

## ALQUEVA SOLUÇÃO PARA REFORÇO DE CAUDAIS: DESSALINIZAÇÃO OU TRANSFERÊNCIA DO RIO TEJO?

Jorge Avelar Froes<sup>1</sup>, Francisco Gomes da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Associação +Tejo, Rua dos Ferreiros à Estrela, 73 R/C Esq. 1200-672 LISBOA, jorge.froes@planosessenciais.pt

<sup>2</sup> Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, fgsilva@isa.ulisboa.pt

### Resumo

Avaliações recentes concluem que as Barragens do EFMA podem não conseguir responder, a médio/longo prazo, às necessidades de água da sua área de influência, incluindo a Nova Área de Expansão, os Regantes Precários e o abastecimento dos Perímetros envolventes, nomeadamente Odivelas, Roxo, Alto e Baixo Sado, Lucefecit e, eventualmente, Caia.

No presente documento comparam-se duas soluções possíveis para o reforço de caudais do Alqueva: Dessalinização a partir do Baixo Guadiana ou Transferência a partir do rio Tejo.

Dessalinização - Solução que vem sendo falada, correspondente ao uso de água dessalinizada, mediante instalação de Central Dessalinizadora no rio Guadiana, a jusante, seguida de Bombagem e Adução em Canal de Encosta para montante, até ao EFMA.

Transferência a partir do rio Tejo - Solução antiga, atualmente não falada, talvez por ser “politicamente incorreta”, correspondente à transferência de água do rio Tejo, mediante Bombagem a partir da Barragem do Fratel, seguida de Adução em Canal de Encosta, passando por Niza, Portalegre e Monforte, e entrando na bacia do Guadiana na zona da albufeira da barragem do Caia.

Conclui-se, no final, que a Solução Dessalinização, para além do problema da entrega dos efluentes ultrasalinos, é várias vezes mais cara do que a Solução Transferência, que apresenta ainda outras vantagens, como seja o abastecimento do Alto Alentejo e o reforço dos caudais das barragens de Montargil e Maranhão e da futura barragem do Crato.

**Palavras Chave:** Alqueva, Alto Alentejo, Recursos Hídricos, Dessalinização, Alterações Climáticas

## 1. INTRODUÇÃO

Avaliações recentes concluem que as Barragens do Empreendimento de Múltiplos do Alqueva, EFMA, podem não conseguir responder, a médio/longo prazo, às necessidades de água da sua área de influência, incluindo a Nova Área de Expansão, os Regantes Precários e o abastecimento dos Perímetros envolventes, nomeadamente Odivelas, Roxo, Alto e Baixo Sado, Lucefecit e, eventualmente, Caia.

De facto, e tal como ficou estabelecido no início do Projeto Alqueva, o Sistema consegue responder a longo prazo, e tendo em conta as alterações climáticas, com uma garantia próxima dos 100%, ao volume máximo legalmente estabelecido para uso na rega, 590 hm<sup>3</sup>/ano em média, aos quais se somam 30 hm<sup>3</sup>/ano para uso humano e industrial, e garantindo, ainda, os caudais ambientais.

Aqueles 590 hm<sup>3</sup>/ano permitem abastecer os 120.000 ha inicialmente definidos com uma Dotação Total de 4.900 m<sup>3</sup>/ha/ano, o que poderá corresponder, admitindo perdas globais no sistema coletivo da ordem dos 10%, a uma Dotação a Nível da Parcela de 4.400 m<sup>3</sup>/ha/ano.

Este quantitativo é aceitável, tendo em conta a variação de dotações entre culturas, desde os 1.500 m<sup>3</sup>/ha/ano da Vinha até aos 6.000 m<sup>3</sup>/ha/ano do Milho ou cultura equivalente, passando pelos 2.500 m<sup>3</sup>/ha/ano do Olival e dos 4.000 m<sup>3</sup>/ha/ano do Amendoal.

No entanto, àquela área há que acrescentar os Regantes Precários, que atingem atualmente cerca de 20.000 ha, em parte ocupados por culturas permanentes. às quais se não vai negar água, mesmo nos anos mais secos.

Além disso, a nova fase de expansão do regadio, atualmente em execução, irá acrescentar cerca de 50.000 ha ao EFMA, levando a que, a médio prazo, a área total de rega se aproxime dos 190.000 ha.

Assim sendo, e admitindo que toda a área dos Precários será regada em permanência, a Dotação Total disponível passará para 3.100 m<sup>3</sup>/ha, ou seja, 2.800 m<sup>3</sup>/ha/ano a nível da Parcela, valor reduzido, e só possível se se considerar como estática no tempo, ao longo dos próximos 50 anos, a situação atual, onde o Olival ocupa 60% da área regada.

No entanto, tal não é expectável. De facto, já se assiste, atualmente, à substituição de Olival por Amendoal, que quase duplica os consumos unitários daquele, sendo possível que tal também venha a acontecer com o Nogueiral, atualmente em fase de grande expansão, nomeadamente no Alqueva, e cuja dotação, 7.500 m<sup>3</sup>/ha/ano, triplica a do Olival.

Tal situação, se/quando acontecer, porá em causa a capacidade de resposta do sistema, nomeadamente por se estar em presença de culturas permanentes, com elevados custos de instalação, onde a garantia de abastecimento tem de se aproximar dos 100%.

