



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## AS BARRAGENS E OS NOVOS CAMINHOS DA ÁGUA EM ALQUEVA

Jorge VAZQUEZ<sup>1</sup>; Alexandra CARVALHO<sup>2</sup>; Ricardo BAPTISTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Civil, Administrador (EDIA, S.A., Rua Zeca Afonso 2, Beja), [jvazquez@edia.pt](mailto:jvazquez@edia.pt)

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola, Directora Departamento Planeamento e Projectos (EDIA, S.A., Rua Zeca Afonso 2, Beja),  
[acarvalho@edia.pt](mailto:acarvalho@edia.pt)

<sup>3</sup> Engenheiro Recursos Hídricos, Técnico Superior Departamento Planeamento e Projectos (EDIA, S.A., Rua Zeca Afonso 2, Beja), [rbatista@edia.pt](mailto:rbatista@edia.pt)

### Resumo

A barragem de Alqueva, situada no Sul do País, no rio Guadiana, em pleno Alentejo, permite criar uma albufeira que, com os seus 4150 hm<sup>3</sup> de volume armazenado, constitui-se como a grande origem de água do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA). A jusante, a barragem de Pedrógão cria a albufeira que é o contraembalse de Alqueva para o sistema hidroelétrico reversível.

O sistema hidráulico constituído pelas barragens de Alqueva e Pedrógão é o núcleo de todo o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) que assenta na gestão integrada pela EDIA da sua reserva estratégica de água - permitindo o benefício hidroagrícola, o abastecimento público e industrial, a produção de energia limpa e o turismo e sendo um instrumento fundamental para o desenvolvimento sustentável da Região.

O EFMA é, no entanto, mais do que Alqueva, implicando que, à concretização dos múltiplos objetivos deste Empreendimento estejam associados a criação de verdadeiros novos caminhos para a água, materializados a partir de grandes canais e condutas, mas que invariavelmente, integram um conjunto importante de barragens que permitem captar, regularizar e derivar caudais necessários aos diversos benefícios do Empreendimento.

De facto, podemos no EFMA “viajar” de Alqueva para perto de Évora, ou de Beja, ou de Serpa e Moura ou ainda, a curto prazo, de Sines, Reguengos e Ourique, através de uma rede de obras hidráulicas de grande secção-tipo e desenvolvimento nas quais está sempre presente o fator diferenciador do armazenamento criado pelo numeroso grupo de barragens localizado estrategicamente ao longo do traçado.

Os perfis-tipo das barragens, habitualmente de aterro e com alturas entre 15 e 35m e os seus órgãos hidráulicos de segurança e exploração, utilizam soluções consagradas pela experiência. Associado à implementação destas barragens e a toda a infraestruturação do Empreendimento, a EDIA vem assumindo todos os compromissos ambientais e patrimoniais inerentes.

Na presente comunicação faz-se a sistematização da informação fundamental relativa a este conjunto de barragens e dos seus órgãos hidráulicos anexos e discute-se o seu papel



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

enquanto elemento incontornável para a gestão otimizada do EFMA, seja do ponto de vista da eficiência hidráulica e energética e da preservação ambiental, seja da fiabilidade do serviço de fornecimento de água.

**Palavras-chave:** Alqueva, Barragens, EFMA, eficiência hidráulica, energia, água.

**Tema:** Gestão de recursos hídricos e bacias hidrográficas



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

A barragem de Alqueva, situada no Sul do País, em pleno Alentejo, no rio Guadiana, é uma barragem em betão, com 96m de altura e 458m de desenvolvimento pelo coroamento. Com o seu NPA, à cota (152), a albufeira criada por Alqueva constitui-se como a grande origem de água do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), sendo, com os seus 4150 hm<sup>3</sup> de volume armazenado e 250 km<sup>2</sup> de área inundada, o maior lago artificial da Europa, permitindo a concretização do principal fator de diferenciação do Empreendimento que é o da garantia plena do recurso água para todos os seus múltiplos objetivos. Neste âmbito, é também devida uma referência ao contraembalse criado a jusante pela barragem de Pedrogão que permite a reversibilidade do sistema electroprodutor e é origem de água de dois dos subsistemas do EFMA.

