

# APROVEITAMENTO HIDRÁULICO DE FINS MÚLTIPLOS DO CRATO. SUA VIABILIDADE. ANÁLISE TÉCNICA, ECONÓMICA E AMBIENTAL

**Maria João CALEJO**

Eng<sup>a</sup> Agrónoma, PhD, COBA, Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011, Lisboa, Portugal, +351.210125000, mjc@coba.pt

**António CAPELO**

Eng<sup>o</sup> Agrónomo, COBA, Chefe do núcleo de Agronomia, Av. 5 de Outubro, 323, 1649-011, Lisboa, Portugal,  
+351.210125000, ajc@coba.pt

**João Teresa RIBEIRO**

Economista, Câmara Municipal do Crato, Presidente de Município, Praça do Município, 7430-999, Crato, Portugal,  
+351.245990110, direccao@cm-crato.pt

## RESUMO

A barragem do Crato e a sua valia agrícola foram objecto de diversos estudos que tiveram início com a elaboração do Plano de Valorização do Alentejo em 1957 e que culminaram com Estudo de Viabilidade Ambiental e Económica em 2000-2001. Este estudo conduziu à elaboração do Projecto de Execução da alternativa mais viável que previa a localização da barragem em Couto de Endreiros com o NPA à cota (248), sendo a água de rega bombeada à cabeça (altura de elevação de 89 m) para um reservatório onde tinha origem a rede de distribuição gravítica em conduta que beneficiava 3 240 ha. A pressão mínima nos hidrantes era de 400 kPa.

Em todos os estudos, a barragem do Crato sempre foi apontada como fundamental para estimular o crescimento económico da região. No entanto, os impactos positivos da valia agrícola associados a uma área de 3 240 ha não são suficientes, por si só, para justificar os elevados custos de investimento e de exploração, assim como a submersão da aldeia do Pisão com a construção da barragem. Ainda hoje a sua construção continua a revelar-se fundamental para inverter a tendência fortemente negativa da situação sócio-económica dos concelhos do Crato e Alter do Chão. Este estudo tem como objectivo principal a redefinição do projecto, procurando potenciar os seus impactos positivos, aumentando a área beneficiada e procurando soluções que permitam diminuir os custos de investimento, operação e manutenção.

A viabilidade do projecto depende da integração e optimização de todas as suas valias nomeadamente a agrícola como principal força impulsionadora de desenvolvimento, a de produção de energia e a de abastecimento público.

**Palavras-chave:** barragem do Crato, mais-valias, viabilidade, regadio, desenvolvimento económico

## 1. INTRODUÇÃO

A barragem do Crato e a sua valia agrícola foram objecto de diversos estudos que tiveram início, em 1957, com a elaboração Plano de Valorização do Alentejo pela Direcção-Geral dos Serviços Hidráulicos (DGSH). Os estudos desenvolvidos entre a década de 60 e o início dos anos 80 conduziram a diversas reformulações do projecto que incidiram quer na substituição do sistema de rega por gravidade pela aspersão, quer na delimitação das manchas de solos a beneficiar. Em 1980, a Direcção-Geral dos Recursos e Aproveitamentos Hidráulicos propõe um esquema alternativo que procura ultrapassar os condicionalismos apontados ao projecto, tendo sido seleccionados 6 372 ha localizados na margem esquerda da ribeira da Seda. Foi este o cenário de base para a elaboração do Estudo de Viabilidade Ambiental e Económica (COBA, 2000, 2001). Neste estudo foram analisadas 10 alternativas em que se variava a área a beneficiar, o local da barragem e o respectivo NPA, assim como, o tipo de adução e distribuição. Para cada uma das alternativas foram estudadas duas variantes: o fornecimento de água em alta e em baixa pressão. O estudo concluiu que a alternativa mais viável era a que previa a localização da barragem em Couto de Endreiros com o NPA à cota (248), sendo a água de rega bombeada à cabeça (altura de elevação de 89 m) para um reservatório de regulação, onde tinha origem a rede de distribuição gravítica em conduta que permitiria a beneficiação de uma área equipada de cerca de 3 240 ha. A carga mínima admitida nos hidrantes era de 400 kPa. Esta solução avançou para Projecto de Execução (PROSISTEMAS, 2006). Em todos os estudos efectuados, a barragem do Crato sempre foi apontada como fundamental para estimular o crescimento económico da área de influência do projecto. No entanto, os impactos positivos da valia agrícola associados a uma área equipada de 3 154 ha não são suficientes, por si só, para justificar os elevados custos de investimento e de exploração, assim como a submersão da aldeia do Pisão com a construção da barragem.

Presentemente, o projecto do Crato continua a revelar-se fundamental para inverter a tendência fortemente negativa da situação sócio-económica evidenciada pelos concelhos do Crato e Alter do Chão. O presente estudo teve como objectivo principal a redefinição do projecto de modo a potenciar os seus impactos positivos, aumentando a área beneficiada e procurando soluções de projecto que permitam diminuir os custos de investimento, operação e manutenção.

Alguns dos pressupostos que serviram de base à concepção e dimensionamento das infra-estruturas das alternativas de adução e distribuição apresentadas no Estudo de Viabilidade (COBA, 2000) e ao Projecto de Execução (PROSISTEMAS, 2006), foram revistas:

- cenários culturais e necessidades de água para rega;
- tecnologias de rega e das condições de funcionamento das redes secundárias de rega com fornecimento de água em baixa pressão;
- implantação sempre que possível dos hidrantes junto de “charcas” e/ou barragens existentes na área a beneficiar;
- regularização da água a efectuar na parcela pelos agricultores;
- distribuição da água ao longo dos adutores principais com redução dos adutores secundários;
- beneficiação das áreas que já possuem actualmente infra-estruturas de rega; e
- construção de uma mini-hídrica de forma a turbinar a água que é libertada na ribeira da Seda.

Esta estratégia é actualmente seguida nos projectos efectuados para o Alqueva (Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas do Alqueva - EDIA) e acompanhados pela Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR).

Na sequência da análise de todas as soluções estudadas anteriormente e após a revisão da área potencial a beneficiar, do cenário cultural, das necessidades de água e da simulação da exploração conjunta das albufeiras do Crato, Maranhão e Montargil, foram identificadas duas soluções técnicas alternativas para o sistema de rega.

O presente estudo integrou ainda a avaliação objectiva da necessidade da barragem do Crato para suprir os consumos de abastecimento público previstos ao nível do sub-sistema 3 do Alto Alentejo e a viabilidade da mini-hídrica do Crato.

## 2. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA A BENEFICIAR E ESTUDOS DE BASE

### 2.1 Localização

O Aproveitamento Hidráulico do Crato, localizado no distrito de Portalegre, potencialmente beneficia áreas situadas nos concelhos de Alter do Chão, Fronteira, Crato e Avis (Figura 1). A rega destas áreas provém da água da ribeira de Seda, através duma albufeira a criar por uma barragem a construir nesta mesma ribeira.

Este aproveitamento de fins múltiplos poderá fornecer água não só para rega, como também, abastecer as populações dos concelhos de Crato, Alter do Chão, Fronteira, Avis e Sousel, assim como produzir energia eléctrica.