Nesta perspetiva, e considerando que, a médio prazo, a Dotação Média Total poderá estabilizar nos 4.000 m<sup>3</sup>/ha/ano, ou seja, 3.600 m<sup>3</sup>/ha/ano ao nível da Parcela, valor intermédio entre o inicial e o anteriormente referido, o Volume Médio anualmente necessário à rega dos 190.000 ha deverá subir para 760 hm<sup>3</sup>/ano, mais 170 hm<sup>3</sup>/ano (29%) do que a disponibilidade atual.

Mas um outro grupo de Utilizadores da água, os Perímetros de Rega já existentes e confinantes com o EFMA, Roxo, Odivelas, Vigia, Alto e Baixo Sado, Lucefecit e, eventualmente, Caia, vem fazer pressão sobre os recursos disponíveis, dadas as falhas sistemáticas que as respetivas origens têm apresentado nos últimos anos, e com tendência para o agravamento, fruto das alterações climáticas.

Estes Empreendimentos, aos quais se terá de dar uma resposta positiva, poderão implicar, no seu conjunto, volumes de água da ordem dos 130 hm<sup>3</sup>/ano.

Em resumo, o Volume Anual médio a disponibilizar a médio prazo, para fazer face aos usos agrícolas, poderá aproximar-se dos (590+170+130) = 890 hm<sup>3</sup>/ano, ou seja, mais 300 hm<sup>3</sup>/ano, um aumento de 50% face à situação atual.

**Quadro 1 - EFMA – Volume a disponibilizar a médio prazo**

UTILIZADOR	ÁREA	VOLUME
Alqueva 1ª Fase	120.000 ha	480 hm <sup>3</sup> /ano
Alqueva 2ª Fase	50.000 ha	200 hm <sup>3</sup> /ano
Precários	20.000 ha	80 m <sup>3</sup> /ano
Perímetros Confinantes		130 hm <sup>3</sup> /ano
TOTAL		890 hm <sup>3</sup> /ano

Para a resolução deste problema de falta de recurso e/ou usos excessivos, existem 2 hipóteses teoricamente possíveis:

- Redução em 20% da área de rega de cada Parcela (como já alguém sugeriu ...) em simultâneo com o “abandono” dos Perímetros Confinantes e dos Regantes Precários, deixando-os à sua (má) sorte.
- Reforço dos caudais do Alqueva, garantindo que todos recebem água ... e integração dos Precários, resolvendo uma situação de nítido “abuso de poder” de quem tem a “faca e o queijo” na mão.

Naturalmente que só a última hipótese é solução.

## 2. SOLUÇÕES DE REFORÇO DO ALQUEVA

Tendo em conta o exposto anteriormente, que soluções existem para reforço das aflúncias ao Alqueva em cerca de 300 hm<sup>3</sup>/ano?

- **Recursos da Bacia do Guadiana, a Montante do EFMA**

Da bacia do Guadiana a montante do Alqueva chegam, em média, de Espanha, cerca de 2.000 hm<sup>3</sup>/ano, mas com elevada variabilidade inter-anual.

Simulações recentes indicam, como se afirmou inicialmente, que não é possível aumentar os 590 hm<sup>3</sup>/ano disponibilizados pelo Título de Utilização de Recursos Hídricos passado pelo Estado Português.

Além disso, não há garantia de continuação, por parte de Espanha, da adução de aflúncias superiores aos valores estabelecidos na Convenção de Albufeira, com máximos da ordem dos 600 hm<sup>3</sup>/ano.

- **Recursos da Bacia do Guadiana, a Jusante do EFMA**

Da bacia do Guadiana, mas agora a jusante do EFMA, considera-se não ser viável retirar recursos hídricos em volume significativo, até porque os que existem, nomeadamente nas ribeiras da margem direita do baixo Guadiana, deverão ser alocados ao abastecimento do Algarve, região em grande stress hídrico, com tendência para se agravar.

- **Central Dessalinizadora no Baixo Guadiana**

Nas “Notícias” tem surgido a possibilidade de se usar água dessalinizada, mediante instalação de Central de Dessalinização no Baixo Guadiana, seguida de transferência dos caudais para o EFMA.

É uma solução tecnicamente possível, mas com alguns problemas ambientais e, principalmente, custos muito elevados, como se verá a seguir.

- **Transferência a Partir do rio Tejo**

Finalmente, existe a solução antiga, mas atualmente não falada, talvez por ser “politicamente incorreta”, de transferência de água do rio Tejo para o Guadiana, assim as aflúncias próprias o permitam, o que, de facto acontece, como se verá a seguir.

Nos pontos seguintes comparam-se a nível técnico, ambiental e económico. as duas últimas soluções.

### 3. CENTRAL DE DESSALINIZAÇÃO NO BAIXO GUADIANA

#### 3.1. Localização da Central

No rio Guadiana, a maré faz-se sentir até ao Pomarão, pelo que, à partida, este seria o local ideal para a instalação da Central de Dessalinização.

Existe, no entanto, o problema do elevado caudal rejeitado, da mesma ordem de grandeza do caudal de água doce conseguido, que se apresenta extremamente salino, e o que fazer com o mesmo.

De facto, a sua devolução ao meio hídrico no próprio local, onde o caudal vindo de montante pode-se reduzir a 2 m<sup>3</sup>/s, levará ao rápido “salgamento” da zona, impossibilitando o seu uso.