Alqueva permite criar uma grande reserva estratégica de água para o País e constitui um instrumento de desenvolvimento sustentável e de intervenção prioritário e incontornável em todo o Alentejo, com efeitos permanentes de revitalização e dinamização da atividade sócio - económica na região e de fixação das populações.

Pese embora a grandiosidade e a complexidade técnica da barragem de Alqueva, o EFMA é mais do que esta grande e icónica barragem e albufeira, implicando que à concretização dos seus múltiplos objetivos estejam associados à criação de verdadeiros novos caminhos para a água, materializados a partir de grandes canais e condutas, mas que invariavelmente, integram um conjunto importante de barragens que permitem captar, regularizar e derivar caudais necessários aos diversos benefícios do Empreendimento.

De facto, podemos no EFMA “viajar” de Alqueva para perto de Évora, ou de Beja, ou de Serpa e Moura ou ainda, a curto prazo, de Sines, Reguengos e Ourique, através de uma rede de obras hidráulicas de grande secção-tipo e desenvolvimento nas quais está sempre presente o fator diferenciador do armazenamento criado pelo numeroso grupo de barragens localizado estrategicamente ao longo do traçado - e que é uma mais valia incontornável na chegada da água a todos os destinatários e na criação de uma nova realidade regional. É este o caso, designadamente das novas barragens de Álamos I II e III, do Loureiro, do Pisão de Cinco Reis e de Penedrão no subsistema de Alqueva, das barragens da Amoreira, Brinches, de Serpa, Pias, Laje e Furta- Galinhas no subsistema do Ardila, de S. Pedro, Amendoeira e Magra, no subsistema de Pedrogão.

### **1.2. O SISTEMA ALQUEVA - PEDROGÃO E O EFMA**

O rio Guadiana, onde se implanta o Sistema Alqueva - Pedrogão, nasce em Espanha, nas lagoas de Ruidera, a Comunidade Autónoma de Castela La Mancha, províncias de Ciudad Real e Albacete, a 1700m de altitude e tem 870km de desenvolvimento até à foz, junto a Vila Real de Santo António - dos quais 260km em Portugal e 110km delimitando a fronteira. A bacia hidrográfica total é de 66.800 km<sup>2</sup>, dos quais apenas 17%( 11.580km<sup>2</sup>) em Portugal, sendo a precipitação média ponderada na bacia de 550mm.

O rio está já bastante artificializado, face às prementes necessidades de água dos territórios que atravessa, tendo em Espanha um volume de armazenamento (superior a 8000hm<sup>3</sup>) - criado por um importante número de grandes barragens.

A barragem de Alqueva domina uma área de bacia de 55.000km<sup>2</sup> e a barragem de Pedrogão de 59.160km<sup>2</sup>, acréscimo devido essencialmente à contribuição da área drenante do rio Ardila, afluente intermédio da margem esquerda.

O sistema hidráulico constituído pelas barragens de Alqueva e Pedrogão é o núcleo de todo o Empreendimento, o maior projeto hidráulico nacional no conceito de fins múltiplos que assenta na gestão integrada da sua reserva estratégica de água, permitindo, designadamente: o benefício hidroagrícola nos seus três subsistemas de Alqueva, Pedrogão e Ardila, o abastecimento público e industrial e a diminuição do risco associado a situações extremas no abastecimento a toda a região Sul do País, a produção de energia limpa e o turismo.

### 1.3. ALQUEVA

A barragem de Alqueva (Fig. 1), de NPA à (152) é uma barragem em betão abóbada de dupla curvatura, com as seguintes características fundamentais:

- Altura - 96 m
- Coroamento - 458 m
- Capacidade Total - 4 150 hm<sup>3</sup>
- Superfície inundada- 250 km<sup>2</sup>
- Descarregadores – Superfície e meio-fundo controlados e em salto de ski (9 800 m<sup>3</sup>/s)
- Centrais Hidroelétricas de Alqueva I e II - 2 x 260 MW = 520 MW (Reversíveis)

A menos da Central II de Alqueva, construída mais recentemente, os volumes de escavação a céu aberto foram de 1,1 milhões de m<sup>3</sup>, os volumes de betão na barragem e órgãos de descarga de 1 milhão de m<sup>3</sup> e de betão nos circuitos hidráulicos, central e subestação de 210 mil m<sup>3</sup>.