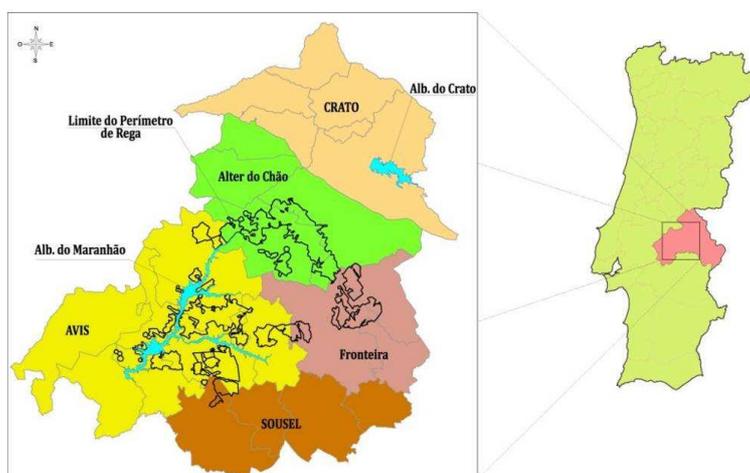


Figura 1 – Localização.

### 2.2 Área potencial

Com o objectivo de identificar a área passível de ser beneficiada pela componente de rega do sistema do Hidráulico do Crato, numa primeira fase, foi definida uma área de referência com cerca de 17 267 ha (Figura 1), sobre a qual incidiram todos os estudos de base que incluíram análise da altimétrica, declives e capacidade de uso dos solos.

Em seguida as áreas já beneficiadas pela barragem do Maranhão a título precário foram delimitadas conjuntamente com a Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia (ARBVS). Foi ainda desenvolvido trabalho de campo para a redefinição dos blocos do Crato, Alter do Chão e Fronteira.

Este conjunto de trabalhos complementados pelos resultados da simulação da exploração conjunta das albufeiras do Crato, Maranhão e Montargil permitiu delimitar uma área potencial de 9 790 ha, apresentada na Figura 2.

### 2.3 Modelos de ocupação cultural futuros e tecnologias de rega

No Estudo de Viabilidade Ambiental e Económica do Aproveitamento do Crato (COBA, 2000), a ocupação cultural prevista para a área a beneficiar foi definida de acordo com a conclusão dos estudos para a Reabilitação e Modernização da Obra de Rega do Vale do Sorraia (PROSISTEMAS e COBA, 1999), que abordava esta questão na perspectiva das várias hipóteses possíveis para a evolução da Agricultura Portuguesa e da Política Agrícola Comum.

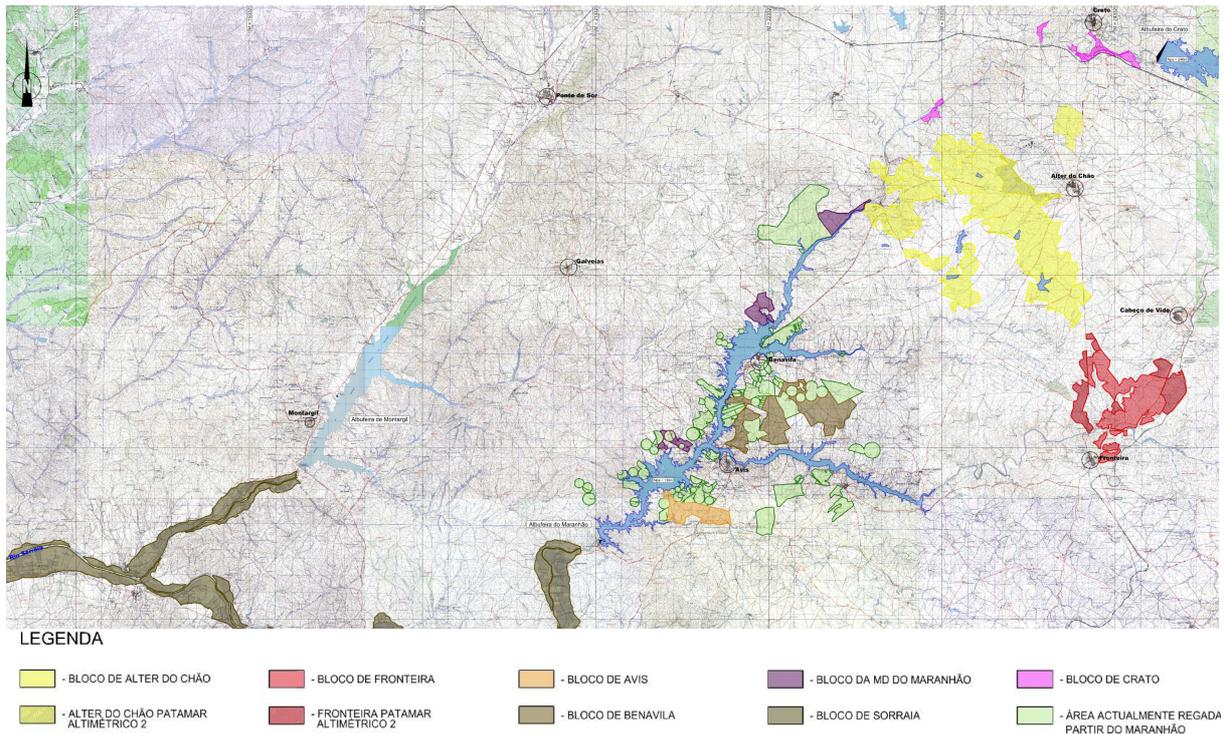


Figura 2 – Área passível de ser beneficiada.

A ocupação cultural prevista, caracterizava-se por um grande peso em termos proporcionais (75% da área do aproveitamento) dos pomares (20%), hortícolas (15%), tomate (20%) e beterraba (20%), em relação aos cereais e oleaginosas (25%): milho (15%) e girassol (10%). Do conjunto destas culturas, será necessário excluir a produção de beterraba devido ao fecho da fábrica de produção de açúcar a partir deste tubérculo. Por outro lado, o interesse pela produção de milho e girassol aumentou nos últimos anos, na sequência do crescimento do mercado de produção de biocombustíveis. Por outro lado, a área de olival tem vindo a aumentar na região, nomeadamente na zona em redor ao regolfo do Maranhão (ARBVS, 2010).

Face ao elevado grau de incerteza associado à previsão dum cenário cultural foram definidos dois cenários que diferem quanto à percentagem da área ocupada pelas culturas consideradas: milho; girassol; luzerna; tomate; pomar; olival e vinha (Figura 3).