Assim sendo, a Central Dessalinizadora deverá ficar em local onde a receção do caudal rejeitado seja facilmente diluível, o que só acontece perto da foz do rio Guadiana.

#### 3.2. Volumes e Caudais a Garantir

Comos e viu anteriormente, o volume que poderá ser necessário garantir, anualmente, ao EFMA, através de origens exteriores ao atual sistema baseado no Guadiana e na barragem do Alqueva, rondará os 300 hm<sup>3</sup>/ano.

Entretanto, e dado os custos mais elevados da água de reforço, é normal que se espere pelo mês de Abril, último mês com alguma probabilidade de afluências significativas, para se iniciar a transferência de caudais.

Assim, aquele volume de 300 hm<sup>3</sup>/ano, quando necessário, deve ser entregue, preferencialmente, durante a época de rega, em 7 meses, de Abril a Outubro, seguindo de perto a curva de pedidos da rega.

*Quadro 2 – Volumes Mensais necessários e transferidos*

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	TOTAL
NECESSIDADES (hm <sup>3</sup> )	15	30	60	75	75	30	15	300
TRANSFERÊNCIAS (hm <sup>3</sup> )	35	55	55	55	55	30	15	300

Como se pode verificar, o volume máximo mensal de reforço rondará os 55 hm<sup>3</sup>/mês, nos meses de Maio a Agosto, admitindo que existe alguma capacidade de regularização nas barragens do Sistema do EFMA.

Descontando cerca de 15% do tempo disponível, para manutenção, o volume de água a garantir diariamente andarรก próximo dos 2,0 hm<sup>3</sup>/dia, o que corresponde a um caudal instantâneo de 25 m<sup>3</sup>/s.

*Quadro 3 – Volumes e Caudais a transferir*

Volume Anual	300 hm <sup>3</sup> /ano
Volume Mensal de Ponta	55 hm <sup>3</sup> /mês hm <sup>3</sup> /ano
Volume Diário de Ponta	2 hm <sup>3</sup> /dia
Caudal de Ponta	25 m <sup>3</sup> /s

### 3.3. Características da Central

A Central deverá adotar a tecnologia de Osmose Inversa, sistema que atualmente mais usado em todo o mundo.

Quanto à capacidade de dessalinização, e como se viu, o caudal a garantir no EFMA deverá ser de 25 m<sup>3</sup>/s, 2,0 hm<sup>3</sup>/dia, volume que deverá ser previamente dessalinizado na Central.

De notar que este valor é extremamente elevado, face à realidade mundial atual, onde a capacidade destas Centrais, que em geral são usadas para abastecimento urbano, não ultrapassa os 0,2 hm<sup>3</sup>/dia.

De facto, e considerando que a capitação urbana nacional ronda os 200 l/dia, aquele quantitativo de 2 hm<sup>3</sup>/dia permite servir uma população de 10.000.000 habitantes, a totalidade da população portuguesa!

No entanto, em Espanha, Israel e outros locais, já se usa esta tecnologia para obtenção de água de rega, pelo que vale a pena analisar os seus custos de investimento e de exploração.

### 3.4. Custo da Água Dessalinizada

As Centrais de Dessalinização têm custos de investimento muito variáveis, havendo a hipótese de reduzir esse custo para perto dos 700 €/(m<sup>3</sup>/dia) nas Centrais de muito grande dimensão, como é o caso.

Tendo em conta que o volume diário a dessalinizar será de 2,0 hm<sup>3</sup>/dia = 2.000.000 m<sup>3</sup>/dia, como se viu anteriormente, o custo da Central de Dessalinização do Guadiana deverá rondar os (700\*2.000.000) = 1.440.000.000 € = 1.400 M€.

Note-se que este valor corresponde a 50% do investimento total a efetuar no EFMA, que, no final, após a atual expansão para os 170.000 ha regados, rondará, incluindo as barragens, os 2.800 M€.

Entretanto, numa Central de Dessalinização, 75% do investimento corresponde a equipamentos e os restantes 25% a construção civil. Considerando períodos de amortização de 25 anos para os equipamentos e de 50 anos para a construção civil, e um volume anual dessalinizado de 300 hm<sup>3</sup>/ano, o custo de investimento unitário será de 0,16 €/m<sup>3</sup>.

A este valor somam-se os custos de conservação e manutenção, incluindo membranas, cerca de  $0,18 \text{ €/m}^3$ , num total de  $(0,16+0,18) = 0,34 \text{ €/m}^3$ .

Quanto aos custos energéticos da dessalinização, os atuais sistemas de osmose inversa gastam cerca de  $3,5 \text{ kWh/m}^3$  de água dessalinizada. Admitindo um custo composto da eletricidade (consumo + potência) da ordem dos  $0,1 \text{ €/kWh}$ , os custos energéticos unitários vem iguais a  $(3,5*0,1) = 0,35 \text{ €/m}^3$ .

No total, o custo da água dessalinizada rondará os  $0,70 \text{ €/m}^3$ , dos quais 50% correspondem a gastos energéticos e os restantes 50% a custos de amortização do investimento e de conservação e manutenção, incluindo as membranas.