Numa altura em que vivemos um difícil período de seca, uma nota é merecida para o facto de que a grande albufeira criada por Alqueva - e que permite a disponibilidade de um importante volume de água que está na base de todo o EFMA- ainda assim, descarregou nos anos de 2009/10, 2010/11, 2012/13, tendo neste período passado no total a jusante 14.853 hm<sup>3</sup>, explicitando bem a grande irregularidade do escoamento na bacia do Guadiana.



**Figura 1.** Barragem de Alqueva - vistas de Montante e Jusante.

#### 1.4. PEDROGÃO

A barragem de betão gravidade de Pedrógão (Fig. 2), com o NPA à (84.8) e cuja albufeira funciona como contraembalse de Alqueva para o sistema hidrelétrico reversível, localiza-se cerca de 20 km a jusante de Alqueva e já após a confluência do rio Ardila, sendo a primeira grande barragem portuguesa em betão compactado e tendo as seguintes características fundamentais:

- Altura - 43 m
- Coroamento - 448 m
- Capacidade total - 106 hm<sup>3</sup>
- Superfície inundada - 11 km<sup>2</sup>
- Descarregador - lâmina aderente, dissipação por macro rugosidades em degrau e com um “roller-bucket” à saída (12.000 m<sup>3</sup>/s)
- Central Mini-Hídrica de Pedrógão - 10 MW (turbinagem dos caudais ecológicos)
- Dispositivo de Passagem de Peixes (em elevador)
- O volume total de betão da obra foi de cerca de 350.000m<sup>3</sup>.

Uma nota é devida ao importante papel dos circuitos hidroelétricos reversíveis das duas centrais do sistema Alqueva-Pedrógão que não só têm uma localização estratégica para a melhoria da rede, como têm uma elevada potência instalada, associada a um volume de água disponível em Alqueva para turbinagem, único em Portugal, possibilitando valores de produção de energia hidroelétrica muito importantes. Acresce que a reversibilidade e o grande armazenamento possibilitado por Alqueva permitem rentabilizar na bombagem as horas de vazio e de excedente de produção de outras energias renováveis como a fotovoltaica e a eólica - contribuindo de modo decisivo para a desejável maior sustentabilidade destas energias.