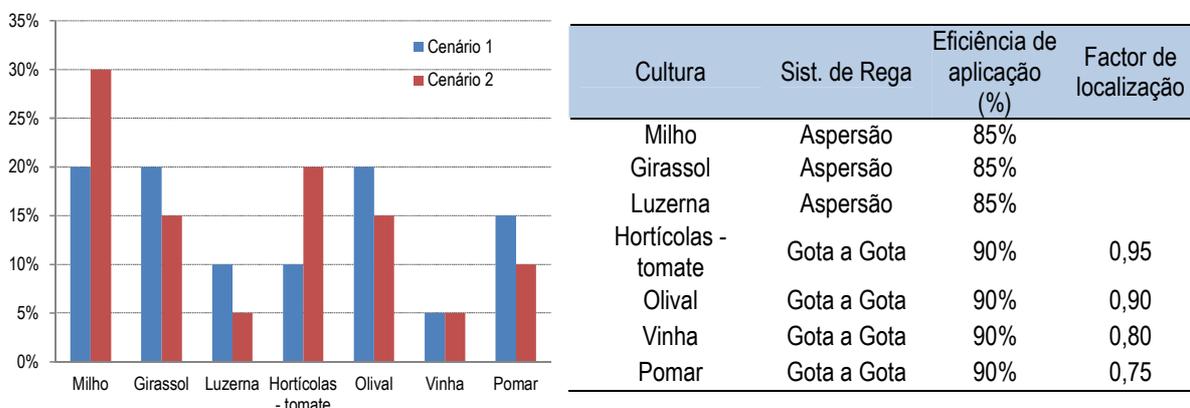


Figura 3 – Cenários culturais.

Comparativamente com o cenário cultural 1, no cenário cultural 2 há uma diminuição da área ocupada pelas culturas permanentes (olival, vinha e pomar), verificando-se um aumento significativo da área ocupada pelo milho e hortícolas/tomate, que passam a representar 50% da área regada, e com necessidades de água para rega superiores.

No presente aproveitamento a rega na parcela será feita em pressão, privilegiando-se a rega localizada nas culturas permanentes e em algumas agro-industriais e a rega por aspersão nas culturas arvenses.

No que respeita às eficiências das redes de transporte e distribuição consideraram-se os valores indicados no Quadro 1.

Quadro 1 - Eficiências de transporte, distribuição e aplicação

	Percentagem [%]
<b>Eficiência de Transporte (rede primária)</b>	
<i>Conduta (Blocos do Crato, Alter do Chão e Fronteira)</i>	95
<i>Ribeira da Seda (Blocos da MD do Maranhão, Benavila e Avis)</i>	65
<b>Eficiência de Distribuição (rede secundária)</b>	95

#### 2.4 Necessidades de água para rega

A avaliação das necessidades de água para a rega e do caudal fictício contínuo,  $q_{fc}$ , foi efectuada com o modelo ISAREG (TEIXEIRA e PEREIRA, 1992, TEIXEIRA, 1994) que simula o balanço hídrico do solo de acordo com a metodologia proposta por ALLEN *et al.* (1998). As necessidades globais de rega (NGR) são calculadas admitindo que a oportunidade de rega é definida pelo limite de rendimento óptimo (LRO, TEIXEIRA e PEREIRA, 1992) e a quantidade de rega avaliada diariamente. Na simulação do balanço hídrico do solo, o teor de humidade do solo é mantido sempre perto do LRO.

Quadro 2 – NGR e  $q_{fc}$  para uma probabilidade de não excedência de 0,8

Cultura	Consumo (mm)	$q_{fc}$ (l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
Milho	579	0,82
Girassol	479	0,75
Luzerna	316	0,39
Tomate	584	0,82
Olival	374	0,52
Pomar	402	0,60
Vinha	356	0,56

O conhecimento do valor do caudal fictício correspondente às várias culturas é um elemento essencial para o dimensionamento hidráulico das infra-estruturas de rega. No entanto, para o balanço hídrico das necessidades/disponibilidades é necessário ponderar as NGR de cada uma das culturas em função da sua representatividade no cenário cultural (Quadro 3).

Para o cenário 1, as necessidades globais de rega úteis, ou seja, no pé da planta, para o ano médio são de cerca de 4 215 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, considerando a ocupação cultural prevista e uma intensidade de 100%. Para o cenário 2, as necessidades globais de rega (úteis) são de 4 582 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. Este cenário é mais exigente em termos de disponibilidades hídricas em cerca de 9%.

No Quadro 4 apresenta-se os valores dos caudais fictícios contínuos dos cenários culturais para uma probabilidade de não excedência de 0,80.

O dimensionamento das redes de rega foi elaborado para o período de ponta dum ano seco (0,8 de probabilidade de não excedência) e considerando as necessidades de rega ponderadas para o cenário cultural 2. O dimensionamento das bocas de rega foi feito para a cultura mais exigente. Assim,

o caudal de dimensionamento das bocas de rega corresponde ao qfc da cultura do milho ( $0,82 \text{ l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$  no pé da planta).

Quadro 3 - Necessidade de água para rega por cenário cultural

	Consumo Anual ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )		Consumo no mês de ponta ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ )		
	Ano médio	Ano crítico	Ano médio	Ano crítico	
<b>Cenário 1</b>	no pé da planta	4 215	5 010	1 330	1 730
	na parcela	4 533	5 387	1 398	1 860
	no sist. distribuição	4 771	5 671	1 471	1 958
	no sist. adução	5 022	5 969	1 549	2 061
	Conduta Rib. da Seda	7 340	8 724	2 264	3 013
<b>Cenário 2</b>	no pé da planta	4 582	5 530	1 331	1 880
	na parcela	4 992	5 946	1 409	2 022
	no sist. distribuição	5 255	6 259	1 483	2 128
	no sist. adução	5 531	6 589	1 561	2 240
	Conduta Rib. da Seda	8 084	9 630	2 281	3 274

Quadro 4 - Caudal fictício contínuo,  $q_{fc}$  ( $\text{l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ )

Cenário cultural	$q_{fc}$ ( $\text{l s}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ )				
	no pé da planta	na parcela	no sistema de distribuição	no sistema de adução	
				Conduta	Ribeira da Seda
<b>Cenário 1</b>	0,70	0,75	0,79	0,83	1,22
<b>Cenário 2</b>	0,77	0,83	0,87	0,92	1,34

## 2.5 Aproveitamento dos recursos hídricos

### 2.5.1 Balanço necessidades/disponibilidades e garantias

Os estudos anteriormente realizados contêm avaliações das disponibilidades em água da ribeira de Seda, cujos resultados indicam que este aspecto não condiciona o aproveitamento em estudo. A afluência média anual estimada na secção da barragem do Crato é de  $52 \text{ hm}^3$ , para o período de 1941/42 a 1996/97.

O estudo de simulação da exploração da albufeira do Aproveitamento Hidroagrícola do Crato, visa a definição da capacidade de regularização de caudais para a rega, a garantia do abastecimento público e avaliação técnica da possibilidade de produção de energia eléctrica.

A albufeira do Crato está projectada na ribeira da Seda a jusante a albufeira do Maranhão, e constitui um primeiro escalão de aproveitamento das respectivas disponibilidades hídricas, procedendo-se por isso à simulação conjunta da exploração das albufeiras do Crato, do Maranhão e de Montargil.