**Quadro 4 – Central de Dessalinização**

Volume Anual	300 hm <sup>3</sup> /ano
Volume Diário	2.000.000 m <sup>3</sup> /dia
Custo de Investimento Unitário	700 € / (m <sup>3</sup> /dia)
Custo Total de Investimento	1.400.000.000 €
Equipamentos – Valor / Amortização	75% / 25 anos
Construção Civil– Valor / Amortização	25% / 50 anos
Custo de Investimento Unitário	0,16 €/m <sup>3</sup>
Custo de Conservação e Manutenção	0,18 €/m <sup>3</sup>
Consumo Elétrico na Dessalinização	3,5 kWh / m <sup>3</sup>
Custo Eletricidade (Potência + Consumo)	0,10 €/kWh
Custo Energético	0,35 €/m <sup>3</sup>
<b>CUSTO TOTAL</b>	<b>0,69 €/m<sup>3</sup></b>

### 3.5. Sistema de Adução Foz do Guadiana - EFMA

Uma vez a água dessalinizada, será necessário colocá-la no EFMA, que dista cerca de 120 km da foz do rio Guadiana, 50 km até ao Pomarão e mais 70 km até ao açude do Pedrógão, mediante Bombagem dum caudal máximo de  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , seguida de adução em Canal dimensionado para a mesma vazão.

Considerando que se lança a água no açude do Pedrogão à cota média de 85 m, este será o valor do desnível geométrico, sendo que a água na origem estará à cota 0 m.

A este valor, e admitindo um valor unitário de  $0,4 \text{ m/km}$ , e ainda 5 m na própria EE, deverão somar-se cerca de  $(0,4*120+5) = 55 \text{ m}$  de perda de carga o que se traduz numa elevação total de  $(85+55) = 140 \text{ m}$ .

Esta será a altura manométrica de elevação da Estação Elevatória, cuja potência, tendo em conta o caudal de  $25 \text{ m}^3/\text{s}$ , deverá rondar os 43 MW.

### 3.6. Custos de Transporte até ao EFMA

Quanto ao transporte para o Alqueva, está-se em presença dum Canal com 120 km de comprimento e uma capacidade de transporte de 25 m<sup>3</sup>/s, de traçado sinuoso e múltiplos sifões invertidos, dada a topografia da zona atravessada.

Tendo em conta obras semelhantes executadas recentemente, nomeadamente no âmbito do EFMA, admite-se que este canal tenha um custo unitário de 2,5 M€/km, o que dá um total de (120\*2,5) = 300 M€.

Ao canal junta-se a Estação Elevatória, com uma potência próxima dos 43 MW, com um custo, tendo também em conta obras semelhantes executadas no âmbito do EFMA, da ordem dos 40 M€, vindo o investimento total próximo dos (300+40) = 340 M€.

Considerando períodos de amortização de 25 anos para os equipamentos e de 50 anos para a construção civil, e um volume anual transportado de 300 hm<sup>3</sup>/ano, tal corresponde a um custo de amortização unitário da ordem dos 0,027 €/m<sup>3</sup>, aos quais se juntam os custos de conservação e manutenção, cerca de 0,006 €/m<sup>3</sup>, num total de (0,027+0,006) = 0,033 €/m<sup>3</sup>.

No que se refere aos custos energéticos na bombagem, a elevação necessária rondará, como se viu anteriormente, os 140 m, o que se traduz num consumo elétrico próximo dos 0,47 kWh/m<sup>3</sup>.

Admitindo um custo composto da eletricidade (consumo + potência) de 0,1 €/kWh, os custos energéticos unitários vem iguais a (0,47\*0,1) = 0,047 €/m<sup>3</sup>.

No total, o custo da colocação da água dessalinizada no EFMA, incluindo a bombagem e o transporte, rondará os (0,033+0,047) = 0,08 €/m<sup>3</sup>.

**Quadro 5 – Estação Elevatória**

Caudal	25 m <sup>3</sup> /s
Altura Manométrica Total	140 m
Potência	43 MW
Custo Total	40.000.000 €
Equipamentos - Valor/Amortização	75% / 25 anos
Construção Civil- Valor/Amortização	25% / 50 anos
Custo de Investimento Unitário	0,0047 €/m <sup>3</sup>
Custo de Conservação	0,0016 €/m <sup>3</sup>
Consumo Elétrico	0,48 kWh/m <sup>3</sup>
Custo Eletricidade (Potência + Consumo)	0,10 €/kWh
Custo Energético	0,048 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL ELEVAÇÃO</b>	<b>0,054 €/m<sup>3</sup></b>



**Quadro 6 - Canal de Adução**

Caudal	25 m <sup>3</sup> /s
Comprimento	120 km
Custo de Investimento por m linear	2.500 €/m
Custo Total	300.000.000 €
Equipamentos - Valor/Amortização	10% / 25 anos
Construção Civil- Valor/Amortização	90% / 50 anos
Custo de Investimento Unitário	0,0220 €/m <sup>3</sup>
Custo de Conservação	0,0046 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL CANAL</b>	<b>0,026 €/m<sup>3</sup></b>

### 3.7. Custo Total da Água Dessalinizada Posta no EFMA

No Quadro seguinte resumem-se os custos de investimento, manutenção e exploração das diferentes equipamentos e infraestruturas.

**Quadro 7 – Custo da água dessalinizada na foz do Guadiana posta no açude do Pedrógão**

	CENTRAL	ESTAÇÃO	CANAL	TOTAL
Investimento total (€)	1.400 M€	40 M€	300 M€	1.740 M€
Investimento (€/m <sup>3</sup> )	0,160 €/m <sup>3</sup>	0,0047 €/m <sup>3</sup>	0,0220 €/m <sup>3</sup>	0,19 €/m <sup>3</sup>
Manutenção (€/m <sup>3</sup> )	0,180 €/m <sup>3</sup>	0,0016 €/m <sup>3</sup>	0,0046 €/m <sup>3</sup>	0,18 €/m <sup>3</sup>
Energia (€/m <sup>3</sup> )	0,350 €/m <sup>3</sup>	0,048 €/m <sup>3</sup>	0,0 €/m <sup>3</sup>	0,40 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,69 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,054 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,027 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,77 €/m<sup>3</sup></b>
<b>TOTAL (%)</b>	<b>89,5%</b>	<b>7,0%</b>	<b>3,5%</b>	<b>100%</b>

Como se pode ver, o custo unitário total da água, incluindo a dessalinização na Foz do Guadiana e o transporte até ao açude do Pedrógão, ronda os 0,77 €/m<sup>3</sup>, dos quais cerca de 90% correspondem à dessalinização e 10% à bombagem e adução.

Relativamente à energia gasta na dessalinização e elevação para o canal, verifica-se que a mesma corresponde a cerca de 52% do custo total da água.

De notar, finalmente, que este valor de 0,77 €/m<sup>3</sup>, podendo ser aceitável para o abastecimento urbano, compara com o custo composto [área(ha) + volume(m<sup>3</sup>)] atual da água no Alqueva, que ronda os 0,07 €/m<sup>3</sup>, ou seja, 11 vezes menos, o que torna problemático o uso na rega daquela origem de água alternativa.

É neste sentido que se analisa, de seguida, a alternativa de reforço dos caudais do EFMA a partir das aflúncias do rio Tejo.

## 4. TRANSFERÊNCIA DO RIO TEJO

### 4.1. Histórico

Em alternativa à Dessalinização, aparece a solução, já antiga mas entretanto “esquecida”, de transferência a partir do rio Tejo.

De facto, nas versões do século passado do Plano de Rega do Alentejo, o Alto Alentejo era abastecido a partir do Tejo, havendo soluções que previam que tal aconteceria mediante barragem a construir no rio Ocreza, reduzindo drasticamente os custos de bombagem.

No caso presente, e dada a inexistência desta barragem, apesar de agora por vezes falada no âmbito do reforço dos caudais ecológicos do rio Tejo, considera-se que a água será elevada a partir da albufeira do Fratel, cujo plano de água “toca”, a montante, a barragem Espanhola de Cedillo, para a encosta da margem esquerda, alguns km a montante de Niza.

Daí partirá um Canal a meia encosta, ao longo do Alto Alentejo, que levará a água para o Alqueva, através da bacia do rio Caia, conforme se descreve posteriormente.

Este canal estava previsto no Plano de rega do Alto Alentejo, embora a uma cota inferior, e não seguindo para o Guadiana, a Este, mas sim para Sueste, alimentando uma série de pequenos regadios, uns entretanto construídos, como Divor, Minutos e Veiros, outros agora novamente falados, como o Crato e a sua barragem do Pisão, outros ainda já meio esquecidos, como Monforte, D. João, Frei Joaquim e Fargela.

Nesta perspetiva, a construção do Canal Tejo – Guadiana deverá ter esta realidade da rega do Alto Alentejo em conta, podendo, eventualmente, integrar uma solução comum e do maior interessa para a região.

### 4.2. Disponibilidades Hídricas do rio Tejo

Ao rio Tejo afluem, em média, 13.620 hm<sup>3</sup>/ano, 6.270 hm<sup>3</sup>/ano derivados da parte Portuguesa da bacia e 7.350 hm<sup>3</sup>/ano afluídos, já em regime modificado, de Espanha, aos quais se somam 440 hm<sup>3</sup>/ano relativos às ribeiras do Oeste, num total de 14.060 hm<sup>3</sup>/ano [PGRH Tejo e Oeste 2016]

A este quantitativo somam-se os recursos hídricos subterrâneos, 3.500 hm<sup>3</sup>/ano [PGRHTO2016], num total disponível de (14.060 + 3.500) = 17.560 hm<sup>3</sup>/ano.

No que se refere às Utilizações líquidas na bacia (Usos - Retornos), rondam os (1.710 – 390) = 1.320 hm<sup>3</sup>/ano, dos quais cerca de 680 hm<sup>3</sup>/ano (52%) derivam de águas subterrâneas e os restantes 640 hm<sup>3</sup>/ano de águas superficiais. [PGRHTO2016].

Este Uso líquido corresponde a (1.320/17.560) = 7,5% das disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas da Região Hidrográfica.

Já a transferência prevista para o rio Guadiana, de 300 hm<sup>3</sup>/ano, corresponde a  $(300/17.560) = 1,7\%$  das disponibilidades hídricas das Bacias do Tejo e Oeste.

Entretanto, e a longo prazo, e fruto das alterações climáticas previstas, projeta-se uma redução dos recursos hídricos que poderá atingir os 30%.

A nível dos usos, é possível um aumento, no Tejo e Oeste, das utilizações agrícolas, passando o atual uso de 1.320 hm<sup>3</sup>/ano para perto de 1.600 hm<sup>3</sup>/ano, sobre ao quais acresce o aumento de 10% inerente às alterações climáticas, num total 1.760 hm<sup>3</sup>/ano.

As disponibilidades hídricas totais da Região Hidrográfica poderão descer, então, a longo prazo, para  $(17.560*70\%) = 12.290$  hm<sup>3</sup>/ano, subindo os usos líquidos para 1.760 hm<sup>3</sup>/ano, o que corresponde a uma percentagem de utilização de 14%.

Nesta situação, as transferências para o Alqueva passarão a 330 hm<sup>3</sup>/ano, correspondendo a  $(300*110\%/12.290) = 2,7\%$  das disponibilidades hídricas do Tejo e Oeste a longo prazo.

Parece-se, assim, concluir-se, que a transferência anual daqueles volumes para o Alqueva, não afetará significativamente os recursos hídricos disponíveis no Tejo nem porão em causa os respetivos usos locais.

*Quadro 8 – Bacia do Tejo –Disponibilidades e Necessidades c/ reforço do Alqueva*

	BACIAS DO TEJO E OESTE	REFORÇO ALQUEVA	NECESSIDADES / DISPONIBILIDADES
Disponibilidades Atuais	17.560 hm <sup>3</sup> /ano		
Necessidades Atuais	1.320 hm <sup>3</sup> /ano	300 hm <sup>3</sup> /ano	9,2 %
Disponibilidades Futuras	12.290 hm <sup>3</sup> /ano		
Necessidades Futuras	1.760 hm <sup>3</sup> /ano	330 hm <sup>3</sup> /ano	17,0 %

### 4.3 Período de Transferência de Caudais do Tejo para o Guadiana

Quanto ao período anual de transferência de caudais do Tejo para o Guadiana, o mesmo deve ser definido tendo em conta alguns aspetos essenciais relativamente ao rio Tejo.

Em primeiro lugar, as afluências superficiais mais facilmente aproveitáveis são as que chegam à albufeira de Fratel, vindas de Espanha

Em segundo lugar, o seu aproveitamento será feito “a fio de água”, não se prevendo a construção de nenhuma barragem de armazenamento no Tejo, que guarde água no Inverno para distribuir no Verão.

Assim sendo, as transferências devem acontecer no período de maiores afluências, de Novembro a Abril, considerando-se que a partir deste mês se deverão deixar as afluências para os usos locais, de modo a não alterar significativamente o regime hídrico do rio, nomeadamente no período mais seco.

Considerando o Volume Mensal Máximo já anteriormente referido, 55 hm<sup>3</sup>/mês, ter-se-á, então, o seguinte período de bombagem com os respetivos volumes mensais:

*Quadro 9 – Volumes Mensais necessários e transferidos*

	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABRIL	MAI-OUT	TOTAL
NECESSIDADES (hm <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0	15	285	300
TRANSFERÊNCIAS (hm <sup>3</sup> )	55	55	55	55	55	25	0	300

Como só existe sobreposição das Curvas das Necessidades e das Transferências em Abril, tal indica que entre Novembro e Março a água transferida deverá ser armazenada na barragem do Alqueva.

O único problema na transferência antecipada da água respeita ao facto de, acontecendo um ano húmido tardio na bacia do Guadiana, nomeadamente nos meses de Fevereiro e Março, a albufeira enche, descarrega, e “perdem-se” os caudais transferidos do Tejo. Esta situação é um risco que se corre, mas eventualmente com um período de retorno dilatado, superior a 10 anos.

Compensando esta situação, existem as aflúências da Serra de S. Mamede, que afluem graviticamente ao Canal Tejo – Guadiana, nomeadamente através da barragem de Póvoas e Meadas, e que poderão ser superiores, no computo global dos 10 anos, aquelas perdas.

De facto, o Canal “domina” uma bacia hidrográfica com uma área superior a 800 km<sup>2</sup> com escoamentos médios da ordem dos de 175 mm/ano, correspondendo a aflúências médias de 140 hm<sup>3</sup>/ano, as quais podem ser parcialmente aproveitadas, nomeadamente as que não afluem às barragens de Montargil e Maranhão, evitando a bombagem a partir do Tejo e os respetivos custos energéticos.

Em resumo, considera-se que se está do lado da segurança ao admitir que a totalidade do caudal é elevado a partir do tejo, mesmo que possa a haver perdas resultantes do enchimento imprevisto da albufeira do Alqueva.

#### **4.4. Sistema de Transferência Tejo – Guadiana**

O Sistema será constituído por uma Estação Elevatória a instalar na albufeira da barragem do Fratel, com o NPA à cota 75 m, na margem esquerda, frente a Nisa, que bomba para a encosta acima, para a cota 300 m.

Tendo em conta este desnível geométrico e admitindo 5 m de perda de carga na Estação, a Altura Manométrica total rondará os (300-75+5) = 230 m. Quanto ao caudal a elevar, será de 25 m<sup>3</sup>/s, como se viu anteriormente. Nesta perspetiva, a potência total rondará os 70 MW.

A partir daí desenvolve-se um canal que, passando por Niza, Portalegre e Monforte, “entra” na bacia do Guadiana pela sub-bacia do rio Caia, passa por Elvas e entrega os caudais no Guadiana, já perto da Jerumenha, num comprimento total de 150 km.

Este canal desenvolve-se em terreno relativamente suave em termos topográficos, com alguns sifões invertidos, possibilitando uma perda de carga média da ordem dos 0,3 m/km, num total de  $(0,3 \cdot 150) = 45$  m.

Assim sendo, e partindo, das encostas do Tejo, à cota 300 m, chega às encostas do Alqueva à cota  $(300-45) = 255$  m, sendo que a cota média da albufeira ronda os 145 m, ou seja,  $(255-145) = 110$  m abaixo.

Nesta perspetiva, e no sentido de minimizar os custos energéticos do sistema de transferência, prevê-se a instalação local duma Central Mini-Hídrica que permita a turbinagem dos caudais.

Tendo em cota aquele desnível e uma perda de carga na CMH de 5 m, a Altura Útil disponível será de  $(110-5) = 105$  m. Para um caudal, já anteriormente determinado, de 25 m<sup>3</sup>/s, a potência conseguida deverá rondar os 21 MW.

#### 4.5. Custos de Transporte até ao EFMA

No que se refere à Estação Elevatória, está-se em presença dum equipamento com uma potência próxima dos 70 MW, o que se traduzirá num custo, tendo também em conta obras semelhantes executadas no âmbito do EFMA, da ordem dos 50 M€.

Quanto ao Canal, está-se em presença duma infraestrutura com 150 km de comprimento e uma capacidade de transporte de 25 m<sup>3</sup>/s, de traçado simples, com poucos sifões invertidos, dada a topografia da zona atravessada.

Tendo em conta obras semelhantes executadas recentemente, nomeadamente no âmbito do EFMA, admite-se que este canal tenha um custo unitário de 2,0 M€/km, o que dá um total de  $(150 \cdot 2) = 300$  M€.

Finalmente, e no que toca à Central Mini-Hídrica, o seu custo, tendo em conta a queda útil, 105 m, e a potência, 21 MW, deverá aproximar-se dos 15 M€.

Assim sendo, o investimento total na Estação Elevatória, Canal e Central Mini-Hídrica, será próximo dos 365 M€.

Considerando períodos de amortização de 25 anos para os equipamentos e de 50 anos para a construção civil, e um volume anual transportado de 300 hm<sup>3</sup>/ano, tal corresponde a um custo de amortização unitário da ordem dos 0,030 €/m<sup>3</sup>, aos quais se juntam os custos de conservação e manutenção, cerca de 0,007 €/m<sup>3</sup>, num total de 0,037 €/m<sup>3</sup>.

No que se refere aos custos energéticos na bombagem, a elevação necessária rondará, como se viu, os 230 m, o que se traduz num consumo elétrico próximo dos 0,78 kWh/m<sup>3</sup>.

Admitindo o custo composto da eletricidade (consumo + potência) de 0,1 €/kWh, os custos energéticos unitários vem iguais a 0,078 €/m<sup>3</sup>.

No sentido contrário, a Central Mini-Hídrica, com uma queda útil de 105 m, produzirá um valor próximo dos 0,23 kWh/m<sup>3</sup>. Admitindo o preço da eletricidade de 0,05 €/kWh, os ganhos energéticos unitários vem iguais a 0,011 €/m<sup>3</sup>.

Em conclusão, o balanço energético entre gastos e ganhos, traduz-se num gasto líquido de (0,078-0,011) = 0,067 €/m<sup>3</sup>.

No total, o custo da colocação da água do rio Tejo na albufeira do Alqueva, incluindo a bombagem e o transporte, rondará os 0,10 €/m<sup>3</sup>.

**Quadro 10 – Estação Elevatória**

Altura Manométrica Total	230 m
Potência	70 MW
Custo Total	50.000.000 €
Equipamentos - Valor/Amortização	75% / 25 anos
Construção Civil- Valor/Amortização	25% / 50 anos
Custo de Investimento Unitário	0,0058 €/m <sup>3</sup>
Custo de Conservação	0,0020 €/m <sup>3</sup>
Consumo Elétrico	0,78 kWh/m <sup>3</sup>
Custo Eletricidade (Potência + Consumo)	0,10 €/kWh
Custo Energético	0,078 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL ELEVACÃO</b>	<b>0,086 €/m<sup>3</sup></b>

**Quadro 11 – Canal de Adução**

Comprimento	150 km
Custo de Investimento por m linear	2.000 €/m
Custo Total	300.000.000 €
Equipamentos - Valor/Amortização	10% / 25 anos
Construção Civil- Valor/Amortização	90% / 50 anos
Custo de Investimento Unitário	0,0220 €/m <sup>3</sup>
Custo de Conservação	0,0046 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL CANAL</b>	<b>0,027 €/m<sup>3</sup></b>

**Quadro 12 – Central Mini-Hídrica**

Queda Útil	105 m
Potência	21 MW
Custo Total	15.000.000 €
Equipamentos - Valor/Amortização	75% / 25 anos
Construção Civil- Valor/Amortização	25% / 50 anos
Custo de Investimento Unitário	0,0018 €/m <sup>3</sup>
Custo de Conservação	0,0006 €/m <sup>3</sup>
Produção Elétrica	0,23 kWh/m <sup>3</sup>
Preço Eletricidade	0,05 €/kWh
Ganho Energético	- 0,011 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL CMH</b>	<b>- 0,009 €/m<sup>3</sup></b>

De notar o custo “negativo” da Central Mini-Hídrica, de (-0,009) €/m<sup>3</sup>, em resultado da produção de eletricidade, que irá ser subtraído aos custos “positivos” da Estação Elevatória e Canal, tornando menos pesado o investimento.

#### 4.6. Custo Total da Água do Tejo posta no EFMA

No Quadro seguinte resumem-se os custos de investimento, manutenção e exploração das diferentes equipamentos e infraestruturas.

**Quadro 13 – Custo da água do rio Tejo posta na albufeira do Alqueva**

	ESTAÇÃO ELEVATORIA	CANAL	CENTRAL ELETRICA	TOTAL
Investimento total (€)	50 M€	300 M€	15 M€	365 M€
Investimento (€/m <sup>3</sup> )	0,0058 €/m <sup>3</sup>	0,0220 €/m <sup>3</sup>	0,0018 €/m <sup>3</sup>	0,030 €/m <sup>3</sup>
Manutenção (€/m <sup>3</sup> )	0,0020 €/m <sup>3</sup>	0,0046 €/m <sup>3</sup>	0,0006 €/m <sup>3</sup>	0,007 €/m <sup>3</sup>
Energia (€/m <sup>3</sup> )	0,078 €/m <sup>3</sup>	0,0 €/m <sup>3</sup>	- 0,011 €/m <sup>3</sup>	0,067 €/m <sup>3</sup>
<b>TOTAL (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,086 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,027 €/m<sup>3</sup></b>	<b>- 0,009 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,10 €/m<sup>3</sup></b>

Como se pode ver, o custo unitário total da água do rio Tejo posta na barragem do Alqueva ronda os 0,10 €/m<sup>3</sup>, dos quais cerca de 67% correspondem à energia elétrica.

Este valor compara com o custo composto [área (ha) + volume (m<sup>3</sup>)] atual da água no Alqueva, que ronda os 0,07 €/m<sup>3</sup>.

## 5. CONCLUSÕES

Comparando as duas soluções possíveis, verifica-se que, a nível económico, o uso de águas do rio Tejo corresponde unicamente a 13% do uso de águas dessalinizadas.

*Quadro 14 – Custo da água posta no EFMA*

	DESSALINIZAÇÃO [1]	SISTEMA TEJO [2]	DIFERENÇA [1]-[2]	DIFERENÇA [2]/[1]
Investimento total (€)	1.740 M€	365 M€	1.375 M€	21%
Investimento (€/m <sup>3</sup> )	0,19 €/m <sup>3</sup>	0,030 €/m <sup>3</sup>	0,0,16 €/m <sup>3</sup>	16%
Manutenção (€/m <sup>3</sup> )	0,18 €/m <sup>3</sup>	0,007 €/m <sup>3</sup>	0,173 €/m <sup>3</sup>	4%
Energia (€/m <sup>3</sup> )	0,40 €/m <sup>3</sup>	0,067 €/m <sup>3</sup>	0,333 €/m <sup>3</sup>	17%
<b>TOTAL (€/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0,77 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,10 €/m<sup>3</sup></b>	<b>0,67 €/m<sup>3</sup></b>	<b>13%</b>

Mesmo que o investimento seja totalmente subsidiado a fundo perdido, como tem acontecido ultimamente com as infraestruturas de regadio, a [Energia + Manutenção] da solução Tejo corresponde a 30% da Dessalinização.

Acresce o facto de 67% do custo da água corresponder a gastos energéticos, contra 52% da solução Dessalinização. Tal situação, quando integrada na possibilidade de energia a custo reduzido com base na produção fotovoltaica, tornará ainda mais vantajosa a esta solução.

Por outro lado, o facto do Sistema ter a jusante um reservatório de grande dimensão, a albufeira do Alqueva, permite gerir a transferência de caudais ao longo do ano, possibilitando o uso de energia em excesso na rede, de produção eólica e fotovoltaica, tal como agora se fala relativamente à produção de hidrogénio, só que naquele caso com uma maior eficiência.

Ainda a nível do tema da energia, a solução Tejo implica um consumo 6 vezes inferior ao da Dessalinização, ou seja, com uma pegada de carbono 6 vezes inferior.

A nível ambiental, a solução Tejo não produz rejeitados, nomeadamente os efluentes ultrasalinos da Dessalinização, que interferem negativamente com o meio hídrico recetor.

A solução Tejo permite ainda pensar numa solução mais vasta, de abastecimento do Alto Alentejo, que estava considerada no Plano de Rega do Alentejo inicial, do qual só avançou o abastecimento do baixo Alentejo, através do Alqueva.

Finalmente, a solução Tejo é uma componente fundamental no aproveitamento futuro dos recursos hídricos nacionais, numa perspetiva integrada e de usos múltiplos, e que passará, necessariamente, pela transferência de caudais [Douro – Tejo – Guadiana – Algarve], solução que resolverá em definitivo os problemas de falta de água do Sul do País, incluindo o Alentejo e o Algarve, com os recursos, em excesso, do Norte.

### CONCLUSÃO

**A SOLUÇÃO DE USO DE ÁGUAS DO TEJO PARA REFORÇO DO ALQUEVA É MELHOR A NÍVEL ECONÓMICO, TÉCNICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO QUE A SOLUÇÃO DE DESSALINIZAÇÃO**