**Figura 2.** Barragem de Pedrógão.

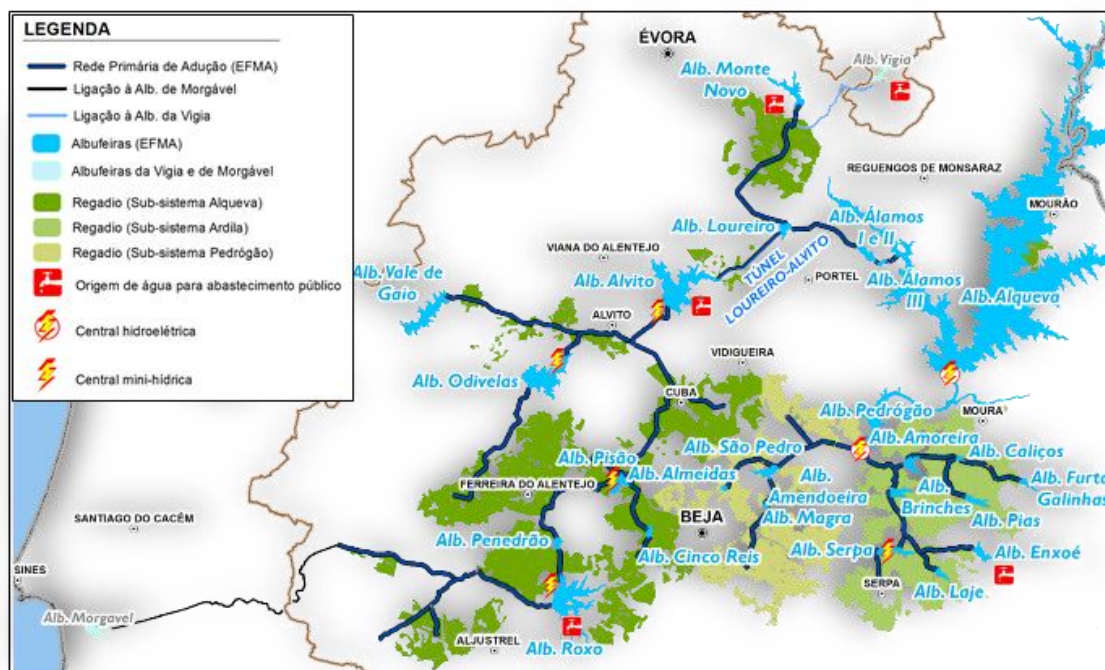
#### 1.5. O EFMA

O EFMA (Fig. 3), no seu conjunto compreende, resumidamente os seguintes órgãos e infraestruturas hidráulicas, todas elas tendo como origem ou estando interligadas ao sistema Alqueva -Pedrogão:

- Rede primária - cerca de 360 km (Abastecimento Público, Agricultura, Energia)
- Rede secundária - cerca de 1 600 km (para 120.000 ha de regadio)



- Barragens, Reservatórios e Açudes - cerca de 69
- Estações elevatórias - 47
- Centrais Hidroelétricas - 2 e Mini-Hídricas – 5



**Figura 3.** Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

O fecho das comportas de Alqueva ocorreu em 2002, tendo descarregado pela primeira vez em 2010 e, posteriormente, também em 2011 e 2013. As cinco barragens com funções de abastecimento público (Alvito, Monte Novo, Vigia, Roxo e Enxoé) já se encontram ligadas ao Empreendimento, as centrais reversíveis I e II de Alqueva, com 520MW de potencia nominal (esta última concluída em 2013) estão em exploração plena, assim como todas as mini-hídricas do Sistema. Em 2016, concluiu-se a infraestruturização dos cerca de 120.000 ha daquela que se pode considerar a primeira fase do EFMA do ponto de vista hidroagrícola-tendo presente a perspetiva de extensão deste benefício.

De facto, as culturas de maior utilização no EFMA, como o olival e a vinha, têm necessidades de água relativamente baixas e as soluções dos circuitos hidráulicos primários e secundários, do EFMA e também da rede terciária, a cargo dos beneficiários permitem eficiência hidráulica apreciável - o que levou a uma importante poupança de água relativamente aos cenários iniciais.

Por outro lado, com o reconhecido sucesso da reconversão do sequeiro em regadio nas áreas que foram sendo infraestruturadas, numerosos pedidos de água em zonas envolventes do Empreendimento na sua configuração inicial foram sendo recebidos. Neste contexto, a EDIA foi desenvolvendo estudos de sistematização e mapeamento das áreas envolventes com expectativa, vocação e viabilidade técnico-económica de serem infraestruturadas. Desses estudos de planeamento macro resultaram a seleção de cerca de 50.000 novos hectares que na sua maior parte têm já concluídos os estudos de projeto de execução, tendo já sido lançado o concurso para duas das empreitadas respetivas.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Duas referencias neste âmbito são ainda merecidas, i) uma para sinalizar a preocupação de nestes novos projetos, levar a água onde este recurso precioso faz falta, compatibilizando os seus diversos usos, como é o caso das ligações previstas a Sul, a Monte da Rocha, a Norte, à Vigia e a Oeste, a Morgavel, junto ao Polo Industrial de Sines, albufeiras que são importantes origens de água para abastecimento público e /ou industrial.; ii) a outra para dar nota de que em 2017 e face às difíceis condições vividas associadas à seca e à escassez, houve oportunidade de atender os múltiplos pedidos de água para os diversos usos e de aferir e otimizar procedimentos associados à exploração integrada do Empreendimento.

### **1.6. OS SUBSISTEMAS DO EFMA E AS BARRAGENS**

O **EFMA integra três subsistemas**, todos com origem no rio Guadiana, sendo o maior o de Alqueva (beneficiando cerca de 64.500ha), com origem nesta grande albufeira e os dois outros, o de Pedrogão (beneficiando cerca de 24.500ha) e o de Ardila (beneficiando cerca de 30.500ha), com origem a jusante, cerca de 70m abaixo, na albufeira de Pedrogão, na sua margem direita e esquerda, respetivamente (Fig. 3).

No caso do **Subsistema de Alqueva**, pode-se chegar perto de Évora, Beja, Ferreira e Aljustrel a partir duma rede primária com tomada de água localizada no braço do rio Degebe, sendo que, através da estação elevatória dos Álamos (42 MW de potencia nominal quando tiver todos os grupos instalados e a maior da Europa), os caudais são elevados para um sistema adutor em canal que integra um conjunto de três barragens (Álamos I, II e III), chegando à albufeira da barragem do Loureiro, cerca de 15kms a jusante da tomada. Estas barragens, todas elas de aterro zonado, com filtro de chaminé e tapete filtrante, e com alturas de 30/35 m, foram construídas em locais que ficam no traçado de adução e permitiram não só aumentar a capacidade de regularização do sistema, como vencer a morfologia natural e designadamente os vales profundos onde foram implantadas as três barragens dos Álamos.

A partir da albufeira do Loureiro, esta Rede Primária divide-se: i) pelo circuito adutor que segue em canal para Norte, ligando-se à albufeira da barragem de betão do Monte Novo, anteriormente existente e cuja operação se iniciou em 1982, aproximando-se de Évora e ii) pelo túnel Loureiro- Alvito que com os seus 11km é o maior túnel hidráulico português, voltando para sudoeste, até à barragem do Alvito (barragem de aterro dos anos setenta e que cumpre importante função regularizadora dos caudais aduzidos). Este túnel faz o transvase da bacia do Guadiana para a bacia do Sado, transvase esse que implicou um conjunto de importantes medidas específicas de carácter ambiental, de prevenção, minimização e monitorização de impactos e, designadamente, a instalação de circuitos hidráulicos de segregação de caudais, de modo a preservar os ecossistemas endógenos.

Para jusante da barragem do Alvito, os adutores do EFMA permitem a ligação a três grandes barragens já anteriormente em exploração - as barragens de abóbadas múltiplas de Odivelas (1972), e as barragens de aterro do Vale do Gaio (1947) e mista do Roxo (1967), até aqui cumprindo uma viagem aquática de mais de 80km - e, nesta última ligação, tendo ainda intercalado as novas barragens de aterro do Pisão, de Cinco Reis e do Penedrão, de menor dimensão e alturas próximas dos 15-20m mas com uma função regularizadora, ao nível do benefício local, significativa.

A partir da albufeira do Roxo e através de uma adução com mais de cerca de 30kms pode chegar-se às Ermidas do Sado, possibilitando a partir daqui o reforço do abastecimento público à região de Sines, através da transferência de água para a albufeira da barragem de aterro de perfil-tipo zonado de Morgavel, concluída em 1980.

As características principais das barragens do EFMA que contribuem de modo incontornável para a viabilização destes “caminhos da água” no subsistema de Alqueva estão sistematizadas na Tab. 1.

Barragens	Linha de Água	Área da Bacia (km²)	Área Inundada (km²)	Altura acima do leito (m)	Coroamento Cota L (m)	NPA Nme (m)	VOLUME(hm³) Útil Total	Módulo Anual (hm³)	Descarregador de Cheias
Álamos I	Rib <sup>a</sup> Veladas	10,0	1,95	32,0	230 234	227,5 225	4,4 17,6	2,07	Descarregador em canal, soleira em labirinto e salto Ski
Álamos II	Afluente Rib <sup>a</sup> Veladas	10,0	1,95	37,5	230 295	227,5 226	4,4 17,6		o mesmo
Álamos III	Barranco da Espinheira	10,0	1,95	34,5	230 259	227,5 227	4,4 17,6		o mesmo
Loureiro	Rib <sup>a</sup> do Loureiro	15,4	0,9	30,0	225 1175	222 219	2,48 6,98	1,9	Descarregador em canal, soleira em labirinto com rolo submerso
Pisão	Rib <sup>a</sup> do Pisão	49,0	2,02	13,8	157,5 454	155 150	8,23	4,06	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Penedrão	Rib <sup>a</sup> de Canhestros	2,2	0,9	22,0	171,5 385	170 167	2,1 5,2	/	Em poço com galeria e bacia de dissipação por ressalto
Cinco Reis	Barranco do Curral	2,4	0,47	15,5	205,5 513,7	204 197,5	1,33 1,4	/	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
R4 Monte Novo	Rib <sup>a</sup> do Albardão	1,84	0,07	8	207 360	205 201,5	0,10 0,14	/	Em poço com galeria e bacia de dissipação por ressalto

**Tabela 1.** Barragens do Subsistema Alqueva.

O **Subsistema de Pedrogão** que permite chegar muito perto da zona Este de Beja, inicia-se numa grande estação elevatória (de 12,5 m<sup>3</sup>/s de caudal nominal) e liga-se à albufeira da barragem de S. Pedro, nova obra de aterro zonado, que com cerca de 25m de altura cria uma albufeira de 10 hm<sup>3</sup> e cumpre uma importante função de regularização e derivação de caudais, complementada a jusante e a cotas altas, no circuito hidráulico de S. Pedro – Baleizão, pelas albufeiras da Amendoeira e da Magra que, ainda que de menor dimensão, permitem amortecer as pontas dos pedidos e otimizar os custos dos sistemas adutores. A partir do adutor que sai da albufeira da Magra está atualmente em construção um novo sistema que permitirá o reforço de abastecimento público a Beja e à zona oriental envolvente.



As características principais das barragens do EFMA que contribuem de modo incontornável para a viabilização destes “caminhos da água” no subsistema de Pedrogão estão sistematizadas na Tab. 2.

Barragens	Linha de Água	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Área Inundada (km <sup>2</sup> )	Altura acima do leito (m)	Coroamento Cota L (m)	NPA Nme (m)	Volume(hm <sup>3</sup> ) Útil Total	Módulo Anual (hm <sup>3</sup> )	Descarregador de Cheias
<b>S. Pedro</b>	Rib <sup>a</sup> de S. Pedro	33,9	1,83	24,1	144,5 733	142,5 131	10,17 10,83	2,83	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
<b>Almeidas</b>	Barranco Jordais	0,75	0,27	8,4	195 474	193,30 190	0,50 0,54	/	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
<b>Amendoeira</b>	Afluente do Barranco do Paço Inchado	0,43	0,20	18,5	194,5 575	193 187,5	0,7 1,0	/	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
<b>Magra</b>	Afluente do Barranco de S. Pedro	0,28	0,28	18	194,5 475	193 187,5	1,0 1,8	/	Em poço com galeria e bacia de dissipação por ressalto

**Tabela 2.** Barragens do Subsistema Pedrógão.

O Subsistema do Ardila permite chegar perto de Serpa e Moura e inicia-se também numa grande estação elevatória (de 19 m<sup>3</sup>/s de caudal nominal), que permite a elevação dos caudais para um primeiro nível de adução, cerca das cotas 120/130, no qual se construíram três barragens, da Amoreira, Serpa e Brinches. Estas barragens, com alturas da ordem de grandeza ou um pouco inferiores a 30m, cumprem importantes funções de captação de caudais a cotas mais altas e de regularização e têm associadas grandes estações elevatórias de pé de barragem que permitem não só o benefício hidroagrícola mas também o reforço dos recursos disponíveis na barragem do Enxoé-obra de aterro de perfil zonado, concluída em 1998 e cuja albufeira é uma importante origem de água de abastecimento público, designadamente para Serpa e Mértola. Num segundo nível, cerca da cota 180, pode-se encontrar as barragens da Laje e de Pias, com a mesma lógica funcional referenciada atrás e ainda num terceiro nível, a barragem de Furta Galinhas a cotas próximas da (225) e na proximidade de Moura - sendo estas ultimas obras de menor dimensão e de cerca de 20m de altura mas permitindo ainda assim uma contribuição de recurso hídrico e de economia energética assinalável.

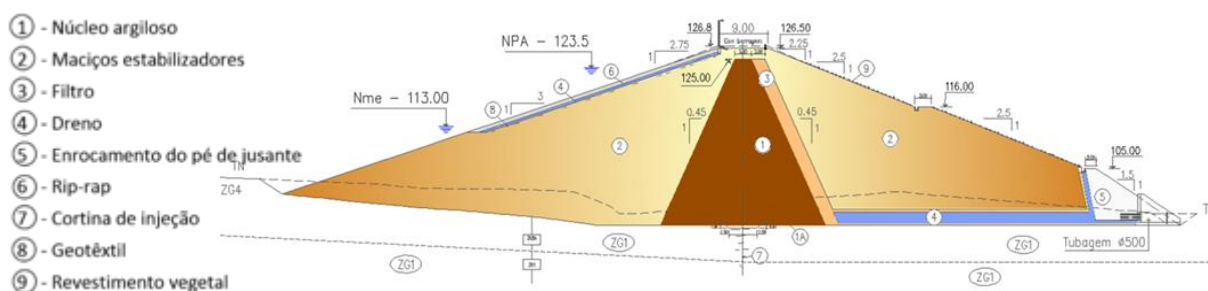
As características principais das barragens do EFMA que contribuem de modo incontornável para a viabilização destes “caminhos da água” no subsistema do Ardila estão sistematizadas na Tab. 3.

Barragens	Linha de Água	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Área Inundada (km <sup>2</sup> )	Altura acima do leito (m)	Coroamento Cota L (m)	NPA Nme (m)	VOLUME(hm <sup>3</sup> ) Útil Total	Módulo Anual (hm <sup>3</sup> )	Descarregador de Cheias
Brinches	Rib <sup>a</sup> do Loureiro	37,6	1,41	32	137,5 550	135 121,25	9,57 10,9	4,5	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Laje	Rib <sup>a</sup> da Laje	13	0,67	21,5	180,5 475	177,5 170	3,37 4,17	1,1	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Serpa	Rib <sup>a</sup> do Enxoé	175,6	1,52	28,6	126,5 430,8	123,5 105	9,92 10,2	8	Descarregador em canal com soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Amoreira	Barranco das Amoreiras	101,2	1,49	24	137,5 792	135 125	9 10,7	12,4	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Caliços	Barranco dos Caliços	3,51	0,24	16,65	195,25 472,8	193,75 190	0,63 0,84	/	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Furta Galinhas	Rib <sup>a</sup> de Brenhas	30,9	0,83	16,5	227 810	225 219	3,08 3,75	3,2	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Pias	Rib <sup>a</sup> da Amoreira	42,7	1,3	16	185 530	182,5 177,5	4,2 5,4	4,5	Descarregador em canal, soleira em labirinto e bacia de dissipação por ressalto
Orada	Bar <sup>o</sup> Azenha da Aldeia	0,2	0,1	15	140 214	138,7 133	0,35	/	Descarregador lateral, soleira em labirinto, em canal e bacia de dissipação por ressalto

**Tabela 3.** Barragens do Subsistema Ardila.

### 1.7. AS NOVAS BARRAGENS DO EFMA

As novas barragens de aterro construídas no EFMA têm habitualmente alturas entre 15 e 35m, extensão de coroamento inferior a 1km, volumes úteis armazenados da ordem de grandeza ou inferiores a 10 hm<sup>3</sup>, com paramentos de taludes suaves, integrando-se perfeitamente na morfologia e paisagem local. Na sua construção utilizaram-se materiais essencialmente obtidos perto do local e dentro da área da albufeira ou em zonas muito próximas da obra, tendo a sua maior parte tratamento profundo da fundação, face à geologia complexa da região. Todas elas foram dotadas de ensecadeiras, que posteriormente foram integradas na obra. Têm perfil tipo zonado, dotadas de filtro chaminé e tapete drenante sobre a fundação a jusante e pé de barragem em enrocamento (Fig. 4).





**Figura 4.** Barragem de Serpa - Perfil Tipo e vista de montante.

Os órgãos hidráulicos de segurança e exploração destas barragens utilizam soluções consagradas pela experiência, sendo habitualmente dotadas de descarregador em canal, a maior parte das vezes com soleira em labirinto, e bacia de dissipação por ressalto. A descarga de fundo e a tomada de água utilizam habitualmente a mesma torre de manobra, com órgãos de controlo e regulação independentes e secção-tipo em galeria na fundação da barragem (Fig. 4).

No pé de jusante destas barragens ou junto à sua albufeira encontram-se, em geral, estações elevatórias (EE) que servem as redes de rega dos blocos anexos ou que possibilitam a transferência de caudais para outros órgãos do EFMA situados a cotas superiores (Fig. 5).



**Figura 5.** Barragem e Estações Elevatórias da Amoreira (Panorâmica).

Estas barragens, tiveram habitualmente períodos de construção de 18 a 30 meses.

Associado a estas barragens e a toda a infraestruturação e exploração do Empreendimento, a EDIA vem assumindo todos os compromissos ambientais inerentes, de que é exemplo o conjunto numeroso de intervenções em linhas de água e na sua galeria ripícola, de modo a preservar esta área particularmente sensível e rica dos ecossistemas fluviais (Fig. 6).



**Figura 6.** Ribeira da Retorta - antes e depois da intervenção.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Acresce que estes novos planos de água que a EDIA vai acompanhando e monitorizando numa lógica de preservação e requalificação ambiental, vêm-se constituindo em si mesmo como polos de acolhimento de avifauna indutores de biodiversidade.

Para além de Alqueva e Pedrógão, este conjunto numeroso de barragens cumpre pois as funções habitualmente atribuídas a estas obras hidráulicas, ou seja, de captação, armazenamento e regularização mas permitem ainda, enquanto inseridas em circuitos hidráulicos de grande secção e desenvolvimento, a minimização da ponta do pedido e portanto a otimização das secções dos adutores, a disponibilidade de reserva intermédia em caso de descontinuidade na adução, a minimização sensível dos encargos energéticos por se dispor de recursos hídricos a cotas bem mais altas que as das origens de água principais de Alqueva e Pedrógão, o aumento do teor em água no solo e na atmosfera, alguma recarga dos aquíferos, maior defesa contra fogos florestais e, globalmente, contribui para uma melhor adaptação face às mudanças climáticas. Esta rede robusta de adução primária, suportada por um conjunto de barragens a cotas altas, permite ainda que boa parte da rede de distribuição se faça de modo gravítico, com evidentes economias energéticas e maiores atributos de segurança.

A situação de seca vivida no ano hidrológico de 2016-2017 vem aliás enfatizar a necessidade de, em paralelo com o compromisso de poupança de água, de minimização de perdas e desperdícios e do seu uso mais eficiente, ter um novo olhar proactivo face às obras de armazenamento, visando aumentar as reservas de água e a interligação de obras mais resilientes com outras de maior fragilidade face a situações de seca.

Efetivamente, mesmo numa infraestruturação recente como a do EFMA, é já possível sinalizar alguns casos de albufeiras confinantes, como a do Luceférit e outras já integradas nos próprios circuitos do EFMA, como as do Alvito, de S. Pedro, nas quais pelos caudais de circulação em equação, seria muito interessante aumentar o seu volume útil de armazenamento.

Num contexto de adaptação às alterações climáticas, estas barragens do EFMA, que estão interligada e operam, portanto, em rede, podem ter um importante papel, seja de aumento da resiliência dos circuitos hidráulicos em que se integram, seja de proteção dos ecossistemas envolventes, assegurando contribuições hídricas mínimas de preservação desses mesmos ecossistemas - podendo ainda assegurar também outros serviços ambientais relevantes, como o da preservação da avifauna.

### **1.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Em síntese, pode dizer-se que no EFMA, para além da barragem de Alqueva e do seu contraembalse de Pedrógão, verdadeiramente os ícones do Empreendimento, há um outro numeroso conjunto de barragens, construídas ou em exploração, essencialmente nos últimos dez anos e já após a construção da barragem de Alqueva e associadas a grandes circuitos hidráulicos de transferência que, embora de bem menor dimensão que a origem de água principal, são grandes obras de engenharia e incontornáveis para a concretização dos diversos objetivos em equação, permitindo levar o benefício hidráulico a locais remotos e



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

bem afastados da origem de água e mudando de modo sustentável, a paisagem e a sócio - economia do Alentejo.

### **1.9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aqualogus (2007). Projecto de Execução da Barragem da Amoreira. Lisboa.

EDIA (2005/2012). Estudos de planeamento macro do EFMA. Beja.

EDP (1994). Escalão de Alqueva. Projecto. Porto.

Hidrorumo (1998). Escalão de Pedrógão. Porto.

ProSistemas (2005). Projecto de Execução da Barragem de Serpa. Lisboa

Vazquez, Jorge (2015). As barragens e os novos caminhos para a água em Alqueva. In Construção Magazine n.º 67 - Obras Hidráulicas Fluviais. A Engenho e Média, Lda. Lisboa.