As necessidades de água para a rega do perímetro do Sorraia dependem fortemente da área cultivada com arroz (fortemente consumidora de água) tendo sido considerado um consumo médio anual de cerca de  $11\,000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  (ARBVS, 2010). Enquanto nas áreas beneficiadas pela albufeira do Crato e a título precário pela albufeira do Maranhão, foram consideradas as necessidades globais de rega correspondentes ao cenário cultural 2 (Quadro 3).

Na gestão da albufeira do Crato foi admitido que esta deve assegurar uma reserva suplementar de  $8 \text{ hm}^3 \text{ ano}^{-1}$  para suprir as necessidades de água para abastecimento público aos municípios do Crato, Alter do Chão, Fronteira, Nisa, Sousel, Gavião e Avis. Quando o volume de água disponível na albufeira do Crato é igual ou inferior a  $8 \text{ hm}^3$  não é derivada água para a rega. O valor do consumo anual para abastecimento público a partir da albufeira do Crato é de  $3,3 \text{ hm}^3 \text{ ano}^{-1}$ .

A garantia de rega simulada (Quadro 5) para a área a ser beneficiada pela albufeira do Crato é de  $79,6\% \approx 80\%$  para o cenário cultural 2 e admitindo uma taxa de adesão ao regadio de  $85\%$ . No

Quadro 5 resumem-se os principais resultados da simulação da exploração conjunta das albufeiras do Crato, Maranhão e Montargil.

Quadro 5 - Garantias de fornecimento de água do Aproveitamento do Crato – Cenário cultural 2 e influência sobre o Aproveitamento do Vale do Sorraia

	<b>Crato</b>	<b>Maranhão</b>	<b>Montargil</b>
Capacidade útil, hm <sup>3</sup>	108	177	143
Área da bacia, km <sup>2</sup>	237	2282	1220
Vol. Pot. Turbinado, hm <sup>3</sup>	24,6		310,8
	Perímetro de rega do Crato		Perímetro de rega do Sorraia
Área total (ha)	8 940	20 150 (inclui as áreas a título precário)	
Consumo médio anual, hm <sup>3</sup>	47,1		181,0
Garantia a rega, %	79,6		89,8
Garantia para o Abast. Público, %	100		

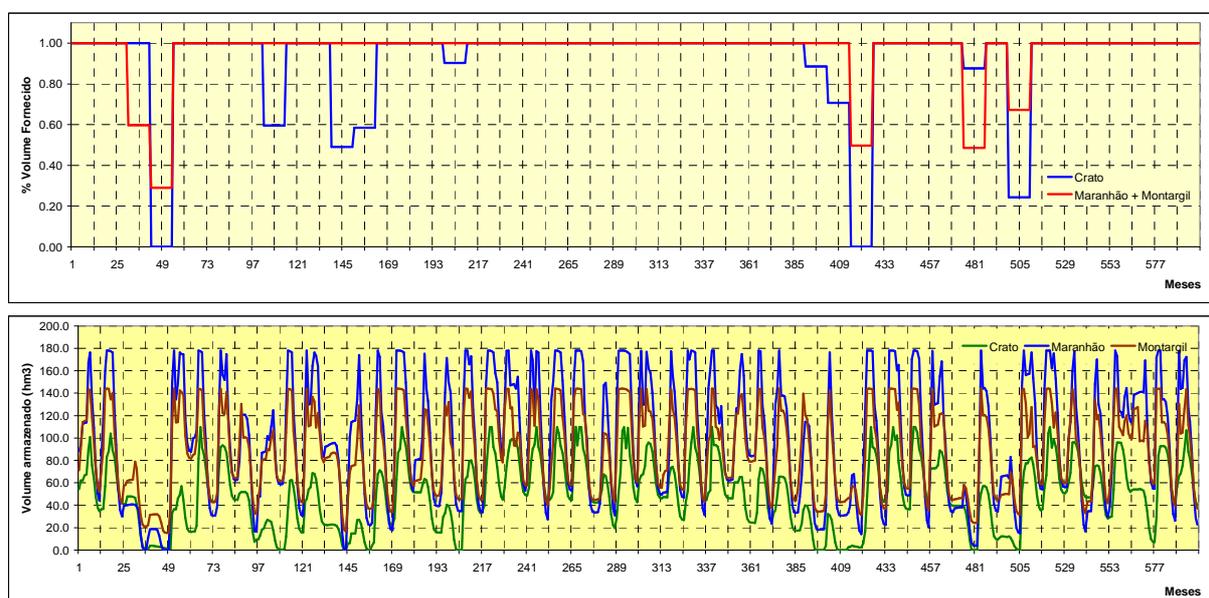


Figura 4 - Percentagem dos volumes fornecidos e volumes armazenados nas albufeiras do Crato (cenário 2 – área total 8 940 ha), do Maranhão e de Montargil.

### 2.5.2 Impacto da barragem do Crato nos volumes turbinados no Maranhão e Montargil

Sem a barragem do Crato, o escoamento médio anual para a bacia da barragem do Maranhão, é de cerca de 349,8 hm<sup>3</sup>. No entanto, a construção da barragem do Crato levará a uma quebra na produção de energia hidroeléctrica no aproveitamento do Vale do Sorraia. Na simulação efectuada, com a barragem do Crato, o escoamento médio anual para a bacia da barragem do Maranhão, é de cerca de 293,5 hm<sup>3</sup>.

De modo a quantificar a quebra de produção de energia eléctrica foi inserido no modelo de simulação de exploração das albufeiras as regras de operação das centrais obtidas junto dos técnicos da ARBVS. As simulações sem e com Crato foram efectuadas admitindo que as centrais do Maranhão e Montargil começam a turbinar à capacidade máxima quando o nível de água na albufeira está a cerca de 1 m do NPA. Na época estival, quando o volume de água pedido para a rega é insuficiente para as centrais do Maranhão e de Montargil operarem com o caudal mínimo, a água de rega não é turbinada nestas centrais, funcionando apenas a central hidroeléctrica do Gameiro. A redução do volume turbinado no Maranhão e Montargil é apenas de cerca de 3%.

### 2.5.3 Avaliação dos volumes de água potencialmente turbináveis no Crato

Na simulação efectuada da exploração conjunta das albufeiras do Crato, Maranhão e Montargil foram também definidas as regras de operação da mini-hídrica do Crato.

O volume médio anual turbinado na época invernal na barragem do Crato simulado é de 9,5 hm<sup>3</sup>. Para além deste volume, na mini-hídrica do Crato será turbinado um volume médio anual de 15,1 hm<sup>3</sup> que corresponde ao volume de água derivado para rega dos blocos da margem direita (MD) do Maranhão, Benavila e Avis (Figura 2). Destes resultados da simulação da exploração conjunta das 3 albufeiras resulta que o volume médio anual turbinado no Crato é de 24,6 hm<sup>3</sup>.

## 3. ABASTECIMENTO PÚBLICO

### 3.1 Sistema de abastecimento público do Norte Alentejano

De acordo com as Águas do Norte Alentejano (AdNA), o Sistema de Abastecimento Público do Alto Alentejo é constituído por três sub-sistemas: sub-sistema 1- Apartadura; sub-sistema 2 - Caia; e sub-sistema 3 - Póvoa. Para além destes sistemas, de grande dimensão, existem ainda cerca de duas dezenas de pequenos sistemas – designados Sistemas Autónomos, destinados a servir lugares isolados, geralmente associados a origens de água subterrâneas.

O Aproveitamento Hidráulico de Fins Múltiplos do Crato poderá ser fundamental para uma garantia de 100% das necessidades de água para o abastecimento público, fundamentalmente na área de influência do sub-sistema 3 – Póvoa. Este sub-sistema serve os municípios de Nisa, Gavião, Crato, Fronteira, Alter do Chão, Avis, Ponte de Sôr e Sousel ao qual correspondem cerca de 53 700 habitantes. De acordo com os dados disponibilizados, a capacidade instalada é de 700 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.

No estudo prévio (HIDROPROJECTO, 2000) foi admitido um caudal de dimensionamento à entrada da rede de 852 m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>, superior ao caudal de máxima produção da ETA da Póvoa.

De acordo com os elementos fornecidos pela AdNa (2009), as necessidades de água anuais para consumo humano no sub-sistema da Póvoa são de 4,6 hm<sup>3</sup>, tendendo para 5,6 hm<sup>3</sup> em 2030.

### 3.2 Caracterização de avaliação do estado da barragem da Póvoa

A barragem da Póvoa foi construída no local de Póvoa e Meadas, concelho de Castelo de Vide, distrito de Portalegre, na ribeira de Nisa, tendo como objectivo a produção de energia (a energia produzida em ano médio é de 1,6 GWh). A obra foi concluída em 1928, tendo cerca 83 anos de vida. Com excepção do corpo onde se insere o descarregador de cheias, os elementos da barragem têm perfil gravidade, constituídos por um núcleo em enrocamento argamassado contido pelos muros dos paramentos em alvenaria argamassada (INAG, 2010).

As características principais da albufeira são as seguintes:

- Nível de pleno armazenamento (NPA) (312,00)
- Volume total da albufeira 22,0 hm<sup>3</sup>
- Volume útil da albufeira 18,8 hm<sup>3</sup>

O escoamento anual médio é de 42 hm<sup>3</sup> na bacia hidrográfica da Póvoa. De acordo como OLIVEIRA *et al.* (2004), desde 1997 que o NPA foi fixado (provisoriamente) à cota (309,85) por razões de segurança estrutural da barragem. Para esta cota, a capacidade de armazenamento é de cerca de 15,8 hm<sup>3</sup>.

Presentemente, a barragem da Póvoa apresenta diversas anomalias, entre as quais se destacam as infiltrações de água da albufeira através da barragem e da fundação (Figura 5). Segundo FERREIRA e MONTEIRO (2000), as infiltrações de água observadas deverão estar relacionadas com o índice de vazios e porosidade da argamassa de ligação da alvenaria, como resultado da técnica construtiva utilizada.

No seguimento do desenvolvimento dos estudos foram definidas soluções alternativas de reabilitação (FERREIRA e MONTEIRO, 2000). As obras de reabilitação compreendem tratamento em massa do corpo da barragem, a adequação do descarregador de cheias (OLIVEIRA *et al.*, 2004) com fixação do NPA à cota (309,85), a remodelação da descarga de fundo e a remodelação da tomada de água. Os trabalhos a realizar serão efectuados sem esvaziamento da albufeira. A estimativa orçamental para o conjunto de obras é cerca de sete milhões euros (BARROSO, 2010).



Figura 5 – Barragem da Póvoa. Infiltrações ao longo do corpo da barragem da Póvoa (Agosto 2009).

### 3.3 Simulação da exploração da barragem da Póvoa

O estudo de simulação da exploração da albufeira da Póvoa e Meadas visa a avaliação do nível de garantia desta albufeira, para o abastecimento público dos concelhos servidos pelo sistema da Póvoa, da definição da capacidade de regularização de caudais para a rega, abastecimento público e eventualmente para a produção de energia eléctrica. Tendo em consideração os objectivos para o abastecimento público, o nível de garantia desejável é de 100 %.

Nos últimos anos, e face ao estado da barragem, a capacidade útil da albufeira tem sido gerida sensivelmente entre os valores de 10 e 8 hm<sup>3</sup>. Após uma primeira análise dos dados disponíveis e da sua qualidade, o nível de garantia da barragem da Póvoa foi avaliado para 3 valores de capacidade útil da albufeira: 15,8 hm<sup>3</sup>; 10 hm<sup>3</sup>; e 7 hm<sup>3</sup>. No âmbito deste estudo procedeu-se iterativamente à determinação do consumo máximo para uma garantia de 100% e ao cálculo da garantia para os seguintes cenários de consumos: 4,6 hm<sup>3</sup> (situação de referência); 5,6 hm<sup>3</sup> (consumo previsto pela AdNA para 2030); e 8 hm<sup>3</sup> (HIDROPROJECTO, 2000). No Quadro 6 apresentam-se os principais resultados obtidos.

Quadro 6 - Garantias de fornecimento de água para abastecimento público a partir da Póvoa

Consumo para abastecimento público (hm <sup>3</sup> )	Volume útil da barragem da Póvoa e Meadas (hm <sup>3</sup> )		
	15,8	10,0	7,0
1,4	100%	100 %	100%
2,3	100%	100 %	---
2,4	100%	---	---
4,6	98%	88%	84%
5,6	98%	88%	84%
8,0	88%	82%	---

Mesmo para a capacidade útil total da albufeira (15,8 hm<sup>3</sup>), a totalidade da garantia de fornecimento de água para abastecimento público (100%) só é possível para valores de consumo inferiores a cerca de 2,4 hm<sup>3</sup>.

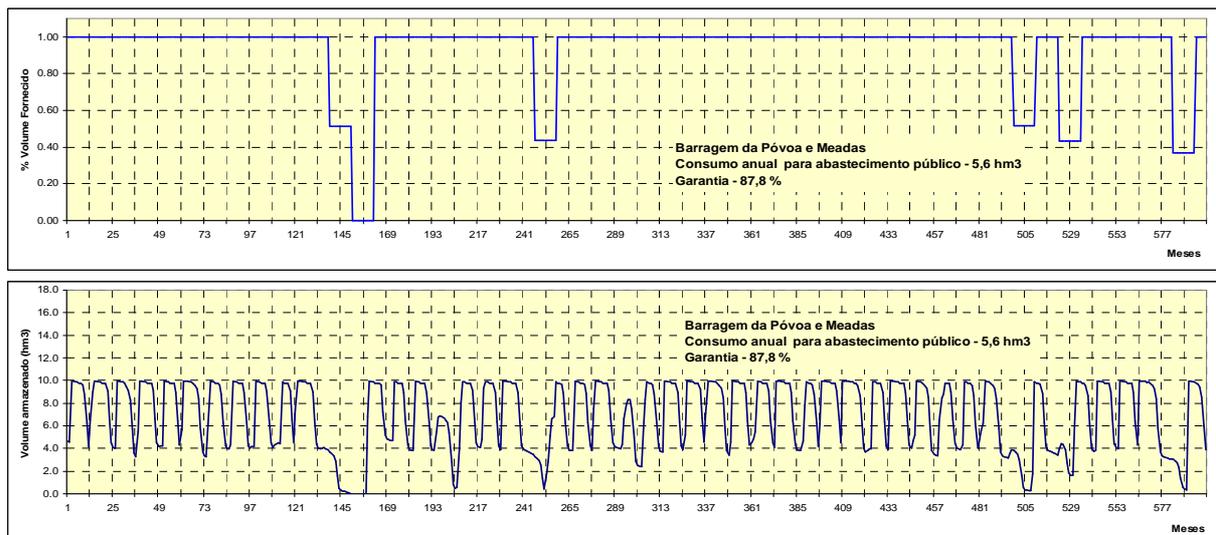


Figura 6 - Simulação da exploração da albufeira da Póvoa admitindo uma capacidade útil de 10 hm<sup>3</sup>.

Para os valores actuais de consumo urbano que rondam os 4,6 hm<sup>3</sup>, somente para uma capacidade útil da albufeira de 15,8 hm<sup>3</sup> é que a garantia de fornecimento é aceitável, cerca de 98 %; contudo a severidade das falhas pode ser grave, verificando-se uma percentagem de volume fornecido inferior a 20% para o consumo previsto pela AdNA para 2030 (5,6 hm<sup>3</sup>).

As garantias de fornecimento par os valores de consumo actuais, caem para 88 e 84% se a capacidade útil da albufeira for de 10 e 7 hm<sup>3</sup>, respectivamente. Salienta-se que, considerando a cota (300,00) indicada para a tomada de água, no perfil longitudinal da conduta de adução à ETA (FLEXIBETÃO, 2007), o volume útil disponível para o abastecimento público é de cerca de 10,3 hm<sup>3</sup>.

De acordo com os resultados das simulações, às falhas simuladas podem estar associados volumes fornecidos nulos (Figura 6).

### 3.4 Soluções para reforço do sub-sistema 3 - Póvoa

Face à severidade das falhas do sistema de abastecimento público do Norte Alentejano a partir da barragem da Póvoa, é fundamental encontrar soluções que permitam o reforço deste sub-sistema a partir do Aproveitamento do Crato. Procurando otimizar os investimentos recentemente efetuados ao nível do sub-sistema 3 (condutas adutoras, sistema de distribuição, ETA, etc.), foram identificadas três soluções técnicas alternativas:

- **Alternativa A** – reforço da barragem da Póvoa a partir da barragem do Crato. Nesta alternativa será necessário prever a construção duma estação elevatória de água bruta e duma adutora para o transporte de água bruta da barragem do Crato até à ETA da Póvoa;
- **Alternativa B** – construção de uma ETA no Crato e de uma estação elevatória de água tratada que beneficiará os municípios do Crato, Alter do Chão, Avis, Fronteira e Sousel (Sector 2), sendo o Sector 1 servido a partir da ETA da Póvoa. Deverá ser construída uma adutora de ligação à actual rede de abastecimento e serão integralmente aproveitadas as condutas adutoras de abastecimento actualmente existentes; e
- **Alternativa C** – na hipótese da barragem da Póvoa não ser reabilitada, todo o sub-sistema 3 deverá ser alimentado a partir do Crato. Nesta solução será necessário construir uma ETA junto do Crato e uma estação elevatória de água tratada, sendo aproveitadas grande parte das condutas adutoras.

Para cada Alternativa, foram consideradas 2 variantes: Variante 1 – consumo médio anual de 5,6 hm<sup>3</sup> (AdNA, 2009) e Variante 2 - consumo médio anual de 7,5 hm<sup>3</sup> (HIDROPROJECTO, 2000).

No que respeita à garantia de fornecimento de água, a Alternativa B com a existência de duas origens de água, associada ao aproveitamento das infra-estruturas existentes na Póvoa (ETA e redes adutoras), permitirá uma maior autonomia em caso de avaria de um dos sistemas.

Para cada uma das Alternativas estudadas foram estimados os custos de investimento e os custos de energia (Quadro 7).

Quadro 7 – Custos de investimento e de energia para reforço do sub-sistema 3 da Póvoa

		Variante 1	Variante 2
<b>Alternativa A</b>	Custo Total de Investimento (Euros)	11 226 705,00	14 200 460,00
	Custo Total Anual de Energia (Euros)	137 520,00	234 000,00
<b>Alternativa B</b>	Custo Total de Investimento (Euros)	10 174 225,00	12 050 700,00
	Custo Total Anual de Energia (Euros)	124 110,00	221 670,00
<b>Alternativa C</b>	Custo Total de Investimento (Euros)	5 950 700,00	6 762 700,00
	Custo Total Anual de Energia (Euros)	194 310,00	339 210,00

A Alternativa C é a que tem menores custos de investimento, sendo no entanto a que tem maiores custos de energia. Se a reabilitação da barragem da Póvoa (cerca de 7 000 000 euros) for suportada pela sua componente de produção de energia, a solução para reforço do sub-sistema 3 – Póvoa com menos custos de investimento é a Alternativa B (3 174 225 € e 5 050 700 €).

Em termos energéticos, a Alternativa B possui custos inferiores em cerca de 5 e 10% relativamente à Alternativa A.

A análise económica foi efectuada para um período de vida útil de 50 anos. Os valores de custos de investimento, de exploração e manutenção foram actualizados para o ano 0, tendo-se admitido que a execução das obras civis e a instalação dos equipamentos numa única fase e o respectivo custo concentrado nessa mesma fase/ano. O período de execução previsto para o sistema será de cerca de 1 ano. Os encargos de manutenção e conservação foram calculados como percentagens do custo de investimento.

Os resultados da análise económica permitem concluir que, caso se inclua o custo de reabilitação da barragem da Póvoa, a Alternativa C é a melhor solução do ponto de vista económico. Considerando a taxa de juro de 6%, o valor actualizado dos custos da Alternativa C é de 11 390 074 euros na Variante 1 e de 15 679 015 euros para a Variante 2. Neste cenário, a Alternativa C possui um valor actualizado inferior em cerca de 40 e 55% relativamente às Alternativas B e C, respectivamente.

A Alternativa B é sempre preferível à Alternativa A, independentemente do cenário taxa de juro e do consumo de água.

Se a reabilitação da barragem da Póvoa, assim como, os seus custos de manutenção e conservação forem suportados pela sua componente da produção de energia, a Alternativa B é a melhor solução económica para o reforço do sub-sistema da Póvoa. O valor actualizado dos custos da Alternativa B sem participação dos custos de investimento é de 7 187 422 euros na Variante 1 e de 11 429 246 euros na Variante 2, considerando a taxa de juro de 6%. Neste cenário a Alternativa B é preferível relativamente à Alternativa C.

#### 4. MINI-HÍDRICA

A mini-hídrica do Crato apresenta alguns aspectos particulares que condicionam a sua exploração e consequentemente a sua rentabilidade. A central ficará localizada no pé-de-barragem, sendo a queda obtida apenas a partir da altura da barragem (cerca de 50 m).

A central tem como objectivo turbinar os volumes que afluem à secção barragem quando o nível de água na albufeira se encontra acima do NPA e que serão descarregados se não forem turbinados,

assim como turbinar o volume de água derivado para a rega dos blocos da MD do Maranhão, Benavila e Avis.

Este tipo de centrais hidroeléctricas são usualmente equipadas com um grupo turbina-gerador, sendo a turbina do tipo Francis, em princípio de eixo horizontal.

A optimização da produtividade eléctrica da mini-hídrica do Crato foi feita considerando, quer os volumes descarregados (obtidos da simulação da exploração conjunta das albufeiras do Crato, Maranhão e Montargil), quer os volumes derivados para a rega dos blocos da MD do Maranhão, de Benavila e de Avis.

Para um caudal nominal de  $7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e uma potência máxima instalada de 2 670 kW, a produtividade média anual da mini-hídrica é de 2 GWh.

A estimativa do custo de investimento, efectuada para cada um dos elementos que constitui a mini-hídrica com base nas medições de quantidade e em curvas de custos estimadas para pequenas centrais hidroeléctricas, é de 2 353 000 euros.

As receitas da mini-hídrica foram obtidas a partir do valor da produção eléctrica anual e do valor da tarifa de venda de energia à rede à taxa de mercado. O valor médio anual de receitas expectável para a central é de cerca de 120 000 euros.

O interesse económico da mini-hídrica é relativamente pequeno se admitirmos que não há comparticipação no investimento, verificando-se que a taxa interna da rentabilidade é da ordem dos 2% e conseqüentemente o VAL é negativo para as taxas de actualização de 4 e 6%. Se for admitida a comparticipação em 75% do investimento inicial, o valor da TIR é de 14%. Nesta situação, e admitindo a sua promoção em conjunto com a beneficiação do regadio, o que também permitiria justificar a comparticipação em 75% do investimento, a mini-hídrica constitui uma mais valia para o projecto.

## 5. REGADIO

### 5.1 Directrizes e metodologia

Da análise crítica das alternativas desenvolvidas no Estudo de Viabilidade de 2000 e dos respectivos custos de investimento associados e na sequência de todos os estudos posteriormente realizados e tendo em consideração os pressupostos do presente estudo foram definidas algumas linhas orientadoras para a concepção do sistema de transporte e distribuição do Aproveitamento do Crato, nomeadamente:

- o local para a construção da barragem será em Couto de Endreiros com o NPA à cota (248,00);
- as características da barragem do Crato são as que constam do Estudo “Reformulação do Projecto da Barragem do Crato, Acesso ao Coroamento e Estudo de Impacte Ambiental” (COBA, 2003);
- a adução às manchas de rega da MD do Maranhão, de Avis e Benavila deve ser efectuada graviticamente através da ribeira da Seda. O volume derivado para rega destes blocos será turbinado na mini-hídrica do Crato;
- a adução às manchas de solos do Bloco de Alter com cotas acima dos (200,00) não deve ser efectuada graviticamente através da ribeira da Seda, uma vez que a turbinagem deste volume de água não compensa os custos relativamente à adução pressurizada a partir da barragem do Crato;
- a água de rega deverá ser distribuída em baixa pressão, procurando diminuir os custos energéticos, mas sempre que possível, deverá ser garantida uma pressão mínima de 20 mca nos hidrantes (jusante) que servem os prédios de pequena dimensão. Esta pressão permite a instalação de sistemas de rega localizada sem ser necessário recorrer a unidades pressurizadoras;
- nas grandes propriedades já equipadas com barragens/charcas a pressão mínima poderá ser da ordem dos 8-10 mca; e

- a adução ao bloco do Crato deverá ser feita a partir duma conduta adutora gravítica para a beneficiação das manchas localizadas junto à barragem do Crato;

A área a regar foi dividida em blocos de rega, o mais homogéneos possível. A repartição da área total a regar em blocos de rega foi efectuada tendo em atenção:

- a distribuição, sempre que possível, deverá ser efectuada em baixa pressão;
- a distribuição geográfica e altimétrica das áreas a regar face à barragem do Crato, reservatórios e estações elevatórias;
- a beneficiação directa de manchas de rega (derivações na rede primária de adução);
- a estrutura fundiária predominante em cada uma das zonas a regar, procurando homogeneizar a dimensão média dos blocos de rega;
- extensão das redes secundárias, custos de investimento e de exploração; e
- condicionantes físicos.

Na delimitação dos blocos de Benavila, Avis e Margem Direita do Maranhão teve-se presente os elementos fornecidos pela ARBVS. Nos restantes blocos teve-se em conta o trabalho de gabinete e as visitas efectuadas ao terreno. Na concepção e dimensionamento das obras foram ainda considerados os elementos de base e os estudos do Projecto de Execução da Rede de Rega do Crato (PROSISTEMAS, 2006).

No dimensionamento preliminar das infra-estruturas do sistema primário admitiram-se os seguintes pressupostos de base:

a) Dotação de rega no início do sistema primário no período de ponta (3º decêndio do mês de Julho):  $810 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  calculado para uma probabilidade de não excedência de 0,80;

b) Rendimento de utilização ( $r$ ) das redes de distribuição: 0,85. As redes de rega colectivas caracterizadas por uma predominância de rampas pivotantes e rega localizadas, caracterizam-se por terem um valor de  $r$  elevado, que segundo CLEMENT (1966) deve ser interpretado como um parâmetro de calibração;

c) Funcionamento do adutor primário (durante o período de ponta – 10 dias): 24 h dia<sup>-1</sup>;

d) O hidrograma dos caudais horários pedidos foi definido a partir da função de densidade de probabilidade dos caudais obtida por CALEJO *et al.* (2006, 2008) para a rede de rega do Lucefecit. A adopção desta função permite considerar no processo de dimensionamento a variabilidade dos caudais horários que caracterizam o funcionamento dos sistemas de rega que operam a pedido.

e) Perdas de carga no sistema adutor primário: calculadas pela fórmula de Colebrook-White tendo sido adoptado um coeficiente de rugosidade – 0,1 mm. Na estação elevatória foi admitida uma perda de carga de cerca de 8 mca, que inclui as perdas no sistema de filtração.

f) Níveis de água no reservatório de comando: NPA - cota (274,50) e Nme - cota (270,20).

g) Níveis de água na barragem do Crato: as regras de exploração da barragem do Crato deverão garantir um volume de reserva mínimo de  $8 \text{ hm}^3$  para abastecimento público, pelo que o fornecimento de água para rega é feito quando o nível de água na barragem está acima da cota (225,00).

O sistema primário foi modelado com o modelo EPANET (ROSSMAN *et al.*, 1993) considerando um período de análise de 24 horas.

No que se refere às redes secundárias de rega foram efectuados os seguintes estudos principais:

- delimitação das unidades de rega;
- plano de localização dos hidrantes;
- traçado preliminar das redes;
- cálculo dos caudais de dimensionamento através da primeira fórmula de CLEMENT (1966); e
- dimensionamento hidráulico preliminar da rede de rega.

## 5.2 Alternativa A

Na Alternativa A, a área total beneficiada é de 8 939 ha e foi dividida em 5 blocos (Figura 7): Alter do Chão e Fronteira (6 153 ha); Crato (224 ha); MD do Maranhão (404 ha); Benavila (1 796 ha); e Avis (362 ha).

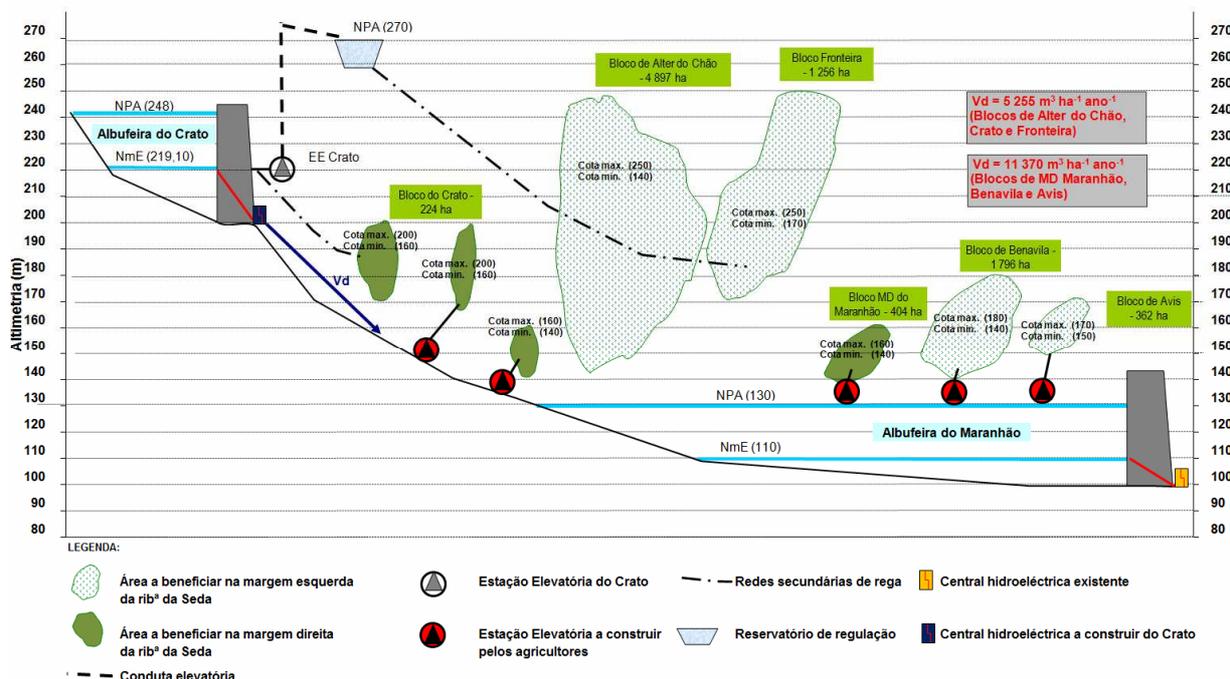


Figura 7 – Esquema altimétrico da Alternativa A.

A distribuição da água para a rega das manchas de solos delimitadas nos concelhos de Alter do Chão e Fronteira deverá ser feita em conduta sob pressão, recorrendo-se para isso a uma estação elevatória (caudal =  $6,06 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e altura de elevação = 61 m) construída à cabeça do sistema, imediatamente a jusante da barragem do Crato e que fornece a pressão necessária para levar a água a todos os pontos da área a beneficiar. A água para a rega será bombada para um reservatório de regulação/comando situado junto ao monte de S. Lourenço, implantado sensivelmente à cota (270,00). A conduta elevatória de DN 2000 m tem um desenvolvimento de 5 297 m. No reservatório terá origem a rede de distribuição gravítica. A pressão mínima a garantir em cada hidrante é de 1 bar (pressão necessária ao correto funcionamento das válvulas hidráulicas).

Na conduta da tomada de água para a estação elevatória do Crato será instalado a montante um by-pass (Figura 7), que permite derivar a água para a rede gravítica do bloco do Crato.

A análise das pressões disponíveis nos hidrantes (Quadro 8) permite concluir que a rede de distribuição delineada para o bloco de Alter do Chão e Fronteira permite garantir as condições de pressão para a rega localizada e na maioria das situações para a rega por aspersão sem ser necessário recorrer a sobressora(s).

Quadro 8 – Análise estatística das pressões disponíveis nos hidrantes

	Hmin <100	100 > Hmin <200	200 > Hmin <300	300 > Hmin <400	Hmin >400
Número de hidrantes	3	9	19	46	95
Pressão (kPa)					
Valor máximo	91.4	194.4	296.1	398.8	948.2
Valor da mediana	75	140.5	247.7	359.7	576.3
Valor mínimo	46.1	108.7	211.1	302.2	400.5
Área regada (ha)	439.2	188.6	472.2	1012.4	3742.1
% da Área total	7.5	3.2	8.1	17.3	63.9

A água de rega para as manchas de solos dos blocos de rega da MD do Maranhão, Benavila e Avis será turbinada e a adução será feita através da ribeira da Seda. O volume médio anual de rega turbinado é de 15,1 hm<sup>3</sup>. Nestes blocos prevê-se que a captação da água de rega seja feita individualmente por cada agricultor.

A Alternativa A foi ainda comparada com a solução desenvolvida a nível de Projecto de Execução que tinha como objectivo numa primeira fase a entrega de água para rega em pressão a cerca de 3 514 ha, e que permitiria no futuro beneficiar cerca de 4 560 ha. De acordo com os elementos do Projecto, a grande maioria dos hidrantes (61%) têm valores de pressão superiores a 600 kPa, verificando-se ainda que em 98% dos hidrantes a pressão disponível é superior a 500 kPa.

De acordo com os pressupostos actualmente utilizados pela EDIA/DGADR para os projectos do Alqueva, considera-se que os valores de pressão garantidos nos hidrantes no projecto de 2006 são excessivos. Este facto foi confirmado no terreno onde se observaram na área em estudo inúmeras parcelas com rega gota-a-gota e, por outro lado, observou-se o aumento da área ocupada pelo olival.

Mesmo considerando instalações de rega, como as rampas pivotantes, que na grande maioria dos casos estas operam com pressões da ordem dos 400 kPa.

### 5.3 Alternativa B

Na Alternativa B, a área total beneficiada é de 8 798 ha, e foi dividida em 6 blocos (Figura 8): Alter do Chão I e Fronteira (5 006 ha); Crato (224 ha); Alter do Chão II (1 006 ha); MD do Maranhão (404 ha); Benavila (1 796 ha); e Avis (362 ha). A Alternativa B tem como base as diferenças altimétricas existentes nas manchas de solos a beneficiar dentro do concelho de Alter do Chão que permitiam redefinir um bloco com cotas inferiores a (200) - Alter do Chão II. Nesta solução este bloco é beneficiado a partir da ribeira da Seda (Figura 8), sendo necessário para tal construir um açude e uma estação elevatória (caudal = 1,09 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e altura de elevação = 85 m). Para os restantes blocos, as soluções são idênticas às delineadas na Alternativa A. