 1866 e 1966 (*Fonte. A. Lencastre, Hidráulica Fluvial e Agrícola, 2004*). Este assoreamento deveu-se ao facto de a inclinação geral do rio ter ficado significativamente superior à sua inclinação natural, pelo que a tendência foi no sentido de restabelecer as inclinações iniciais, de menor valor.

Com a construção de barragens ao longo do rio, o caudal sólido tende a diminuir, por retenção nas albufeiras. No projeto de aproveitamento do Mondego esta situação foi naturalmente estudada, tendo sido estimado no açude de Coimbra um caudal sólido médio total de 1,5 l/s.

O valor do caudal sólido aumenta proporcionalmente com o caudal líquido. A grande variabilidade deste ao longo do ano implica também uma grande variabilidade no caudal sólido, o que torna a modelação do fundo móvel relativamente complexa. Note-se que os caudais sólidos podem ser de dois tipos principais: caudais sólidos em suspensão e transporte sólido por arrastamento. Este último é particularmente relevante para a problemática em análise.

O açude de Coimbra cria condições para a redução das velocidades a montante (Figuras 4.6 e 4.7), pelo que é natural verificar-se uma deposição de material sólido (ou assoreamento) na albufeira, condicionando atividades recreativas e impondo níveis de escoamento mais elevados naquele troço, o que incrementa os riscos de inundação nas suas margens. No entanto, esta situação está implícita no projeto, tendo o seu principal responsável recomendado que fossem programadas ações de controlo do comportamento da obra, envolvendo, entre outros procedimentos, “dragagens a efetuar a montante do Açude de Coimbra, no troço estuarial” (Fonte: A. Lencastre. *Op. Cit.*)



Figura 4.6 – Albufeira do Açude de Coimbra (vista para montante) em 2026

A transposição desse caudal sólido da albufeira do açude para zonas a jusante, que foi feita no passado, é um procedimento à partida que não se concretizou com o sucesso espetável. . Note-se, contudo, que as alterações climáticas podem introduzir significativas alterações nos regimes de escoamento, com implicações no transporte do caudal sólido, pelo que a sua avaliação tem forçosamente alguma impressibilidade, dificultando a programação das intervenções.



Num estudo desenvolvido em 2001, o levantamento topo batimétrico evidenciou que, ainda sem ser uma camada uniforme, o trecho entre a ponte da Portela e o Açude/Ponte apresentava um volume de sedimentos da ordem dos 500 mil m<sup>3</sup>, que representava uma altura média de 0,50m. No estudo da cheia de 2016 constatou-se um aumento muito significativo do volume destes sedimentos, que foi estimado em 1,7 milhões de m<sup>3</sup> (valor quantificado com base na batimetria de 2008).

No projeto “Desassoreamento da Albufeira do Açude-Ponte de Coimbra e Estabilização da margem direita do Rio Mondego entre a Ponte Santa Clara e o Açude - Ponte de Coimbra”, financiado pelo POSEUR e que terminou em 2023 foram retirados 700 mil m<sup>3</sup> de sedimentos. Ou seja, dos 1,7 milhões de m<sup>3</sup>, quantificados em 2008, restaram mais de 1 milhão de m<sup>3</sup>, já que a quantificação foi efetuada com base no estudo de 2008 e até 2023 continuou a ocorrer assoreamento. A observação das imagens do rio Mondego após o evento de 2026 evidenciam que o volume do assoreamento terá valores significativamente superiores a 1 milhão de m<sup>3</sup>.

Recomenda-se, assim, que **a necessidade de dragagens na albufeira do açude seja periodicamente avaliada e realizada sempre que necessário**. De acordo com o autor do projeto, Eng.º Armando Lancastre, deveria ser feita a transposição do material sólido preferencialmente para jusante do Açude, precedida de análise da necessidade de eventuais reforços nos revestimentos dos taludes do leito menor e nas soleiras de fixação do fundo móvel do leito menor (e/ou criação de novas soleiras).

Entretanto, a APA tem questionado a correção da transposição das areias para jusante do Açude, com base em observações da formação de ilhas de assoreamento. Desconhece-se se existem estudos recentes neste âmbito, mas tendo o dimensionamento da obra sido feito com base na necessidade do equilíbrio dinâmico do rio (o que tem a ver com o transporte do caudal sólido), as recomendações do autor do projeto devem, à partida, ser ponderadas. Assim, antes de rejeitar liminarmente a hipótese de transposição das areias para jusante, entende-se que se deverá analisar se essa transposição foi feita no passado de forma correta e para os lugares adequados. Eventualmente, os valores dos caudais sólidos considerados no projeto poderão estar atualmente desajustados (por razões conjunturais, como incêndios florestais ou alteração dos regimes de caudais), pelo que se considera que esta questão não deve ser tratada de forma simplista e pode carecer de estudos adequados, face à importância de ser alcançado um equilíbrio dinâmico na obra.



Figura 4.7. – Albufeira do Açude de Coimbra (2026)

#### 4.3.3 Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI)

O Plano de Gestão dos Riscos de Inundação na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis (RH4A), no 2.º Ciclo de Planeamento - 2022-2027, identifica diversas Áreas de Risco Potencial Significativo de Inundação (ARPSI) a montante e a jusante do açude de Coimbra. O inventário inclui diversos edifícios sensíveis, fontes de poluição, património natural e áreas protegidas e outros elementos potencialmente afetados.

De um modo geral, considera-se que apenas a correta regulação dos caudais na Aguieira poderá minorar os riscos a montante e a jusante de Coimbra. A jusante, o reforço dos diques, que é recomendado no presente Relatório, será uma medida adicional de mitigação do risco.

No decorrer dos trabalhos preparatórios para a elaboração do presente relatório, envolvendo a auscultação de diversas entidades, foram, contudo, identificados alguns pontos críticos a montante cujo risco poderá ser minorado com intervenções locais.

É o caso de diversos equipamentos e infraestruturas de saneamento básico (como estações elevatórias, por exemplo), tradicionalmente implantadas a cotas baixas, mas em relação às quais se sabe que têm vindo a ser feitas intervenções no sentido de aumentar a sua resiliência, como, por exemplo, a colocação a cotas mais elevadas de quadros elétricos.

Em termos de património construído, foi referido nas audições preparatórias o problema recorrente do Mosteiro de Santa Clara-a-Velha e da sua envolvente, considerando-se que o problema poderia ser minorado através de uma solução local (portão estanque). Na realidade, existe uma passagem ampla sob a Avenida Inês de Castro, ligada diretamente ao Choupalinho, que permite o fácil alagamento do Mosteiro e da sua envolvente em caso de inundação daquele parque, tendo sido sugerido pela C.M.C. a sua substituição por um portão estanque (Figuras 4.8 e 4.9).

Dado que a Avenida Inês de Castro funciona como um dique em relação ao Choupalinho, concorda-se com esta sugestão, com o portão estanque instalado na referida passagem. Em qualquer caso, esta intervenção tem que ser complementada com levantamento das drenagens pluviais existentes no local, tendo em vista a instalação complementar de válvulas de maré.

Uma outra situação que pode ser minorada por uma intervenção local, é a inundação recorrente das zonas baixas da Boiça e do Cabouco. Segundo a Proteção Civil local, esta situação é frequente e agravada pelo facto de, a montante da nova ponte (Ponte da Boiça), não terem sido removidos diversos obstáculos, como, por exemplo, a ponte antiga (Figura 4.10), provocando redução de secção e subida do nível das águas a montante.

Neste contexto, **a recomendação é no sentido de que, sempre que viável, seja continuado o esforço de aumento da resiliência de diversas infraestruturas e equipamentos localizados a cotas mais baixas no troço a montante do Açude-Ponte e de que seja feita uma análise das situações em que o problema das inundações recorrentes provocadas por cheias no rio Mondego possa ser mitigado através de intervenções locais.**



Figura 4.8 – Passagem sob a Av. Inês de Castro (vista ponte – nascente), vendo-se, ao fundo, o Choupalinho (à mesma cota)



Figura 4.9 – Passagem sob a Av. Inês de Castro (vista nascente -poente), vendo-se, ao fundo, o Mosteiro de Santa Clara-a-Velha



Figura 4.10 – Situação a montante da nova ponte sobre o rio Ceira, na Boiça

Em termos gerais, considera-se essencial que o licenciamento de novas construções tenha em atenção o Plano de Gestão dos Riscos de Inundação na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego

e Lis (RH4A), no Ciclo de Planeamento mais atual. Recomenda-se que eventuais licenciamentos de construções em zonas de risco mínimo tenham em atenção esse Plano e os riscos inerentes de inundação, deixando claro perante promotores, proprietários ou moradores tal situação. Recomenda-se também que tais construções, a existir, tenham resiliência adequada face à probabilidade, ainda que baixa, de inundação.

#### 4.4 Pontos críticos a jusante do Açude-Ponte de Coimbra

##### 4.4.1 Controlo de caudais

A solução adotada para o controlo de caudais de magnitude igual (ou superior) a 2 000 m<sup>3</sup>/s, inicialmente considerado como caudal de cheia milenar do Açude-Ponte de Coimbra, consistiu na instalação de um sistema de inundação controlada dos campos, através de quatro descarregadores, a jusante do Açude-Ponte, constituídos por um dique fusível e três de sifões para descarregar as cheias de caudal superior a 1 200 m<sup>3</sup>/s e, deste modo, inundar os terrenos periféricos com menor ocupação urbanística e de maior extensão (Figura 4.11).

Assim, a jusante do Açude-Ponte de Coimbra poderemos identificar como pontos críticos do sistema os elementos (dique fusível e sifões 3, 2 e 1) que têm como objetivo laminar cheias de valores superiores a 2 000 m<sup>3</sup>/s, eventualmente afluentes ao Açude, para valores de 1 200 m<sup>3</sup>/s, que correspondem à capacidade de vazão do projeto do canal central.

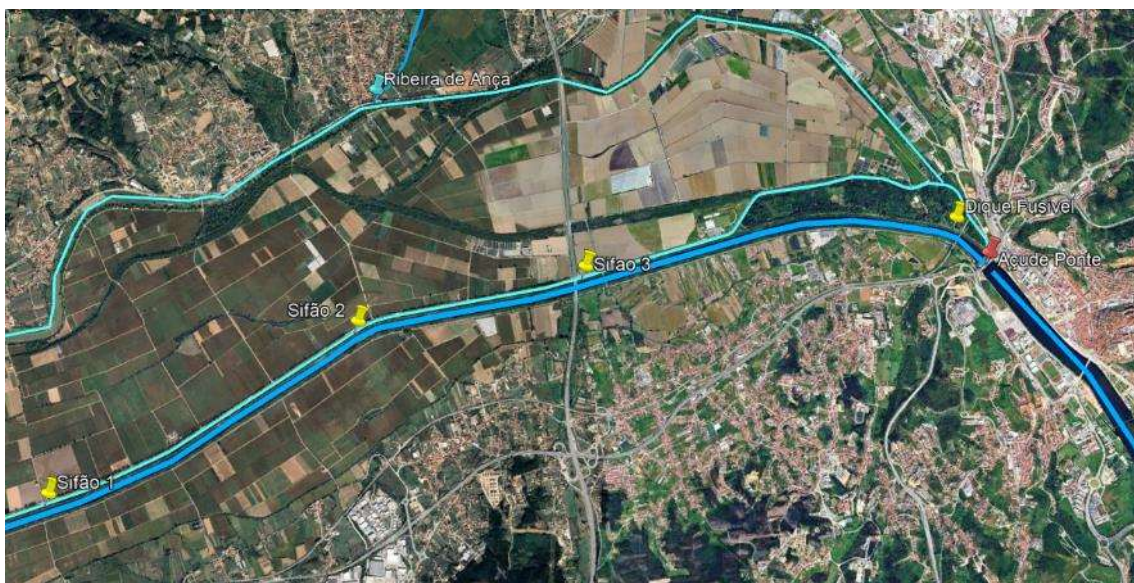


Figura 4.11 – Localização dos descarregadores no Baixo Mondego

O primeiro elemento deste complexo sistema é um dique fusível localizado na margem direita do leito central e que terá a capacidade de descarregar na zona da Mata Nacional do Choupal, em Coimbra, cerca de 200 m<sup>3</sup>/s. as valas adjacentes e campos agrícolas. Segue-se um outro descarregador a poucos metros de distância, do tipo sifão (sifão n.º 3) e com a capacidade de descarga de também 200 m<sup>3</sup>/s.

. A jusante deste descarregador, foi projetada e construído um outro descarregador, também do tipo sifão (sifão n.º 2) que permitirá reduzir o caudal de 1 600 m<sup>3</sup>/s para 1400 m<sup>3</sup>/s. Por último, um outro sifão permitirá reduzir o caudal para 1 200 m<sup>3</sup>/s que é o caudal de dimensionamento do leito central neste troço.

O adequado funcionamento do modelo proposto e projetado pelos autores do projeto implica uma correta manutenção e conservação, não só das cotas/alturas dos diques como do revestimento vegetal dos mesmos. A realidade veio a evidenciar, contudo, a ausência destes pressupostos.

Após a cheia de 2001, há evidências do funcionamento do dique fusível, mas existe a informação oficial de que a cota deste dique não foi repostada para a cota de projeto. Por outro lado, na cheia de 2016 a imagem que se segue evidencia, em frente ao descarregador sifão n.º 3, a existência de quantidade e densidade de vegetação que, se não impedia o funcionamento do sifão, comprometeria fortemente o seu desempenho.

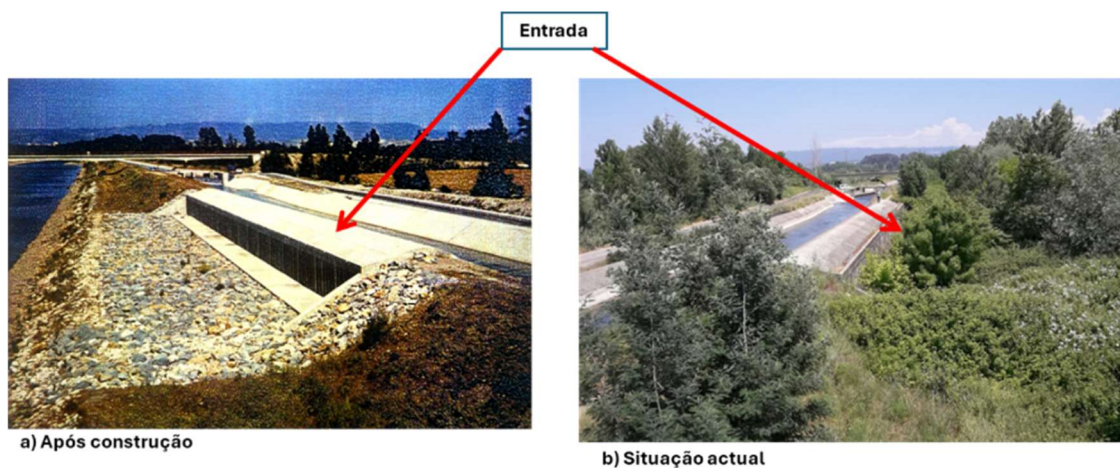


Figura 4.12 – Descarregador sifão n.º 3

Se a cota do dique fusível não foi repostada após a cheia de 2001, isso significa que começa a descarregar para caudais inferiores a 1800 m<sup>3</sup>/s e em vez de descarregar o valor de 160 ou 200 m<sup>3</sup>/s, poderá ter descarregado bastante mais e mais cedo. Nestas condições, quando o escoamento atingiu a entrada do sifão 3 o escoamento poderá ser inferior a 1 800 m<sup>3</sup>/s e,



portanto, não seria suficiente para ferrar o sifão e descarregar caudal previsto (que foi a situação observada).

#### 4.4.2 Leito central e diques. Proposta de intervenção

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) disponibilizou ao Grupo de Trabalho um vasto conjunto de elementos que, sem os quais este trabalho não teria sido levado a cabo num intervalo de tempo tão reduzido. No presente item destaca-se o estudo desenvolvido anteriormente pela APA e LCW, intitulado “Aproveitamento Hidráulico do Mondego Levantamento de Vistoria e Análise do Estado Atual das Infraestruturas do Sistema de Defesa Contra Cheias”, datado de dezembro 2021 (Fase 2 – Relatórios de Inspeção, Tomo I – Leito central e Tomo II – Leitos periféricos direito e esquerdo).

Nestes documentos, extremamente desenvolvidos, detalhados e rigorosos, são caracterizadas as condições em que, à data (dezembro de 2021), se encontravam tanto o leito central como os diques periféricos do mesmo, e ainda as condições dos leitos periféricos direito e esquerdo do canal adutor. São levantadas todas as anomalias detetadas, documentadas fotograficamente essas patologias, apresentadas propostas de intervenção e medidas corretivas, classificadas pelo grau de risco das mesmas, e para que o diagnóstico fosse tão rigoroso quanto possível, foram efetuadas com os mesmos afastamentos, 50 metros, do projeto original. Será de esperar que após este enorme evento de cheia de 2026 a situação se tenha agravado, malgrado algumas intervenções que a APA, entretanto, fez. De entre as diversas propostas de intervenção que constam do referido estudo, há uma que se salienta e subscreve: **o alteamento dos diques**, pelo menos no troço inicial do leito. **No estudo referido sugere-se um alteamento até 0,60 m.**

Com efeito, o previsível agravamento rápido e significativo dos cenários climáticos, exigiria, idealmente, uma revisão e adequação deste projeto, em particular no que se refere ao Baixo Mondego, mas aceita-se que tal não seja atualmente viável do ponto de vista técnico-económico. Por outro lado, verificam-se com alguma frequência situações conjunturais não antecipadas (como extensos incêndios florestais), que podem agravar significativamente os caudais, em especial no troço intermédio não controlado. **Estes aspetos recomendam vivamente um aumento de resiliência do sistema, considerando-se que algumas medidas poderão ser exequíveis neste contexto, como é o caso do alteamento dos diques no troço inicial (estima-se um mínimo de 9 km)**, para além, naturalmente, da necessidade de uma manutenção do sistema cada vez mais rigorosa. O alteamento dos diques pode também ser importante perante situações que promovam deposição de caudal sólido em algumas zonas do leito, provocando um aumento local das alturas de escoamento.

**Assim, recomenda-se que seja considerada a hipótese de alteamento dos diques, nos termos já previstos em estudos anteriores, e estudada a extensão mínima adequada para esta solução de aumento de resiliência do sistema.** Deve notar-se que a APA refere que o alteamento dos diques pode reduzir o espaço para a circulação de máquinas nas operações de manutenção,



sugerindo um alteamento máximo de 0,20 m. Convém recordar, contudo, que a LCW apresentou nos seus estudos soluções de alteamento que não envolvem redução da largura do coroamento (com base na construção de muros de parapeito, por exemplo), pelo que se entende que o tipo de máquinas usadas na manutenção não deve condicionar o necessário alteamento dos diques (sendo mais correto o inverso).

#### 4.4.3 Rotura dos diques. Análise sob ponto de vista geotécnico

##### 4.4.3.1. *Introdução*

Em termos gerais, o sistema de defesa contra cheias do Aproveitamento Hidráulico do Mondego é constituído por um conjunto de diques que circunscrevem o leito principal do rio Mondego, impedindo que, em períodos de cheia, as águas galguem as suas margens (LCW, 2020)<sup>1</sup>.

A presente secção visa analisar, do ponto de vista geotécnico, as características destes diques, identificando eventuais causas de rotura neste tipo de estruturas geotécnicas e referindo as especificidades do local da rotura, que poderão ter contribuído para o evento ocorrido em 11 de fevereiro de 2026.

##### 4.4.3.2. *Perfil transversal dos diques*

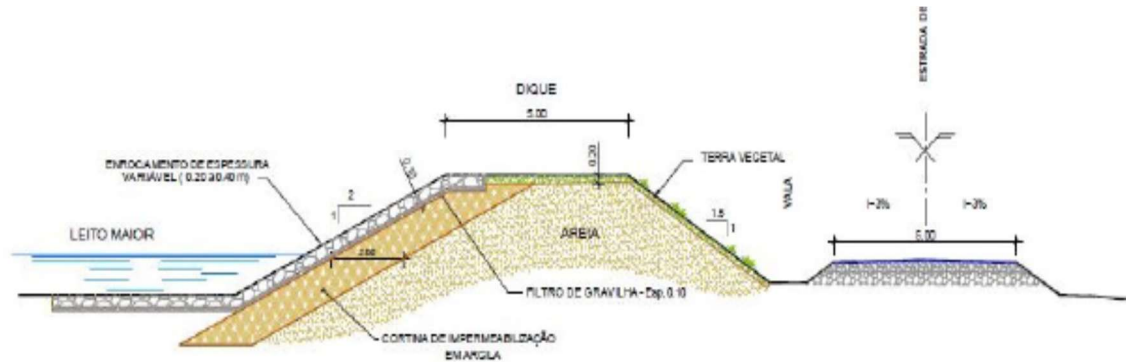
A Figura 4.13 ilustra os dois perfis transversais tipo do dique do Mondego existente em ambas as margens. Em termos gerais, o dique longitudinal (confinante com o leito central) é constituído por um aterro cujo talude interior se encontra, em regra, não revestido, existindo algumas zonas protegidas com enrocamento, nomeadamente algumas curvas ou localizações mais desfavoráveis, bem como os taludes do leito menor do rio). Em alguns troços, o projeto inicial especificava a execução de uma cortina de impermeabilização em argila, prolongando-se até uma cota de cerca de 20 cm abaixo do coroamento (LCW – Proc. 2020/124).

Para beneficiar as zonas agrícolas do Baixo Mondego e reforçar o abastecimento de água às indústrias da região, desenvolve-se, junto aos diques longitudinais do leito central (Figura 4.13 b), um canal condutor em aterro, com uma extensão total de cerca de 37 km na margem direita e cerca de 4 km na margem esquerda. Este canal apresenta uma secção transversal trapezoidal, com taludes inclinados a 1/1,5 (V/H) (LNEC – Proc. 0605/541/5759)<sup>2</sup>.

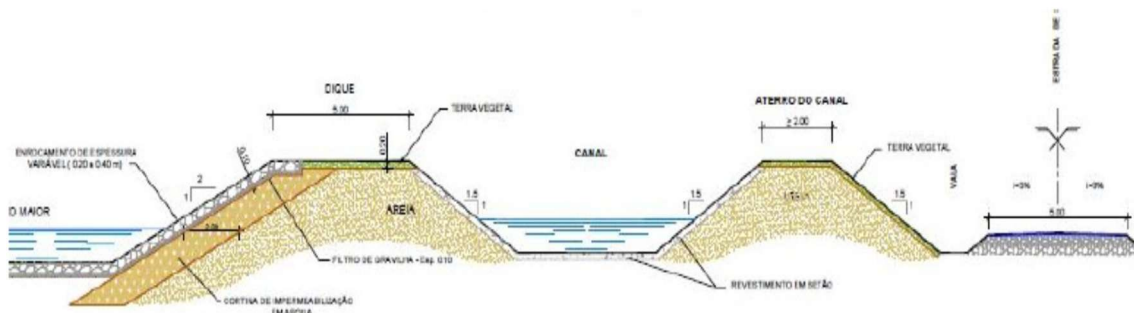
---

<sup>1</sup> LCW- Proc. 2020/124 (2020). “Levantamento de Vistoria e Análise do Estado Atual das Infraestruturas do Sistema de Defesa contra Cheias. Fase 2 – Relatório de Inspeção. Tomo I – Leito Central”. APA

<sup>2</sup> LNEC - Proc. 0605/541/5759 (2012). “Estudo das inundações do rio Mondego a jusante da confluência do rio Ceira”. Relatório 333/2012 – DHA/NRE



a)



b)

Figura 4.13 - Perfil tipo do dique do Leito Central do Rio Mondego. a) Perfil simples - sem canal condutor; b) Perfil com canal condutor lateral (Fonte: LCW- Proc. 2020/124)

O levantamento da situação existente na margem direita, no troço sob a autoestrada A1, no local onde ocorreu a rotura (Figura 4.14), evidencia um perfil semelhante ao da Figura 4.13 b), constituído por dois aterros que confinam o canal condutor. O canal condutor é revestido no fundo e nas laterais por lajetas em betão, separadas por juntas preenchidas com material betuminoso.



Figura 4.14 – Corte esquemático do dique na margem direita na zona onde ocorreu a rotura, sob a A1 (valores medidos in situ).

De acordo com observação visual *in situ*, os aterros do dique são fundamentalmente constituídos por solos areno-siltosos, possuindo o dique principal (adjacente ao leito principal) uma cortina de impermeabilização em solo argiloso com cerca de 1,0 m de espessura, iniciando-se a cerca de 45 cm abaixo da cota do coroamento. No topo, a camada de impermeabilização prolonga-se para o interior do aterro com forma aproximadamente triangular, numa extensão de cerca de 3,3 m.

De acordo com os valores de projeto da HP (P162), a cota do nível de máxima cheia (NMC) é de 15,29 m e a cota de coroamento de 15,90 m (LCW, 2020), ou seja, o NMC localiza-se cerca de 61 cm abaixo do coroamento, a uma cota ainda protegida pela camada de impermeabilização. No entanto, a folga registada *in situ* entre o NMC e o topo da camada de argila é de apenas cerca de 16 cm, valor significativamente inferior aos 40 cm previstos no projeto inicial (*Hidroprojecto (HP), 1977*<sup>3</sup>).

O talude interior do dique a montante da A1 apresenta vestígios de corte de vegetação, não sendo visível enrocamento, o qual poderá ter sido arrastado durante a cheia e/ou rotura do dique. A jusante da A1 constata-se a existência de vegetação intensa, incluindo árvores de médio porte (Figura 4.15).

<sup>3</sup> Hidroprojecto (HP) (1977). “Regularização do Baixo Mondego – leito Central”. Projeto, Volume 3, Estudos de Hidráulica Fluvial – Tomo I.



Figura 4.15 – Aspeto atual do dique imediatamente a jusante da A1

A Figura 4.16 apresenta um esquema da zona do descarregador 1 em sifão, com capacidade de descarga de  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ , localizado na margem direita imediatamente a montante da A1. A diferença de cotas do coroamento entre o topo exterior do descarregador e o dique principal é de aproximadamente 55 cm. Junto ao descarregador, o talude interior encontra-se revestido com enrocamento.

Destaca-se o facto do coroamento da camada de argila se encontrar a cerca de 20 cm acima da cota do sifão interior, correspondendo esta à altura máxima da lâmina de água permitida nas condições atuais. De facto, níveis de água superiores poderiam induzir fenómenos de erosão no solo arenoso localizado acima da camada de argila, potenciando o risco de rotura do dique. Em síntese, as condições atuais do sifão e do dique aparentam não permitir atingir a carga hidráulica de 0,40 m necessária para o completo escorvamento, conforme descrito no relatório do INAG (2005)<sup>4</sup>: “Os sifões são extremamente similares uns aos outros....Todos possuem ....uma soleira, que funciona em superfície livre até à carga hidráulica máxima de  $H= 0,16\text{m}$ , passando depois a funcionar depressionada.....até ao seu completo escorvamento, que ocorrerá para uma carga de  $H= 0,40 \text{ m}$ ”

---

<sup>4</sup> INAG (2005). “Funcionamento dos sifões dos descarregadores de cheia do leito central do rio Mondego face aos caudais de janeiro de 2001”. N.º do documento: 01.Nt-R-001(0). N.º Contrato: HCN 2747

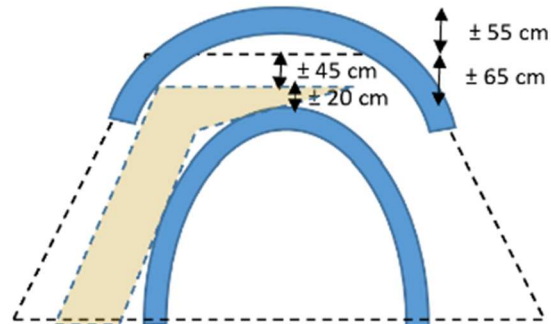


Figura 4.16 – Corte transversal do descarregador (sifão hidráulico) – valores medidos in situ.

#### 4.4.3.2. Levantamento de anomalias prévias

De acordo com a informação descrita no relatório “LCW- Proc. 2020/124” e apesar de alguns trabalhos de reabilitação, os taludes do dique exibiam em 2020 as seguintes anomalias:

1. Erosão ou ravinamento do talude interior ou exterior do dique.
2. Escorregamento localizado do talude interior ou exterior do dique.
3. Abatimentos dos diques com cota de coroamento atual inferior à cota inicial de projeto.
4. Afluência importante de água junto ao pé de talude.
5. Presença de orifícios e cavidades/tocas de animais (toupeiras e/ou lagostins) no talude do aterro, por vezes com sinais de humidade;
6. Erosão localizada junto de infraestruturas existentes;
7. Enrocamento "não aceitável", apresentado sinais de escorregamento de blocos de pedra e/ou erosão.

Importa salientar que, nos troços localizados na planície aluvionar do Baixo Mondego, algumas seções apresentariam, de acordo com o levantamento de 2020, cotas de coroamento muito inferiores às de projetos:

P31: DH = -1,23 m

P36: DH = -1,20 m (Estação elevatória da Foja)

P59: DH = -1,09 m

P61: DH = -1,18 m

Tomou-se, entretanto, conhecimento da existência de um levantamento de 2025 (disponibilizado em 6 de maio), o qual apresenta valores de assentamento genericamente menos gravosos, pelo que os valores anteriormente indicados devem ser interpretados com reserva.

Estas diferenças de cotas, de elevada magnitude, devem-se provavelmente a assentamentos resultantes de fenómenos de consolidação primária e secundária (fluência), potenciados pela fundação do dique estar assente sobre solos moles com elevado teor de matéria orgânica (OM > 9–10%). Estes solos apresentam elevada compressibilidade e baixa permeabilidade, atingindo



no baixo Mondego profundidades significativas, por vezes superiores a 80 m (Coelho, 2000<sup>5</sup>). Convém enfatizar que os assentamentos por consolidação secundária tendem a ocorrer ao longo do tempo, assumindo valores significativos em solos orgânicos. Assentamentos desta magnitude, sobretudo quando não uniformes, tendem a favorecer a fissuração da camada de impermeabilização, potenciando a ocorrência de fenómenos de erosão interna no corpo do dique.

É de notar que, na zona sob a A1, no local da rotura, o dique não apresentava diferenças significativas em relação às cotas de projeto. Deste modo, os resultados sugerem que a rotura ocorrida no troço sob a A1 não parece estar associada a assentamentos induzidos por fenómenos de consolidação.

#### 4.4.3.3. Efeito da vegetação na estabilidade do dique

Tendo em consideração a presença de vegetação intensa nos taludes do dique, desde rasteira até de grande porte, é importante identificar as vantagens e os efeitos adversos em taludes naturais e artificiais, como barragens e diques. No item 4.4.4 analisam-se outros efeitos específicos da vegetação arbórea, para além das suas inter-relações com os diques e com a sua estabilidade.

De um modo geral, a vegetação em taludes naturais pode exercer um efeito benéfico, contribuindo para o aumento da estabilidade dos taludes pelas seguintes razões:

- A vegetação rasteira cria um sistema radicular que agrega as partículas do solo junto à superfície, prevenindo a erosão superficial induzida pelo vento, precipitação e escoamento superficial;
- Árvores de médio e grande porte induzem um emaranhado de raízes de diversas dimensões (diâmetro e comprimento) que promovem o reforço do solo, conectando as camadas mais superficiais com as profundas, contribuindo para o aumento da segurança dos taludes face ao escorregamento global (Mendonça e Silva Cardoso, 1998<sup>6</sup>; Feng et al., 2020<sup>7</sup>);
- O fenómeno de transpiração associados a árvores de médio e grande porte induz o incremento de sucção no solo e consequentemente das tensões efetivas, o que origina o aumento de resistência ao corte do solo e da segurança dos taludes. Importa referir que

---

<sup>5</sup> Coelho, P.A.L.F. (2000). "Caracterização geotécnica de solos moles. Estudo do local experimental da Quinta do Foja (Baixo Mondego)". Tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra.

<sup>6</sup> Mendonça, A.A.; Cardoso, A.S. (1998). "Contribuição da vegetação para a estabilidade de taludes. Parte I – Enquadramento geral". Geotecnia, nº 82.

<sup>7</sup> Feng, S; Liu, H.W.; Ng, C.W.W., (2020). "Analytical analysis of the mechanical and hydrological effects of vegetation on shallow slope stability". Computers and Geotechnics, Volume 118.



as suções tendem a ser anuladas com a saturação dos solos, nomeadamente nas camadas mais superficiais (*Feng et al, 2020*);

- As raízes absorvem a humidade dos maciços terrosos levando à diminuição do teor em água dos solos (*Mendonça e Silva Cardoso, 1998*);
- A vegetação desempenha um papel fundamental na manutenção de ecossistemas ribeirinhos;
- A vegetação cria zonas muito agradáveis proporcionando o desenvolvimento de atividades desportivas e de lazer.

No entanto, a vegetação de médio e grande porte em aterros de barragens e diques apresenta efeitos adversos:

- As raízes penetram nos maciços terrosos promovendo a sua descompressão, alterando as condições de compactação implementadas aquando da sua execução.
- As raízes promovem a abertura de fissuras, sendo este facto potenciado após períodos de vento intenso, em consequência da vibração induzida.
- As raízes em decomposição geram caminhos de infiltração preferenciais (orifícios/fissuras) no aterro.
- A vegetação cria habitats para animais escavadores, gerando orifícios e cavidades (*ASDSO, 2018<sup>8</sup>*);
- As árvores e a vegetação rasteira podem impedir fisicamente o acesso para a inspeção e observação do comportamento do aterro, bem como obstruir os sistemas de drenagem e ocultar problemas estruturais (*ASDSO, 2018*).
- Durante tempestades severas ou ventos fortes, as árvores que crescem nos taludes podem ser derrubadas, causando importantes danos estruturais no aterro, nomeadamente cavidades de grandes dimensões, descompressão das camadas de solo, bem como diminuição da distância de percolação e/ou filtração (*ASDSO, 2018*). Por conseguinte, a natureza imprevisível dos incidentes relacionados com árvores induz riscos adicionais à segurança de obras de aterro.

---

<sup>8</sup> Association of State Dam Safety Officials (ASDSO). (2018). *Uncontrolled vegetation on and around dams can hinder inspection and lead to serious structural damage, significant maintenance costs, and possible failure*. Dam Failures and Lessons Learned. <https://damfailures.org/lessons-learned/uncontrolled-vegetation-on-and-around-dams-can-hinder-inspection-and-lead-to-serious-structural-damage-significant-maintenance-costs-and-possible-failure>.

- A existência de árvores nos taludes interiores de diques aumenta a rugosidade do escoamento e potencia a formação de “barreiras” devido à acumulação de detritos transportados pelo rio. Este facto, diminui a seção útil de escoamento no canal, originando o aumento do nível de água.
- Vegetação lenhosa pode intensificar a erosão superficial devido à concentração de fluxo e aumento de turbulência (ASDSO, 2018).

No caso dos diques do Baixo Mondego, dado as características do aterro, considera-se que os aspetos negativos da existência de vegetação de médio e grande porte no talude interior do dique sobrepõem-se aos efeitos positivos. De facto, as raízes das árvores podem penetrar profundamente no solo e expandir-se em busca de humidade. Quando as raízes atravessam a camada de impermeabilização criam caminhos preferenciais para a percolação, potenciando o aparecimento de fenómenos de erosão interna (“piping”), o que, a ocorrer, constitui uma situação de extrema gravidade para a estabilidade do dique.

Tendo em consideração os aspetos anteriormente mencionados, considera-se que a existência de vegetação rasteira nos taludes interior e exterior do dique é benéfica, dado reduzir os fenómenos de erosão superficial. Também se pode considerar admissível a existência de vegetação de médio porte no talude externo, desde que exista a garantia que as raízes não possuem capacidade de atingir a camada de impermeabilização em argila.

Por outro lado, **a existência de vegetação de médio e grande porte no talude interior sobre o dique não é admissível, dado contribuir para a deterioração das condições estruturais do aterro e potenciar fenómenos de erosão interna no interior do corpo do aterro.** Assim, este tipo de vegetação deve ser cortado e/ou removido, devendo este processo ser realizado de modo a mitigar eventuais danos estruturais no aterro. Complementarmente, as raízes que se encontrem até profundidade superior à camada de impermeabilização devem ser “tritadas”/removidas, e as camadas de solo afetadas devem ser repostas conforme as condições definidas no projeto inicial.

#### 4.4.3.4. Identificação das causas da rotura

Tendo em consideração as características geométricas e geotécnicas do dique do Baixo Mondego, em termos gerais considera-se que uma eventual rotura poderá estar relacionada com a ocorrência de uma ou da ação cumulativa das seguintes situações:

- Formação de uma superfície de deslizamento no talude externo do dique, associada à formação de uma rede de percolação, em regime permanente, correspondente ao NMC. Caso ocorra, trata-se de uma situação extremamente grave, dado existir saída de água do canal;
- Formação de uma superfície de deslizamento no talude interno do dique devido a uma descida rápida do nível de água no interior do canal após um período de cheia. Esta

situação é considerada de menor gravidade, dado a rotura ocorrer quando o nível de água no canal é baixo;

- Erosão do talude interno provocada pelo escoamento de água no interior do canal, que poderá levar ao arraste de materiais do aterro. Esta situação é grave caso a extensão das camadas afetadas seja elevada e a camada de impermeabilização seja comprometida;
- Galgamento do dique principal com erosão superficial do talude, situação que pode ocorrer caso o NMC ultrapasse a cota do topo da camada de impermeabilização em argila (ver Figura 4.14). Este processo é extremamente grave, uma vez que induziria um processo de erosão regressivo e progressivo;
- Subida de água acima do topo das lajetas do canal condutor, originando erosão dos taludes deste canal;
- Erosão interna (“piping”) no corpo do aterro devido a orifícios ou fissuras na camada de impermeabilização, ou à passagem de percolação sob esta camada. Trata-se de uma situação de extrema gravidade, dado que corresponde a um processo erosivo regressivo que evolui do talude exterior para o interior do aterro. Os Vídeos #2 e #3, assim como a Figura 4.17, ilustram fluxos expressivos de água a sair pelas juntas das lajetas, indiciando a ocorrência de um processo de erosão interna. No troço junto ao Centro Hípico de Coimbra, observou-se o mesmo fenómeno, o qual originou o remeximento e descompressão do solo sob as lajetas, levando ao seu colapso.



Figura 4.17 – Fluxos de água nas juntas do canal sob a A1 na margem esquerda

No caso específico do troço do dique sob a ponte da A1, salientam-se os seguintes pontos, alguns para além do contexto geotécnico:

- As imagens recolhidas pelos meios de comunicação social (Vídeos #4, #5 e #6), ilustradas na Figura 4.18, parecem indicar que a rotura do dique teve início precisamente sob a ponte da A1, numa zona desprovida de vegetação de médio e grande porte



a)



b)

Figura 4.18 – Imagens do início da rotura do dique. a) vista sob a ponte (Fonte: <https://www.facebook.com/watch/?v=826645787104038>) ; b) vista lateral da ponte (Fonte: SIC notícias, <https://www.facebook.com/watch/?v=1821969935153041>)

- Descarga dos tubos de queda provenientes da drenagem do pavimento sobre o dique (Figura 4.19), potencializando o arraste de solo e consequente fragilização do corpo do aterro;



Figura 4.19 – Tubo de queda da ponte da A1.

- Durante a cheia, os pilares da ponte retêm árvores/detritos arrastadas pela corrente (Figura 4.20), criando barreiras que elevam o nível de água neste troço do canal.
- Os pilares de pontes induzem a erosão no fundo e nos taludes por força de um aumento da velocidade e da turbulência da água ao redor dos pilares. Os possíveis efeitos dos pilares de pontes na erosão fluvial são escavações a montante dos pilares (decorrentes de erosão local por formação de vórtices), erosão em consequência da redução da área da seção transversal útil do rio (com aumento da velocidade do escoamento), erosão resultante da turbulência provocada pela singularidade localizada (aumento do nível da água a montante), etc.
- As obras de execução da ponte, nomeadamente o acesso de maquinaria pesada ao interior do canal para execução das estacas da fundação da ponte, poderão ter fragilizado/danificado o aterro dos diques nesta zona, particularmente a camada de impermeabilização em argila.
- Existência de pilares da ponte implantados no interior do canal condutor, o que diminui a capacidade de escoamento deste canal.



Figura 4.20 – Detritos acumulados nos pilares da ponte após cheia.

Considerando estes elementos, julga-se que a rotura do dique sob a ponte da A1 poderá estar relacionada com a ação cumulativa de:

- Fenómeno de erosão interna, em consequência de eventual fragilização/danificação do aterro neste local, nomeadamente originado por fissuras ou orifícios na camada de impermeabilização de argila.
- Ação erosiva superficial resultante da descarga direta dos tubos de queda sobre o corpo do aterro;
- Aumento local da cota do nível de água devido a vários fatores, como o aumento da rugosidade do canal pela presença de vegetação não rasteira nos taludes internos, acumulação de detritos nos pilares da ponte e nas árvores existentes no talude interno, etc.

**Em relação especificamente à situação de rotura verificada sob a A1, recomenda-se que as possíveis interações entre o viaduto da A1 e o leito do rio sejam devidamente estudadas, equacionando soluções que possam minorar os efeitos adversos listados. Em qualquer caso, o reforço estrutural dos diques sob a A1 deve ser equacionado.**

#### *4.4.3.5. Recomendações do ponto de vista geotécnico*

Face ao exposto nos pontos anteriores, e considerando as características geotécnicas do dique, recomenda-se a implementação das seguintes medidas nos diques do Baixo Mondego:



**i. Características do dique**

- Alçamento dos diques de forma a repor as cotas indicadas no projeto inicial, acrescidas de um alçamento adicional (já referido em 4.4.2) para compensar:
  - O aumento expectável de caudal afluente, induzido pelas alterações climáticas;
  - Fenómenos de consolidação primária, induzido pelo alçamento dos aterros;
  - Consolidação secundária para um horizonte de 50 anos, dado que este fenómeno tende a ocorrer ao longo do tempo, assumindo valores significativos na presença de solos moles com elevado teor em matéria orgânica.
- Alçamento do aterro, nomeadamente da camada de argila, na zona do descarregador em sifão (junto à A1), de forma a permitir a ocorrência de uma lâmina de água de 40 cm, necessária para o escorvamento completo do sifão;
- No estabelecimento da folga útil deve ser considerado a diferença de cotas entre o NMC e o topo da camada de argila, ao invés da cota de coroamento. De facto, se o NMC ultrapassar a cota do topo da camada de argila é expectável a ocorrência de erosão da camada superficial do dique (constituída por solos arenosos), o que poderá levar à rotura do dique;
- Reposição do revestimento (enrocamento ou vegetação rasteira) do talude interior, em conformidade com as condições definidas no projeto inicial;

**ii. Vegetação**

- Proceder ao corte e remoção da vegetação de médio e grande porte sobre o dique e talude interior, com acompanhamento técnico especializado, de forma a mitigar eventuais danos estruturais no aterro, como orifícios de grandes dimensões e descompressão das camadas de solo. Adicionalmente preconiza-se a “trituração”/remoção das raízes até uma profundidade superior à camada de impermeabilização, com posterior reposição das camadas de solo afetadas de acordo com as condições definidas no projeto inicial;
- Promover a existência de vegetação rasteira nos taludes interior e exterior do dique para reduzir os fenómenos erosivos superficiais;
- Manter a vegetação de médio porte no talude externo do dique, apenas se for garantido que as raízes não atingem a camada de impermeabilização em argila;
- Refechamento dos orifícios existentes no talude, causados por raízes ou animais, com materiais e nas condições definidas no projeto inicial.



iii. **Mitigação de fenómeno erosivos**

- Impedir a descarga direta e descontrolada de água proveniente de tubos de queda provenientes da drenagem do pavimento de obras de arte sobre o corpo do aterro, canalizando a água para locais afastados do aterro.
- Garantir que o nível de água no canal se mantém a uma cota inferior ao topo da camada de impermeabilização em argila;
- Nos locais onde se observaram fluxos de água significativos a atravessar o aterro durante o período de cheia, deve ser verificada a integridade da camada de argila e repostas as camadas de aterro afetadas de acordo com as condições iniciais, uma vez que este fenómeno pode induzir a “lavagem” dos “finos” do solo, alterando as características originais.

iv. **Monitorização do comportamento**

- Monitorizar as cotas dos aterros para avaliação dos assentamentos por consolidação secundária, com periodicidade anual. Após alteamento dos aterros, recomenda-se a monitorização mensal dos assentamentos para controlo das deformações induzidas por consolidação primária.
- Instrumentar diversos perfis em cada margem, sobretudo nas zonas com histórico de roturas de taludes, com piezómetros de tubo aberto (tipo “Casagrande”), permitindo avaliar a percolação no interior do maciço durante o período de cheias e antecipar eventuais roturas.

v. **Campanha de prospeção geotécnica complementa**

- Considerando que ambas as cheias de 2019 e 2026 provocaram a rotura do dique no troço sob a A1, o que evidencia a existência de uma fragilidade/danificação desta zona, recomenda-se a realização de uma campanha de prospeção geotécnica para avaliação das características do local, a qual deverá incluir ensaios *in situ* e recolha de amostras para ensaios laboratoriais, com vista à caracterização mecânica (resistência e compressibilidade) e hidráulica (permeabilidade) dos materiais do aterro e solo de fundação;
- Levantamento altimétrico do fundo do rio no troço da A1 para avaliação da seção útil de escoamento neste troço do leito do rio.

4.4.3.6. *Outras recomendações*

Ainda que não correspondam a intervenções específicas no domínio geotécnico, entende-se oportuno recomendar, em complemento, o seguinte:



- Redefinição da geometria dos pilares das obras de arte, substituindo conjuntos de pilares isolados por um único pilar retangular em cada alinhamento, para reduzir a capacidade de retenção de detritos durante as cheias;
- Remoção dos pilares implantados no interior do canal condutor, ou o alargamento do canal condutor nesta zona, poderão mitigar o efeito dos pilares que atualmente se observa.

#### Vídeos auxiliares

Situação antes da rotura:

Vídeo #1: <https://www.sabado.pt/video/detalhe/veja-como-e-e-onde-fica-o-dique-do-mondego-em-risco-de-colapso>

Imagens da percolação nas juntas sob A1 (margem esquerda):

Vídeo #2: <https://www.facebook.com/watch?v=1639433497222069>

Vídeo #3: [https://www.youtube.com/watch?v=iQ9J\\_w\\_2AEk&t=14s](https://www.youtube.com/watch?v=iQ9J_w_2AEk&t=14s)

Rotura do dique sob o tabuleiro da ponte da A1:

Vídeo #4: <https://www.facebook.com/watch/?v=826645787104038>

Vídeo #5: <https://www.facebook.com/watch/?v=1821969935153041>

Vídeo #6: [https://www.youtube.com/watch?v=y5ixhl2V\\_yM](https://www.youtube.com/watch?v=y5ixhl2V_yM)

#### 4.4.4 Desarborização do leito central

O leito central do rio Mondego não corresponde, na maior parte do seu traçado, a uma linha de água natural. É um canal artificial, uma obra de engenharia, que deve responder prioritariamente a requisitos técnicos.

Contudo, constata-se que, atualmente, existe significativa arborização no leito do rio (para além da que existe nos taludes dos diques, anteriormente referida), com arbustos e árvores de grande porte, como se pode confirmar nas Figuras 4.21. e 4.22. Esta arborização não foi prevista no projeto da obra, que considerou apenas a existência de vegetação rasteira nas margens, tendo implicações nas condições hidráulicas do escoamento, para além de efeitos na estabilidade dos diques, como referido na secção anterior.



Figura 4.21 – Árvores de grande porte no talude entre o leito menor e o leito maior



Figura 4.22 – Densa arborização no leito central

Um dos parâmetros fundamentais para o projeto de um canal com escoamento com superfície livre é a rugosidade, parâmetro que traduz as irregularidades, saliências e imperfeições nas paredes e fundo, causadas pelo tipo de material de revestimento (betão, terra, pedra, etc.) ou



pela vegetação. A rugosidade traduz a resistência física ao escoamento de água, sendo importante notar que influencia diretamente a velocidade e a altura de água no canal.

A forma habitual de quantificar a rugosidade de um canal é através do coeficiente de Manning ( $n$ ). No projeto do leito central foi adotado pela Hidroprojecto um valor ponderado próximo de  $n = 0,030$ , o que significa que o equilíbrio hidráulico e o funcionamento adequado do canal só são alcançados para este valor de rugosidade. Este valor foi fixado tendo em atenção um leito já envelhecido e estabilizado, com vegetação rasteira.

Para manter este coeficiente de rugosidade, torna-se necessário, portanto, proceder regularmente a limpezas e cortes de vegetação arbustiva e arbórea. Permitindo-se um acréscimo na rugosidade, uma das consequências será, para um mesmo caudal, um escoamento com maior altura de água.

Num estudo realizado pelo LNEC em 2012 (*LNEC, Estudo das inundações do rio Mondego a jusante da confluência do Ceira, 2012*) refere-se que foram feitas simulações para o leito central admitindo um aumento de rugosidade de (apenas) 10%, as quais conduziram a uma diferença de cotas até 30 cm em relação ao cenário de referência. Se se atender a que o coeficiente de rugosidade de um canal com vegetação arbustiva e arbórea pouco densa pode variar entre 0,050 e 0,080 (*LNEC, 2012*), facilmente se pode deduzir o impacto que a existência de árvores no leito do canal pode ter nas alturas de escoamento.

Assim os graves inconvenientes da existência de arborização no interior do canal não se reduzem ao seu contributo negativo para a estabilidade dos taludes, mas contribui também para o aumento das alturas do escoamento, ampliando os riscos de transbordamento e rotura dos diques. No caso de eventos extremos de vento, por exemplo (cuja frequência e intensidade têm vindo a crescer em anos recentes e irão por certo aumentar no futuro), existem condições agravadas para o derrube de árvores de grande porte, o qual pode provocar danos extensos e relevantes no revestimento das paredes e/ou do fundo do canal pelo arranque de raízes. Por outro lado, mesmo que não se verifique o derrube de árvores, a simples queda de ramos mais frágeis ou apodrecidos pode contribuir para a colmatação das grelhas dos sifões (e de outros órgãos do sistema) impedindo o seu correto funcionamento.

A existência de árvores no canal pode agravar a erosão dos taludes e dos leitos, em resultado da turbulência gerada (vórtices “em ferradura”, vórtices de esteira, etc.). Alguns autores acrescentam outro tipo de desvantagens no que se refere à existência de árvores de folha caduca neste tipo de canais, como sejam a queda das folhas no outono, prejudicando a qualidade da água, a sombra produzida na primavera e no verão que restringe o crescimento da vegetação rasteira, etc. (Figura 4.23).

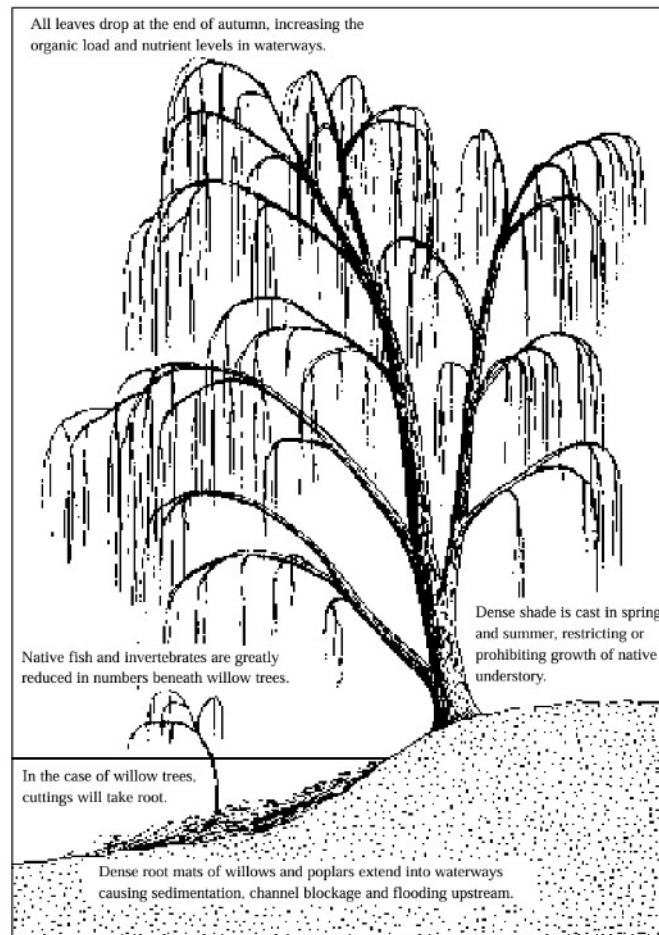


Figura 4.23 - Efeitos das árvores de folha caduca nos cursos de água. [Fonte: *Water and Rivers Commission, Water Notes WN25, Waterways WA Program, January 2002, Australia. ISSN 1441-3345*]

A principal vantagem da existência dessas árvores de grande porte pode ser acolhida na perspetiva ambiental e paisagística. No entanto, existindo faixas de domínio público laterais ao leito do rio ou do canal, era nessas faixas que se poderia considerar esse tipo de vegetação, de forma a não comprometer o bom funcionamento da obra.

**Recomenda-se, portanto, a remoção urgente desta arborização e, como medida de compensação ambiental e paisagística, uma plantação de espécies autóctones ou ambientadas nas faixas de domínio público hídrico laterais à obra.** É importante notar, contudo, que tendo sido permitido o crescimento de diversas árvores até alcançarem elevado porte, o seu abate implica agora intervenções complexas. O simples corte superficial não pode ser considerado, dado que o posterior apodrecimento das raízes pode criar instabilidades e a



formação de cavidades no leito ou nas margens. O procedimento correto implica cortes profundos (pode estimar-se uma profundidade mínima de corte de 0,50 metros) com reconstrução e reposição do leito ou margens nas condições inicialmente previstas no projeto (aspeto já salientado no item 4.4.3).

Em reforço da recomendação anterior, pode salientar-se que existem diversos estudos científicos onde os diversos problemas decorrentes da existência de árvores em linhas de água estão bem documentados<sup>9</sup>.

#### 4.5 Incremento de medidas preventivas e articulação entre entidades

Independentemente das causas do evento de 2026 e das correções ou adaptações que venham a ser implementadas visando mitigar as suas consequências, o aumento da frequência e da intensidade dos desastres coloca desafios crescentes à proteção civil, exigindo que a sua atuação seja cada vez mais articulada entre os diferentes intervenientes. Assim, é importante que a coordenação interinstitucional, o investimento em prevenção e mitigação, a capacitação técnica dos agentes locais e o envolvimento ativo das populações sejam incrementados e estejam em perfeita articulação.

Neste sentido, as autarquias, bem como as Juntas de Freguesia, por serem um órgão de maior contacto e proximidade junto da população, desempenham um papel fundamental na proteção civil.

A Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva 2030 reconhece que as freguesias são um elo fundamental na cadeia da proteção civil preventiva, atuando como peça de ligação entre as diretrizes nacionais e a realidade local. Em especial no Baixo Mondego, a sua intervenção é, assim, essencial para a sensibilização, a prevenção, a preparação e a resiliência das comunidades face aos diversos riscos existentes no território nacional.

O Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia, que foi desenvolvido pela ANEPC no âmbito da publicação do caderno técnico n.º 31, é uma ferramenta essencial que sistematiza atividades que podem ser desempenhadas pelo patamar local em prol da proteção e segurança

---

<sup>9</sup> Ruiz-Villanueva V, Díez-Herrero A, Bodoque J, Bladé E. Large wood in rivers and its influence on flood hazard. CIG [Internet]. 2014 Mar. 6 [cited 2026 Apr. 4];40(1):229-46. Available from:

<https://publicaciones.unirioja.es/ojs/index.php/cig/article/view/2523>.

Dudley, S.J., Fischenich, J.C. and Abt, S.R. (1998), Effect of woody debris entrapment on flow resistance. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 34: 1189-1197.

<https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1998.tb04164.x>

Zhang, N., Rutherford, I., & Ghisalberti, M. (2020). Effect of instream logs on bank erosion potential: a flume study with a single log. *Journal of Ecohydraulics*, 5(1), 43–56.

<https://doi.org/10.1080/24705357.2019.1634499>.



de pessoas e bens, e faz referências a boas práticas implementadas ao nível das freguesias nos domínios da prevenção, preparação, sensibilização e resposta a emergências.

Por outro lado, a CIM-Região Coimbra elaborou em 2017, o Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações Climáticas da Comunidade Intermunicipal - Região de Coimbra (PIAAC-CIM-RC), um instrumento de planeamento estratégico e técnico que visava preparar os 19 municípios da CIM-RC para os desafios colocados pelas alterações climáticas.

Assim, considera-se importante destacar as quatro fases do ciclo da emergência: prevenção (mitigação), preparação, emergência (socorro) e reabilitação (recuperação).

Desta forma, apresentam-se as seguintes medidas (Tabelas 4.2 a 4.4)<sup>10</sup>:

---

<sup>10</sup> Adaptado de Marques, C. R. de M. (2025). *O papel das Juntas de Freguesia na atividade de Proteção Civil: Caso de estudo do concelho de Montemor-o-Velho* (Dissertação de mestrado). ISCIA – Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração. <http://hdl.handle.net/10400.26/62131>



Tabela 4.2 – Medidas de mitigação

<b>Prevenção (mitigação)</b>	
<b>Medidas</b>	<b>Documento de apoio</b>
Colaborar com o Serviço Municipal de Proteção Civil (SMPC) em ações de prevenção e avaliação de riscos e vulnerabilidades	al. a), do art.º 7º da Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro
Colaborar com o SMPC em ações de sensibilização e informação pública	al. b), do art.º 7º da Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro
Revitalizar as iniciativas e parcerias locais de base voluntária para apoio às atividades de proteção civil, no âmbito do planeamento e prevenção	Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva 2030
Implementar programas-piloto de proximidade para incremento na cultura de segurança e resiliência das populações	Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva 2030
Incentivar a prática de exercícios e simulacros em edifícios do setor privado e público, visando a criação de uma cultura de resiliência nos seus ocupantes	Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva 2030
Identificar situações de risco de âmbito local (ex.: situações de obstrução de linhas de água, edifícios degradados ou em risco de colapso, locais com degradação do espaço florestal) e elementos expostos associados	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Proceder ao levantamento de períodos em que existe maior população flutuante (ex.: devido à realização de festas populares ou à presença de emigrantes, turistas, campistas, praticantes de cicloturismo ou pedestrianismo)	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Identificar vulnerabilidades sociais (ex.: cidadãos com incapacidades físicas ou outras, população isolada, crianças, idosos)	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Identificar locais de hospedagem de animais e explorações pecuárias que requeiram atenção especial, em contexto de evacuação ou confinamento	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia



Identificar estradas e caminhos municipais em mau estado que possam constituir um fator de risco ou ser um obstáculo ao desenrolar de operações de socorro	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Realizar ações de mitigação do risco (ex.: limpeza de valetas, aquedutos e linhas de água, reabilitação/manutenção da rede viária, limpeza de áreas florestais, criação de faixas de gestão de combustível)	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Colaborar na divulgação de avisos (ex.: porta-a-porta) e na informação pública às populações (ex.: usando os seus canais e redes de proximidade, incluindo as redes sociais, que melhor se adaptem às características locais)	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Criar uma rede local de divulgação de informação, com os contactos dos locais de frequência pública que possam ser utilizados para a difusão de mensagens de sensibilização que poderão ser utilizados para disseminar informação sobre os comportamentos mais adequados para evitar os riscos com relevância local	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Realizar ações de sensibilização e informação direcionadas para grupos etários específicos ou para áreas geográficas mais vulneráveis, numa lógica de educação para o risco e para a autoproteção	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Apoiar o SMPC na execução de ações ao nível escolar, fomentando a ação pedagógica dos Clubes de Proteção Civil	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Promover o contacto com comunidades religiosas para realização de ações de divulgação nos cultos religiosos ou utilização das suas estruturas para difusão de avisos à população	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Sinalizar e divulgar informação acerca de rotas de evacuação e pontos de encontro, definidas nos planos de emergência de proteção civil	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia



Tabela 4.3 – Medidas de preparação

<b>Preparação</b>	
<b>Medidas</b>	<b>Documento</b>
Colaborar com a autoridade municipal de proteção civil na iminência ou ocorrência de acidente grave ou catástrofe	al. y), n.º 1, do art.º 16º do Regime Jurídico das Autarquias Locais (RJAL)
Estabelecer formas de cooperação com entidades públicas ou privadas	al. j), n.º 1, do art.º 9º do RJAL
Administrar e conservar o património da freguesia e elaborar e manter atualizado o cadastro dos bens móveis e imóveis propriedade da freguesia	al. ii) e jj), do n.º 1, do art.º 16 do RJAL
Em função dos riscos existentes na respetiva área geográfica, podem deliberar a existência de Unidades Locais de Proteção Civil, fixando a respetiva constituição e tarefas, mediante parecer vinculativo das CMPC respetivas	n.º 1, do art.º 8º da Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro
Promover cursos dirigidos aos técnicos das freguesias no âmbito da preparação para catástrofes e o apoio à decisão	Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva 2030
Todos os serviços e organismos (incluindo as JF) que obtenham informações, diretamente ou por comunicação de terceiros, sobre elementos considerados fundamentais para efeito de tomada de medidas de proteção civil, devem transmitir tais informações, no mais curto intervalo de tempo possível, à comissão municipal de proteção civil do município a que elas se reportem	art.º 17º da Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro
Apoiar o SMPC na elaboração ou revisão do Plano Municipal de Emergência de Proteção Civil	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Estabelecer redes de parcerias com atores locais, jardins de infância, escolas, academias seniores, movimento escutista e tecido empresarial	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia



Promover a criação e organização de grupos de voluntários locais, dotando-os de meios de intervenção básica inicial e salvaguardando a sua formação para que possam atuar em segurança, num contexto voluntário responsável e autodisciplinado	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Promover ações de formação para os funcionários das freguesias sobre diversas temáticas, tais como primeiros socorros/suporte básico de vida, comportamento em caso de catástrofes, evacuação, concentração e transporte de pessoas, planeamento e gestão de emergência	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Identificar recursos destinados a auxiliar deslocados/desalojados	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Identificar meios de transporte que possam ser utilizados em ações de evacuação das populações	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Elaborar planos de evacuação, aquando da realização de eventos ao nível da freguesia	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Apoiar os dispositivos municipais de carácter preventivo	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Apoiar a realização e participar em exercícios e simulacros, envolvendo as comunidades locais	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Ministrar formação específica às comunidades locais de modo a capacitá-las para as ações imediatas a desempenhar após um acidente grave ou catástrofe	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia



Tabela 4.4 – Medidas de emergência

<b>Emergência</b>	
<b>Medidas</b>	<b>Documento</b>
Colaborar com o SMPC no apoio à gestão de ocorrências, conforme previsto no respetivo plano municipal de emergência de proteção civil e nos planos municipais especiais de proteção civil	al. c), do art.º 7º da Lei n.º 65/2007, de 12 de novembro
Colocar em prontidão e, se necessário, pré-posicionar a maquinaria e equipamentos existentes na JF para apoio às operações, em complemento aos dispositivos municipais	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Acompanhar ocorrências de forma proativa, de modo a antecipar consequências gravosas para a população	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Envolver elementos para reconhecimento e orientação no terreno de forças que estejam a atuar em reforço e não estejam familiarizadas com o terreno	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Disponibilizar elementos para ações de avaliação e reconhecimento de danos (em particular em redes de fornecimento de serviços essenciais e em equipamentos públicos) e para ações de orientação no terreno de forças externas ao município	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Constituir locais para apresentação de voluntários preparados para acorrer a situações de acidente grave ou catástrofe	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Colaborar na distribuição de alimentação, água potável e agasalhos à população e às forças de proteção e socorro	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Colaborar com as câmaras municipais na sinalização das estradas e caminhos municipais danificados ou encerrados, bem como na sinalização das vias alternativas, no respetivo espaço geográfico	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia



Colaborar com as câmaras municipais na limpeza de valetas, aquedutos e linhas de água, na desobstrução de vias, nas demolições e na remoção de destroços e na estabilização/reparação infraestruturas danificadas, no respetivo espaço geográfico	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Apoiar a realização de ações de apoio psicossocial às vítimas e seus familiares	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Apoiar ações de evacuação e regresso das populações e dos animais domésticos e colocar meios próprios à disposição da evacuação das populações com necessidades especiais	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Coordenar ou constituir-se como postos locais de recenseamento de voluntários para atuação imediata de emergência	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Empregar e controlar o pessoal voluntário não especializado	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Promover ações destinadas à obtenção, recolha, armazenamento e distribuição de dádivas/donativos	Manual de Proteção Civil para Autarcas de Freguesia
Mobilizar os meios próprios disponíveis para apoio às operações de proteção civil	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil
Promover a identificação dos munícipes que, devido a incapacidade física ou ao local de residência, necessitam de especial atenção quanto aos avisos, à informação prestada e ao emprego de meios especiais em caso de evacuação	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil
Apoiar as ações de instalação e gestão dos centros de acolhimento provisório e proceder ao registo das famílias e dos munícipes aí instalados	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil
Constituir e coordenar postos locais de recenseamento de voluntários	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil
Apoiar as forças de segurança na evacuação das populações	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil
Colocar meios disponíveis à disposição da evacuação das populações com necessidades especiais	Plano Municipal de Emergência e Proteção Civil



Em resumo, **recomenda-se uma atuação cada vez mais articulada na proteção civil, com forte coordenação entre as entidades, investimento na prevenção e envolvimento ativo das populações. As Autarquias e Juntas de Freguesia, devem ter um papel fundamental, especialmente pela sua proximidade às comunidades, sendo um elo essencial entre as orientações nacionais e a realidade local, como reconhecido na Estratégia Nacional para uma Proteção Civil Preventiva 2030.**

A cultura de segurança das populações é um elemento essencial para a redução de danos em situações de acidente grave ou catástrofe. Esta cultura constrói-se através da sensibilização contínua, da educação para o risco e da promoção de práticas como a participação em exercícios e simulacros, o conhecimento de planos de evacuação e a adoção de medidas de autoproteção. Assim, populações mais informadas e preparadas tornam-se mais resilientes, capazes de responder adequadamente a situações de emergência e de colaborar eficazmente com as autoridades de proteção civil.



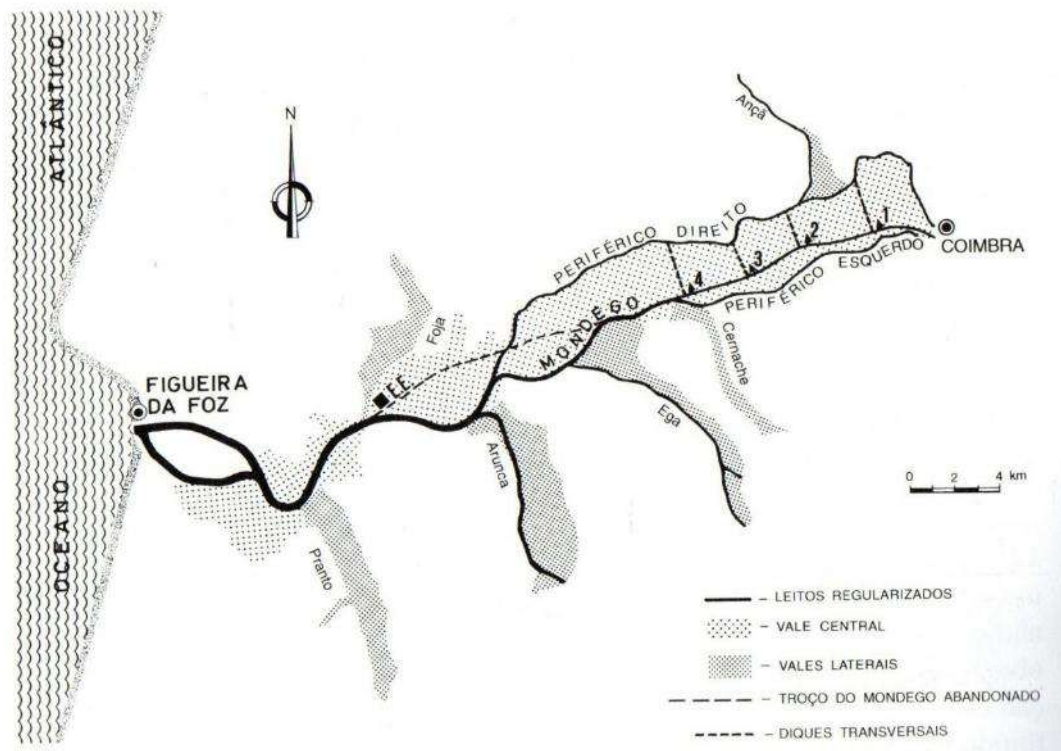


Figura 4.2 – Localização das estruturas de descarga controlada e campos a inundar (Fonte: A. Lencastre, *Hidráulica Fluvial e Agrícola*, 2004)

Atualmente existe ampla intercomunicação entre os campos (por vias de acesso, etc.), pelo que, em caso de descargas temporalmente significativas, toda a área entre o leito central e o leito periférico direito é inundada (cerca de 4.600 ha). Por força de um sifão existente na confluência destes dois leitos (ao qual acresce um dique fusível construído posteriormente) a inundação estende-se facilmente para jusante, toda a área envolvente da Ereira (cerca de 1.900 ha).

Em estudos anteriores que analisaram as cheias significativas observadas em anos recentes, a instalação de estruturas de descarga complementares não foi proposta, o que se compreende, desde logo, por alterar a conceção do projeto inicial, implicando modificações na distribuição de caudais e no dimensionamento e desenho de diversos troços do rio. Por outro lado, face à situação descrita no parágrafo anterior, pode concluir-se que possíveis áreas adicionais, para além das previstas no projeto inicial, são já inundadas com o funcionamento das atuais estruturas e o incremento das descargas poderia agravar os riscos de inundação nas zonas urbanas limítrofes da bacia.

A solução deverá passar, assim, por um maior controlo das descargas a montante, no sistema da Agueira, e por um eventual reforço de estruturas, em especial o alteamento dos diques do leito

central. Contudo, deve ser salientada a situação de risco iminente de galgamento de diques existentes na margem direita do leito periférico direito, que foi observada nas recentes inundações, no troço em que protegem manchas populacionais significativas ali existentes, como o lugar de Casal Novo do Rio. **Esta situação recomenda, com brevidade, o reforço desses diques, independentemente do alteamento dos diques do leito central.**

Uma referência deve também ser feita à estação elevatória da Foja, que apresenta alguns problemas que exigem intervenção urgente. Desde logo, é necessário repor a capacidade de elevação inicialmente prevista no projeto, embora se deva salientar que os grupos elevatórios visavam, no projeto inicial, o enxugo da margem direita naquele local, em particular o desaguamento do Foja no leito central, e não a drenagem da zona em situações de inundação como as anteriormente referidas. Contudo, é evidente que esses grupos podem dar um contributo relevante para essa drenagem. Outro problema que se observa é a elevada e visível percolação sob o edifício da estação elevatória, situação que também se torna necessário corrigir com brevidade.

**As situações anteriormente referidas não invalidam, contudo, que não sejam consideradas algumas soluções de menor escala, mas que podem contribuir, ainda que de forma reduzida, para a mitigação do problema.** Uma dessas soluções é a possibilidade de considerar, como terreno alagável em situações de eventos extremos, um campo imediatamente a jusante do cruzamento do leito central com a A17 (Figura 4.3). Este terreno não é geralmente inundado nas cheias do Mondego, mas, nos eventos de fevereiro de 2026, foi aberta uma pequena ligação a partir dos terrenos alagados a montante, na envolvente da Ereira, o que contribuiu para acelerar a descarga para o Mondego dos volumes acumulados nesses terrenos.

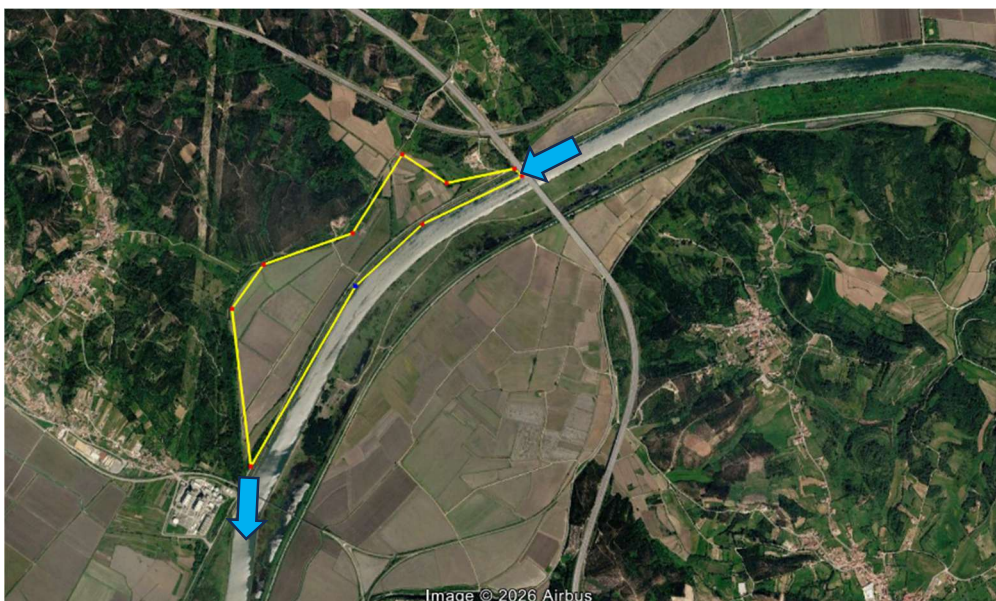


Figura 4.3 – Área alagável a jusante do cruzamento com a A17.



Este terreno tem uma área relativamente reduzida, inferior a 100 ha. Em qualquer caso, pode ser de interesse considerá-lo como área alagável adicional, tanto mais que pode contribuir para canalizar mais rapidamente para o rio Mondego as águas que se acumulam na envolvente da Ereira, promovendo o seu esvaziamento com maior rapidez (embora se admita que essa descarga deva ser controlada, pois o estrangulamento a jusante pode potenciar erosões).

**Outras áreas que podem ser consideradas respeitam a alguns terrenos adjacentes aos rios Arunca e Ega, perto da sua desembocadura, com áreas significativas. Embora estes campos não permitam receber diretamente descargas do Mondego (e sejam já inundados em algumas situações), podem ter um papel mais relevante no amortecimento dos caudais que afluem a este rio, por força do armazenamento que podem promover.**

No caso do rio Arunca, foram realizadas obras para a sua regularização fluvial, que aguardam finalização. Contudo, na opinião do Município de Soure, alguns dos descarregadores laterais previstos nesta obra de regularização (em particular para a margem esquerda), funcionaram tardiamente nas recentes inundações, tendo o Município de Soure atribuído o alagamento a montante verificado no parque urbano de Soure (Parque dos Bacelos) a essa aparente deficiência.

Considera-se que a situação deve ser esclarecida e que o projeto desta obra de regularização deve ser revisitado (considerando, eventualmente, novos descarregadores para os amplos terrenos na margem esquerda, cujo alagamento se considera admissível). Acresce a estas considerações a necessidade de rever a solução de passagem da água sob a ponte rodoviária da EN 341, que constitui atualmente um estrangulamento significativo.

Na Figura 4.4 indicam-se as áreas inundáveis admitidas na margem esquerda (aproximadamente 1.000 ha), considerando-se que as descargas devem ser minimizadas para a margem direita, tendo em vista a necessidade de proteção da localidade de Vila Nova de Anços. Nesta margem, a reduzida capacidade de drenagem dos campos para o rio Mondego carece também de redimensionamento.

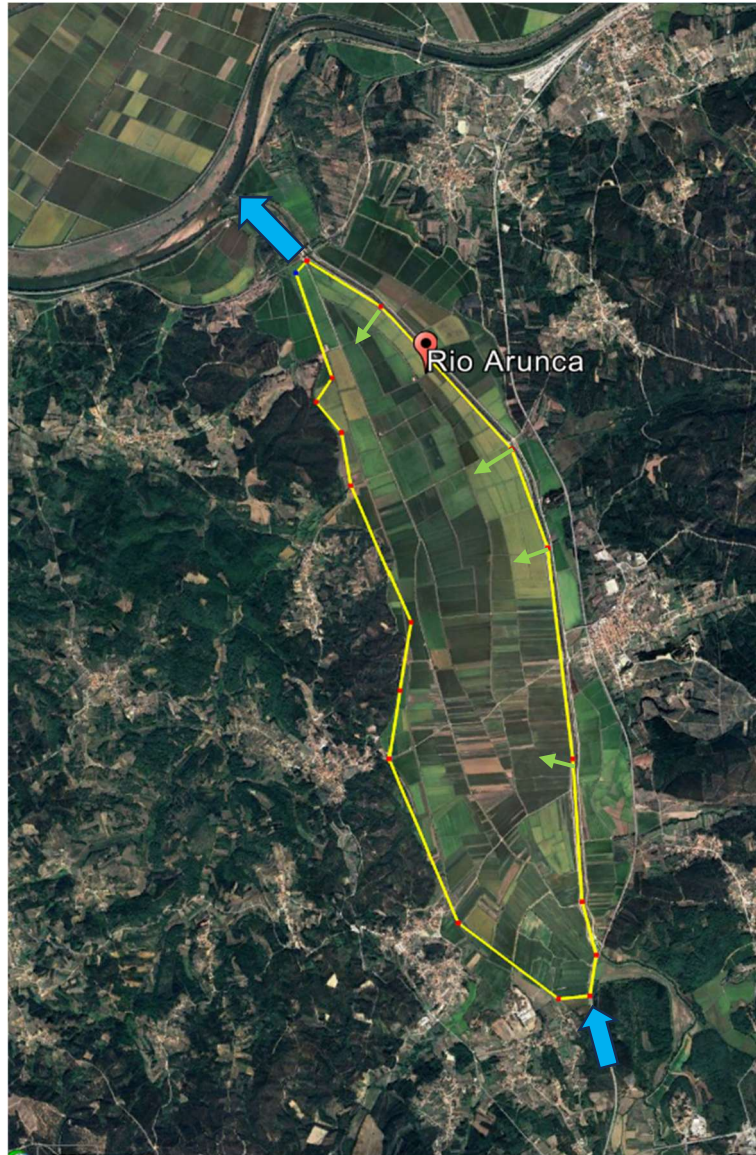


Figura 4.4 – Áreas alagáveis na margem esquerda do rio Arunca

Situação análoga se verifica em relação ao rio Ega. Estão previstas também obras de regularização fluvial neste rio, sendo possível identificar também áreas alagáveis, situadas, neste caso, na margem direita (Figura 4.5). Note-se que, neste caso, existe sobretudo a necessidade de defesa contra cheias provocada pelo regolfo do rio Mondego. Esta obra de regularização, com as devidas estruturas laterais de descarga, poderá eventualmente contribuir também para minorar as inundações que afetam a estação de Alfarelos, com efeitos negativos significativos na circulação ferroviária na Linha do Norte, em situações de cheia agravada no rio Mondego

(embora a solução ideal neste caso seja, obviamente, a subida da plataforma). As áreas inundáveis assinaladas totalizam cerca de 300 ha.

Embora fora do tema do presente item, deve recordar-se a necessidade de concluir a regularização de outros afluentes ao rio no Baixo Mondego, como o Pranto, a ribeira de Ançã, etc.



Figura 4.5 - Áreas alagáveis na margem direita do rio Ega



## 6 CONTRIBUTOS PARA O MODELO DE GOVERNAÇÃO

### 6.1 Introdução

O plano de aproveitamento hidráulico da bacia do Mondego teve a sua génese nos anos 60 e, desde o início, a necessidade de um modelo adequado de governança (ou cogestão) foi considerada como uma componente indispensável do plano. Contudo, apesar de as principais obras estruturas do aproveitamento terem sido concluídas nos anos 80, a implementação do modelo de governança foi sendo sucessivamente postergada, não se encontrando ainda implementado.

Esta situação revela-se particularmente perniciosa sob diversos aspetos, em particular no que se refere à mobilização dos meios técnicos e financeiros indispensáveis à adequada manutenção e exploração deste sistema de fins múltiplos, acarretando elevados riscos económicos, sociais e políticos. No âmbito da auscultação feita aos diversos utilizadores atuais para a preparação do presente Relatório, foi manifesta a concordância de todos no sentido de que esse modelo avançasse o mais rapidamente possível, embora com condições subjacentes, essencialmente:

- a) A sede social e o centro de operações da estrutura de cogestão serem localizados no território;
- b) A sua constituição ser precedida de um estudo de sustentabilidade financeira do sistema devidamente ponderado e que mereça concordância generalizada dos beneficiários, em particular no que se refere às participações dos utilizadores, as quais deverão refletir adequadamente a proporção dos benefícios e sopesar a economia das atividades, não excluindo subvenções públicas complementares.

De acordo com a Direção Geral dos Recursos Naturais (1988), o objetivo do Plano era “*o aproveitamento integrado dos recursos hídricos da bacia e a sua utilização em múltiplos fins: produção energética, regularização fluvial, correção torrencial, controle e defesa contra cheias, abastecimento de água a populações e indústrias, reorganização da rede viária regional, valorização das componentes ambientais, piscícolas, recreativas e de apoio ao turismo e o desenvolvimento agrícola através da rega*”. Este objetivo traduz a diversidade das utilizações potenciais e a necessidade da sua devida ponderação no modelo de governação.

### 6.2 Enquadramento

Em 1999, foi elaborado pelo INAG/Hidroprojecto, S.A. um Relatório intitulado “Estudo relativo ao sistema de organização, tarifário e de gestão do aproveitamento hidráulico do Mondego”, o qual, contudo, não teve seguimento.



Em 2017, foi elaborado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) um novo documento, intitulado “Estudo para a Gestão do Aproveitamento Hidráulico do Baixo Mondego”, o qual visou, concretamente, identificar soluções para a gestão sustentável do Aproveitamento Hidráulico do Baixo Mondego, em particular discutir as bases para o modelo de governança. No âmbito do protocolo assinado entre a APA e a OE pretende-se que o presente Relatório apresente contributos para o desenho do modelo de cogestão, tendo em consideração, precisamente, este documento.

Os aspetos que se entende que devem merecer particular atenção e para os quais se pretende dar contributos, são os seguintes:

- a) Âmbito territorial de intervenção da estrutura de cogestão;
- b) Modelo jurídico a adotar para a cogestão;
- c) Análise comparativa com estruturas análogas no país e na Europa.

### **6.3 Âmbito territorial de intervenção da estrutura de cogestão**

Recorde-se que a bacia hidrográfica do rio Mondego

por duas unidades geológicas bem distintas, a Meseta Ibérica e a Orla Meso cenozoica Ocidental, as quais imprimem características diversas à sua rede hidrográfica. A maior parte do trajeto do rio no Alto e Médio Mondego faz-se em vales bastante encaixados em rochas metamórficas e granitoides, comprimindo-se na passagem pela crista quartzítica Buçaco-Penacova. O troço terminal, a jusante de Coimbra (Baixo Mondego) percorre uma planície aluvial instalada na cobertura meso cenozoica, até desaguar no oceano Atlântico, na Figueira da Foz.

No Alto e Médio Mondego predominam zonas florestais, áreas de vegetação arbustiva e zonas agrícolas. No Baixo Mondego os espaços de floresta são também significativos, mas as culturas de regadio e arrozais, as culturas de sequeiro e as zonas artificializadas assumem maior representação. No Alto e Médio Mondego o rio percorre cerca de 200 km e, no Baixo Mondego, aproximadamente 40 km.

Apesar da unidade natural que é a bacia hidrográfica, existem efetivamente significativas diferenças entre a bacia do rio a montante e a jusante de Coimbra. Estas diferenças traduzem-se, naturalmente, nos objetivos principais do Plano de Aproveitamento do Mondego para cada uma destas sub-bacias.

Assim, sem prejuízo de outros objetivos referidos no item 4.1, o aproveitamento hidráulico do Alto e Médio Mondego está essencialmente focado na regularização de caudais (mitigação de cheia e secas) e na produção hidroelétrica, enquanto o Baixo Mondego, possuindo também infraestruturas de regularização, visa essencialmente o abastecimento de água em alta para fins múltiplos (usos urbanos, usos industriais e usos agrícolas).



O estudo da APA de 2017 centrou-se apenas na gestão do Baixo Mondego. Entende-se que a primeira questão que deve merecer análise é precisamente o âmbito territorial do modelo de governança, ponderando vantagens e inconvenientes de alargar o modelo de cogestão a toda a bacia.

Admitem-se, deste modo, dois cenários de base alternativos:

- a) Modelo de cogestão apenas para o Baixo Mondego;
- b) Modelo de cogestão para toda a bacia hidrográfica.

No âmbito da análise sumária que compete ao presente Relatório, resumem-se na tabela seguinte as vantagens comparativas que sobressaem numa primeira observação, independentemente do modelo jurídico adotado. Analisando a Tabela, a gestão ao nível da Bacia concentra aparentemente vantagens mais relevantes, embora a implementação do modelo possa ser mais complexa.

Tabela 6.1 – Vantagens comparativas de diferentes âmbitos territoriais para a estrutura de governança

<b>Apenas Baixo Mondego</b>	<b>Toda a Bacia do Mondego</b>
Maior facilidade aparente de gestão, face à dimensão territorial mais reduzida	Modelo coincidente com a unidade territorial da Bacia Hidrográfica, de acordo com a conceção inicial do Plano
Limitação e similitude de tipo de atividades e utilizadores	Maior robustez e resiliência financeira do modelo, face à integração de mais e diversificados utilizadores
Maior facilidade potencial para a implementação do modelo	Fácil integração das inter-relações existentes na gestão do Alto/Médio Mondego e do Baixo Mondego

Deste modo, a recomendação o presente Relatório é no sentido de se avaliar a possibilidade e estender o modelo proposto em 2017 a todo o âmbito territorial da Bacia. A hipótese de uma implementação por fases (princiando por um modelo de governança para o Baixo Mondego que seria alargado, posteriormente, para incluir o Alto e o Médio Mondego), também poderia ser teoricamente considerada, mas implicaria alguma complexidade adicional, em particular no que se refere ao ajustamento da estrutura tarifária. Por outro lado, é expectável que um modelo de governança alargado a toda a Bacia possa conduzir a tarifas mais baixas em alguns usos de viabilidade mais crítica, como a agricultura, em comparação com um modelo apenas para o Baixo Mondego, o que poderia facilitar a sua aceitação.



#### 6.4 Modelo jurídico a adotar para a cogestão

No presente tópico segue-se, na generalidade, o estudo elaborado pela APA em 2017, que se considera exaustivo, realista e ainda válido. É oportuno recordar o que refere, neste contexto, o artigo 75º da Lei da Água (Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro):

*1 - Constituem **infraestruturas hidráulicas públicas** aquelas cuja titularidade pertença a pessoas coletivas públicas ou a sociedade por elas dominadas e cuja gestão lhes caiba diretamente ou, no caso de concessão, seja atribuída a sociedades dominadas por pessoas coletivas públicas.*

*2 - Constituem **infraestruturas hidráulicas privadas** aquelas cuja titularidade pertença a entidades privadas ou cuja gestão seja atribuída, no caso de concessão, a entidades privadas, nomeadamente a associação de utilizadores.*

*3 - Compete ao Estado, através dos organismos da administração central, regional e local competentes ou de empresas públicas ou concessionárias, a promoção de infraestruturas hidráulicas que visem a segurança de pessoas e bens, a garantia de água para abastecimento público das populações e para atividades socioeconómicas reconhecidas como relevantes para a economia nacional, bem como as que respeitem ao tratamento de efluentes de aglomerados urbanos.*

A Lei da Água prevê, portanto, a possibilidade de três tipos de entidades gestoras para a gestão dos recursos hídricos e infraestruturas hidráulicas:

- a) Pessoas coletivas de direito público (administração central, regional ou local);
- b) Sociedades de direito privado, mas dominadas por pessoas coletivas de direito público (empresas com capital público maioritário);
- c) Entidades privadas (sociedades de direito privado ou associações de utilizadores).

À exceção do primeiro caso (administração direta por órgãos do Estado), nos restantes casos a função é exercida através do regime da Concessão. Resume-se seguidamente o regime jurídico que caracteriza cada um destes tipos de entidades:

##### **Administrações Públicas**

O organismo a quem compete a gestão dos recursos hídricos do Continente é a Agência Portuguesa do Ambiente (APA) um organismo da Administração Central do Estado. Os recursos afetos à APA para exercício destas funções (humanos, financeiros, materiais, outsourcing), obedecem às leis e regulamentos do Estado, nomeadamente da Contabilidade Pública, Leis do Orçamento, Contratação de Trabalhadores em Funções Públicas e Contratação Pública de Bens e Serviços (CCP).



A alínea a) do nº 7 do artigo 9º da Lei da Água prevê a possibilidade de delegação de algumas destas competências atribuídas à APA (poderes de licenciamento e fiscalização da utilização de águas, poderes para elaboração e execução de planos específicos de gestão das águas e poderes para elaboração e execução de programas de medidas) nas Autarquias, mediante celebração de *Protocolos, Contratos de Parceria* ou, no caso de poderes para executar programas de medidas, *Contratos-Programa*.

Os *programas de medidas*, previstos nos artigos 30º e 32º da Lei da Água, abrangem medidas visando alcançar os objetivos previstos nos Planos de Gestão da bacia ou parte da bacia hidrográfica respetiva e medidas complementares das constantes dos Planos de Bacia, visando proteger e valorizar os recursos hídricos, como sejam:

- a) Conservação e reabilitação da rede hidrográfica;
- b) Proteção dos recursos hídricos nas captações, zonas de infiltração máxima e zonas vulneráveis;
- c) Regularização de caudais e sistematização fluvial;
- d) Prevenção e proteção contra riscos de inundações, secas e acidentes graves de poluição e de rotura de infraestruturas hidráulicas.

De acordo com o Capítulo V da Lei da Água, as Infraestruturas hidráulicas são normalmente da responsabilidade dos próprios utilizadores de recursos hídricos na medida em que estas constituem um veículo para os seus próprios usos, executando-as e gerindo-as nos termos das autorizações obtidas para o efeito emitidas pela APA.

No entanto, como se referiu anteriormente, o artigo 75º da Lei da Água refere que compete ao Estado, através dos organismos da administração ou de empresas públicas ou concessionárias, a promoção de infraestruturas hidráulicas que visem a segurança de pessoas e bens, a garantia de água para abastecimento público das populações e para atividades socioeconómicas reconhecidas como relevantes para a economia nacional.

A Lei da Água também não exclui a possibilidade de caber ao Estado a gestão direta dessas mesmas infraestruturas.

### ***Empresas Públicas***

A disciplina jurídica aplicável às organizações empresariais detidas por entidades públicas consta do Decreto-Lei nº 133/2013, de 3 de outubro. Alguns aspetos relevantes deste diploma são os seguintes:

- a) O sector público empresarial abrange o sector empresarial do Estado e o sector empresarial local. Por sua vez, o sector empresarial do Estado integra as empresas públicas e as empresas participadas;
- b) As Empresas Públicas podem assumir uma de duas formas jurídicas: Sociedades de Responsabilidade Limitada (S.A.), ou Entidades Públicas Empresariais (EPE). As Empresas



- Públicas com a forma jurídica de Sociedades de Responsabilidade Limitada (SA) são as constituídas nos termos da lei comercial, mas em que o Estado ou outras entidades públicas exercem, isolada ou conjuntamente, de forma direta ou indireta, influência dominante. As Entidades Públicas Empresariais (EPE) são pessoas coletivas de direito público, com natureza empresarial, criadas pelo Estado para prossecução dos seus fins;
- c) As Empresas Públicas regem-se pelo direito privado e estão sujeitas às regras da concorrência, assumindo um modelo de governo societário, estando sob a jurisdição e controlo externos do Tribunal de Contas e da Inspeção Geral de Finanças;
  - d) O regime jurídico das EPE determina que estas têm autonomia administrativa, financeira e patrimonial, com um “capital estatutário” detido pelo Estado destinado a responder às respetivas necessidades permanentes, não estando sujeitas às normas da contabilidade pública.

As empresas públicas encarregadas de proceder à prestação de serviço público ou serviço de interesse geral celebram obrigatoriamente, para esse efeito, com a entidade pública que lhes tenha confiado a prestação desse serviço, contrato (Concessão ou outro) respeitante aos níveis de serviço a alcançar e à remuneração da atividade prosseguida, em conformidade com o disposto no Decreto-Lei n.º 167/2008, de 26 de agosto.

As empresas públicas podem exercer **poderes e prerrogativas de autoridade** de que goza o Estado (atribuídos por diploma legal ou constando de contrato de concessão), designadamente:

- a) Expropriação por utilidade pública;
- b) Utilização, proteção e gestão das infraestruturas afetas ao serviço público;
- c) Licenciamento e concessão, nos termos da legislação aplicável, da utilização do domínio público, da ocupação ou do exercício de qualquer atividade nos terrenos, edificações e outras infraestruturas que lhe estejam afetas.

Este modelo encontra-se atualmente em vigor, por exemplo, para o setor do Saneamento Básico (Grupo Águas de Portugal) e no caso do Empreendimento de Fins Múltiplos do Alqueva (EDIA), ambas Empresas Públicas do tipo “Sociedades de Responsabilidade Limitada”, de capitais exclusivamente públicos.

Para além deste enquadramento jurídico geral, a alínea c) do nº 7 do art.º 9º da Lei da Água prevê a possibilidade de delegação de algumas das competências atribuídas à APA nos Concessionários de Recursos Hídricos (que podem também incluir Empresas Públicas):

- a) Poderes para elaboração e execução de planos específicos de gestão das águas;
- b) Poderes para elaboração e execução de programas de medidas (anteriormente referidos).



### ***Entidades Privadas***


No âmbito das entidades privadas podem considerar-se **Empresas Concessionárias** e as **Associações de Utilizadores**.

#### Empresas Concessionárias

O caso mais típico de entidades privadas gestoras de infraestruturas hidráulicas relevantes em Portugal, utilizadoras de recursos hídricos, é o das Empresas Hidroelétricas. Fazem-no à luz de Contratos de Concessão cujo regime geral é definido na Lei da Água e no Decreto-Lei nº 226-A/2007, de 31 de maio. Recorde-se que, entre outras, estão sujeitas a prévia Concessão as seguintes Utilizações privativas de recursos hídricos do domínio público:

- a) Captação de água para abastecimento público;
- b) Captação de água para rega de área superior a 50ha;
- c) Infraestruturas para produção de energia;
- d) Equipamentos Industriais ou outros que impliquem investimentos avultados cujo prazo de amortização seja superior a 10 anos;
- e) Implantação de infraestruturas hidráulicas que se destinem aos fins referidos nas alíneas anteriores.

O prazo da Concessão não excede os 75 anos, contados do início da exploração (excluindo o tempo de construção de infraestruturas hidráulicas), findo o qual os bens afetos ao uso reverterem gratuitamente para o Estado. Em contrapartida da Concessão da utilização privativa dos recursos hídricos do domínio público hídrico e das infraestruturas hidráulicas, bens e equipamentos afetos a essa utilização, são devidas rendas, para além da taxa de recursos hídricos. Para além destes pagamentos, todos os encargos decorrentes da manutenção, conservação e exploração das infraestruturas hidráulicas são da responsabilidade do titular da Concessão

Existe ainda a possibilidade de delegação de algumas das competências atribuídas à APA nos Concessionários de Recursos Hídricos (como poderes para elaboração e execução de planos específicos de gestão das águas e  poderes para elaboração e execução de programas de medidas). Note-se que esta figura não teve até ao momento expressão no empreendimento do Baixo Mondego.

#### Associações de Utilizadores

A Lei da água define 2 figuras possíveis:

- a) O modelo previsto no artigo 76º da Lei e no Decreto-Lei nº 311/2007, de 17 de setembro, relativo aos denominados “Empreendimentos de Fins Múltiplos” (EFM);
- b) O modelo previsto no Decreto-lei nº 348/2007, de 19 de outubro, relativo às denominadas “Associações de Utilizadores do Domínio Público Hídrico” (AUDPH).

Estas figuras têm focos diferentes: a primeira “empreendimentos” e a segunda o “domínio público hídrico”



A escolha da entidade gestora nos Empreendimentos de Fins Múltiplos pode recair sobre Pessoa Coletiva de Direito Público ou Empresa Pública, sendo feita nestes casos por Decreto-Lei. Nos restantes casos será feita por convite ou procedimento concursal.

Nas Associações de Utilizadores do Domínio Público Hídrico o objetivo central é a gestão comum das licenças ou concessões atribuídas para utilização dos recursos hídricos de uma Bacia ou Sub-bacias Hidrográfica pelos próprios detentores desses Títulos, como forma de promover uma gestão participada e mais eficiente dos recursos hídrico, prevendo-se a possibilidade de delegação de outras competências de gestão das águas abrangidas por eles, bem como a gestão, por concessão, de Empreendimentos de Fins Múltiplos ou outras Infraestruturas hidráulicas associadas a essas utilizações.

A iniciativa de se constituírem em AUDPH (pessoa coletiva sem fins lucrativos, de direito público, privado ou misto) é dos próprios Utilizadores. Para além do mandato conferido pelos utilizadores, a ARH da área de influência da AUDPH pode também delegar competências de gestão das águas abrangidas pelos Títulos geridos em comum pela Associação, ao abrigo de Contrato-Programa ou qualquer outro instrumento contratual. As AUDPH podem ainda explorar empreendimentos de fins múltiplos ou infraestruturas hidráulicas na área dos recursos hídricos abrangidos pelos Títulos que gerem, mediante Contrato de Concessão;

O Estado, nomeadamente por intermédio da APA, pode prestar apoio técnico e financeiro às AUDPH, no quadro dos Contratos-Programa ou outros instrumentos contratuais celebrados.

Com base nos contextos legais anteriormente resumidos, a APA considerou, no seu Relatório de 2017, quatro possíveis cenários para a gestão do empreendimento, centrados nesse Relatório no âmbito do Baixo Mondego.

Num **1º Cenário** opta-se por uma solução em que cada componente é gerida diretamente pelas entidades da administração pública que têm competências legais na matéria e/ou por quem beneficia dela (rede hidrográfica pela APA – autoridade nacional da água e representante da Comunidade que dela beneficia; rede viária pelas autarquias – autoridade local rodoviária e representante da Comunidade que dela beneficia; e serviços de água de fins múltiplos pelos próprios utilizadores – EFM).

Num **2º Cenário** (variante do 1.º) cada entidade competente opta por criar/utilizar uma estrutura empresarial pública (do setor empresarial do Estado ou do setor empresarial Local) dadas as limitações de atuação da administração ou dos próprios utilizadores a nível legal, técnico, procedimental, financeiro e social.

Num **3º Cenário** opta-se por uma solução de gestão integrada, baseada nos utilizadores; dado tratar-se de um sistema que integra, além de infraestruturas de fornecimento de água, a própria rede hidrográfica e os vários usos associados ao nível de uma sub-bacia hidrográfica. A figura base adequada poderia ser a da Associação de Utilizadores do Domínio Público Hídrico (AUDPH).



Num **4º Cenário** considera-se uma solução de gestão integrada, mas baseada numa solução empresarial, dada a complexidade do sistema, a solidez técnica e financeira que exige, e a maior rapidez de implementação que eventualmente uma solução deste tipo permitiria.

Analisando estes 4 Cenários com base em critérios técnicos, financeiros e sociais, através de uma Matriz Multicritério de Avaliação, a APA concluiu que a solução globalmente mais sólida seria a do 4º Cenário (Empresa do Setor Empresarial do Estado que assegure a gestão integrada de todas as componentes do Empreendimento).

Os autores do presente Relatório consideram que os argumentos da análise anterior da APA se mantêm plenamente válidos, concluindo que:

- a) A criação de uma Empresa do Setor Empresarial do Estado corresponde efetivamente ao melhor cenário atual, ponderados os três critérios anteriormente citados;
- b) A alteração da escala territorial do modelo de gestão não altera os resultados da matriz de avaliação, pelo que, numa extensão do modelo de gestão a toda a bacia do Mondego, se mantém como a opção preferível.

Salienta a APA que existe já, nas experiências nacionais, uma solução análoga e bem-sucedida num empreendimento com analogias com o Mondego, em termos de complexidade de gestão e dimensão territorial, referindo-se à EDIA (Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, SA). Neste contexto, considera-se que um modelo semelhante poderia ser implementado para a Bacia do Mondego, permitindo a analogia com o Alqueva desenvolver o processo de constituição da entidade gestora para o Mondego com simplicidade e rapidez.

A APA sugere ainda, visando ultrapassar sensibilidades regionais, a criação de um modelo semelhante ao Grupo AdP, com uma Holding e, neste caso, duas empresas regionais distintas (a EDIA – Empresa de Desenvolvimento das Infraestruturas do Alqueva – e a EDIM – Empresa de Desenvolvimento das Infraestruturas do Mondego). Esta proposta, se bem que implique alteração dos Estatutos da EDIA, teria as seguintes vantagens:

- a) A holding permite definir um rumo estratégico único e integrado para as empresas, alinhando mais facilmente as empresas subsidiárias com os objetivos nacionais no sector.
- b) A centralização de algumas funções (compras, jurídica, etc.) na holding e em empresas de serviços partilhados gera economias de escala, reduzindo custos operacionais e otimizando recursos.
- c) A holding pode centralizar investigação e desenvolvimento (I&D), visando, por exemplo, a promoção de economia circular e neutralidade carbónica e a transformação digital em todo o grupo.
- d) A dimensão da holding cria oportunidades de uma nova área de internacionalização: a área da construção e gestão de empreendimentos hidráulicos de fins múltiplos;

Uma hipótese que pode ser colocada é o eventual interesse da integração da EDIM no Grupo Águas de Portugal, em alternativa à holding anteriormente sugerida. Todavia, tratando-se de



atividades do Estado que, na realidade, não estão sujeitas à concorrência, considera-se salutar a existência destas duas holdings, dado que permitem uma comparação de resultados e de eficiências, sendo um estímulo à otimização da gestão

**Assim, tendo em atenção o estudo desenvolvido pela APA em 2017 e a auscultação dos atuais utilizadores no Mondego, considera-se que a constituição de uma Empresa do Setor Empresarial do Estado (Sociedade de Responsabilidade Limitada) que assegure a gestão integrada de todas as componentes do Empreendimento do Mondego, subordinada a uma holding que inclua em paralelo a EDIA, será a solução mais vantajosa, consensual e oportuna.**

O estudo da sustentabilidade económico-financeira desta gestão, de forma a garantir a necessária conservação e funcionalidade das infraestruturas e a minimização dos riscos económicos, sociais e políticos, é a etapa que se torna necessário desenvolver, adaptando o estudo de 2017, mas que está fora do escopo do presente Relatório. Entende-se, contudo, que os pressupostos gerais estabelecidos em 2017 devem ser mantidos neste estudo económico-financeiro, em particular a responsabilidade do Estado em concluir as obras previstas para o empreendimento e em reabilitar as que foram afetadas pelos eventos recentes.

#### **6.5 Análise comparativa com empreendimentos análogos no país e na Europa**

Propondo-se uma estrutura de gestão análoga à adotada para o Alqueva, considerou-se de interesse fazer uma breve comparação com estruturas de gestão existentes em empreendimentos análogos na Europa. Para o efeito, considerou-se que o Canal de Provence, em França, poderia ser utilizado como referência, dado que tem sido reconhecido como modelo bem-sucedido, sendo feita seguidamente uma comparação das características gerais dos empreendimentos do Mondego e do Canal de Provence, bem como uma comparação entre as estruturas de gestão da EDIA e do Canal de Provence.

A entidade que gere o Canal de Provence é a SCP – Société du Canal de Provence, sediada em Aix-en-Provence. Este canal tem um historial e cerca de 70 anos, o que permite aferir os resultados do seu modelo de gestão. As Tabelas seguintes permitem estabelecer um paralelo com a EDIA

Tabela 6.2 – Características gerais dos empreendimentos de fins múltiplos da Bacia do Mondego e do Canal de Provence

<b>Características</b>	<b>Bacia do Mondego</b>	<b>Canal de Provence</b>
Finalidade prioritária	Regularização fluvial (com mitigação de cheias e secas)	Mitigação de secas
Extensão aproximada	240 km	216 km
Abastecimento urbano	600.000 hab.	2.000.000 hab.
Rega agrícola	15.000 ha (só no Baixo Mondego)	70.000 ha (total)
Abastecimento a unidades industriais	3 grandes indústrias (pasta de papel, cogeração)	8.000 unidades industriais de diversa dimensão
Número de barragens principais para aproveitamento hidroelétrico	5	5
Anos de início-fim das obras	1973 - ?	1964- 1982
Fontes de financiamento	Estado português e Financiamento Alemão do Instituto de Crédito para a Reconstrução (Kreditanstalt für Wiederaufbau) em 20 milhões de marcos	Estado, Comunidades Regionais em >80%, (Departamentos, etc.), Agências de Desenvolvimento (16%), e Associações Agrícolas (redes secundárias)

A Tabela anterior revela alguma semelhança em termos de características gerais dos dois empreendimentos, embora pareça existir uma significativa diferença ao nível do abastecimento industrial. Todavia, não estão identificadas as indústrias que são abastecidas através dos sistemas urbanos na Bacia do Mondego, pelo que a diferença será seguramente muito inferior.

Ao nível do abastecimento urbano existe uma relação próxima de 1 para 3 e, ao nível da rega agrícola, uma relação de 1 para 5, mas, neste caso, deve salientar-se que o valor indicado na Tabela para a Bacia do Mondego abrange apenas o Baixo Mondego.

A Tabela seguinte centra-se na estrutura de gestão e nas suas características, comparando a EDIA com a SCP.

Tabela 6.3 – Análise comparativa dos modelos de gestão EDIA- SCP

Características do modelo de gestão	EDIA	SCP
Natureza jurídica	Sociedade anónima de capitais exclusivamente públicos (sector empresarial do Estado)	Sociedade anónima de economia mista (com 85% de capitais públicos de entidades regionais e 15% de capital de instituições financeiras e de desenvolvimento)
Estrutura organizacional	Assembleia Geral, Conselho de Administração, Direções Técnicas	Assembleia Geral, Conselho de Administração, Direção Geral, Áreas Funcionai
Modelo de gestão	Concessão	Concessão
Financiamento	Aumentos de capital realizados pelo Estado português, receitas de exploração e tarifas, empréstimos bancários e Fundos Comunitários	Aumentos de capital realizados pelos acionistas, receitas de exploração e tarifas, empréstimos bancários e Fundos Comunitários

Para além da diferença na origem dos capitais públicos (Estado na EDIA e entidades regionais na SCP, o que se pode justificar por questões de regionalização e diferença de escala entre os países), observa-se que, no Canal de Provence, existe uma participação privada minoritária, que é inexistente no caso da EDIA. No entanto, a figura jurídica de Empresa Pública, S. A., permite também, em Portugal, a participação de capital privado.

## 6.6 Notas conclusivas e recomendações

Como contributos para o modelo de governação, as principais conclusões do presente Relatório são as seguintes:

- Presentemente., o desenvolvimento de um modelo de governação para o Mondego é, para além de indispensável e oportuno, consensual entre os utilizadores;
- A constituição de uma empresa pública do tipo Sociedade de Responsabilidade Limitada, SA, subordinada a uma holding que inclua em paralelo a EDIA, parece ser a solução mais interessante;



- c) Essa entidade deverá ter sede social e centro de operações localizados no território;
- d) Deve manter-se a responsabilidade do Estado em concluir as obras previstas para o empreendimento e em reabilitar as que foram afetadas pelos eventos recentes;
- e) **É necessário desenvolver prioritariamente um estudo da sustentabilidade económico-financeira do modelo**, de modo a garantir a necessária conservação e funcionalidade das infraestruturas e a minimização dos riscos económicos, sociais e políticos, adaptando eventualmente o estudo de 2017, mas ponderando a extensão da solução a toda a Bacia do Mondego (não apenas ao Baixo Mondego) e o interesse e viabilidade de abrir parte do capital ao sector privado.



## 7 SÍNTESE E PRINCIPAIS RECOMENDAÇÕES

A existência e o funcionamento das barragens de Fronhas e da Aguieira permitiram evitar uma cheia de consequências muito mais devastadoras. Como evidenciado, quer pelas cheias de 2001, 2016, 2019 e de uma forma absolutamente conclusiva, pela cheia de 2026, a operação/gestão da barragem da Aguieira é absolutamente determinante para os valores dos caudais afluentes a Coimbra e, portanto, para os valores dos caudais descarregados para jusante do Açude-Ponte. As cheias do rio Mondego em 2026 foram causadas por uma sucessão de tempestades, Joseph e Kristin (26/01 a 29/01), Leonardo (2/02 a 5/02), Marta (7/02 a 9/02), Nils (9/02 a 11/02) e Oriana (12/02 a 13/02) que provocaram precipitação extrema e caudais históricos durante muitos dias consecutivos.

Seguidamente apresenta-se uma síntese das principais recomendações constantes do presente relatório.

- a) **Recomenda-se** um aumento urgente da capacidade de regularização do sistema da Aguieira, como medida prioritária de adaptação face às exigências atuais decorrentes das eventuais consequências das alterações climáticas, compensando o aumento significativo de caudais que se têm vindo a constatar, em particular na bacia entre a Aguieira e o Açude Ponte. Considera-se que tal pode ser conseguido através de uma mobilização do volume de armazenamento da Aguieira até cotas inferiores a 117 m (no limite, em situações extremas, até cotas próximas de 110 m);
- b) **Recomenda-se** a construção da barragem de Girabolhos, com uma adequada capacidade de armazenamento, como componente essencial para o aumento da resiliência do sistema, na medida em que permite ampliar significativamente o volume para laminação de cheias e garantir, ao mesmo tempo, a reserva de água necessária no início da época estival, para suprir o abastecimento às populações e o fornecimento de água à agricultura e à indústria durante a estiagem;
- c) Em relação à situação de rotura mais uma vez verificada sob a A1, **recomenda-se** que as possíveis interações entre o viaduto da A1 e o leito do rio sejam devidamente estudadas, revisitando o método construtivo que foi adotado na construção do viaduto da A1, que implicou o corte local dos diques e a sua posterior reconstrução, avaliando as consequências das drenagens pluviais da A1 que descarregam diretamente sobre os diques e analisando a necessidade de redefinir a geometria de pilares assentes no leito do rio. Independentemente das conclusões destes estudos, devem ser equacionadas soluções preventivas que possam minorar efeitos adversos, como sejam o reforço estrutural local dos diques;
- d) No Baixo Mondego, **recomenda-se** que sejam implementadas as medidas de correção de anomalias identificadas em estudos anteriores, incluindo o alteamento dos diques,



- no troço inicial do leito central, bem como o reforço dos diques na margem direita do leito periférico direito, junto à localidade de Casal Novo do Rio. Adicionalmente, **recomenda-se** que sejam monitorizadas as cotas dos aterros para avaliação dos assentamentos por consolidação secundária, com periodicidade anual, que sejam instrumentados diversos perfis em cada margem, os diques e, sobretudo, as zonas com histórico de roturas de taludes e, ainda, que seja removida urgentemente a arborização existente no leito do rio e nos taludes dos diques;
- e) Estando provadas as evidências da influência da batimetria nas condições de escoamento do rio, **recomenda-se** a realização de levantamentos batimétricos regulares, com periodicidades de três a cinco anos, para uma maior segurança na avaliação das condições de inundabilidade na zona de Coimbra. O comportamento morfodinâmico do trecho a montante do Açude Ponte de Coimbra deverá ser estudado, como recomendado no projeto desta estrutura hidráulica, devendo ser feitas as necessárias dragagens na albufeira do açude de Coimbra, complementadas com análise da necessidade de eventuais reforços nos revestimentos dos taludes do leito menor e nas soleiras de fixação do fundo móvel do leito menor;
- f) Tendo em atenção o Plano de Gestão dos Riscos de Inundação na Região Hidrográfica do Vouga, Mondego e Lis, **recomenda-se** que seja continuado o esforço de aumento da resiliência de diversas infraestruturas e equipamentos localizados a cotas mais baixas a montante do Açude-Ponte e que seja feita uma análise das situações em que o problema das inundações recorrentes possa ser mitigado através de intervenções locais;
- g) **Recomenda-se** que a entidade responsável seja dotada com os meios materiais, económico-financeiros e humanos necessários para monitorização eficaz das precipitações, caudais e caudais sólidos. Para além da densificação dos pontos de monitorização meteorológica e hidrométrica em toda a bacia, incluindo os diversos efluentes do Mondego, **recomenda-se** a melhoria na transmissão de dados do sistema de medição, previsão, alerta e suporte à decisão em tempo real, integrando as previsões meteorológicas, hidrológicas e hidráulicas e permitindo uma atualização contínua das previsões, dado que, nas situações mais críticas, essas previsões devem ocorrer em intervalos curtos, de poucas horas. Deve ser feita ainda uma atualização contínua das tecnologias e ferramentas hidroinformáticas mais avançadas;
- h) **Recomenda-se** uma atuação cada vez mais articulada na proteção civil, com forte coordenação entre as entidades, investimento na prevenção e envolvimento ativo das populações. As Autarquias e Juntas de Freguesia devem ter um papel fundamental, especialmente pela sua proximidade às comunidades, sendo um elo essencial entre as orientações nacionais e a realidade local;
- i) **Recomenda-se**, para a cogestão do sistema, a constituição de uma empresa pública do tipo Sociedade de Responsabilidade Limitada, SA, eventualmente subordinada de uma holding que inclua em paralelo a EDIA, devendo a nova empresa ter sede no território



da bacia do Mondego. Recomenda-se ainda que o âmbito de intervenção dessa empresa se estenda a toda a bacia do Mondego e não apenas ao Baixo Mondego, havendo que iniciar, prioritariamente, o desenvolvimento dos necessários estudos da sustentabilidade económico-financeira do modelo. Esta empresa deverá ser responsável pela conceção, execução, construção, gestão, exploração, manutenção e conservação das infraestruturas constituintes do sistema;

- j) **Recomenda-se**, finalmente, que seja mantida a responsabilidade do Estado em concluir as obras previstas para o empreendimento e em reabilitar as que foram afetadas pelos eventos recentes, bem como em proceder à necessária manutenção do sistema de modo a garantir a sua funcionalidade e minimização de riscos até à constituição da entidade de cogestão. Para além da reparação das infraestruturas recentemente afetadas, considera-se importante, no Baixo Mondego, a conclusão da regularização dos afluentes, a reposição da potência de elevação inicialmente prevista na estação elevatória do Foja e a correção dos problemas de percolação que se verificam sobre esta estação elevatória.



Coimbra, 9 de maio de 2026

Eng.º Armando Baptista da Silva Afonso (Coordenador)  
Eng.º José Alfeu Almeida de Sá Marques (Cocoordenador)  
Eng.º Nuno Eduardo da Cruz Simões  
Eng.º Paulo José da Venda Oliveira  
Eng.ª Carla Andreia Pimentel Rodrigues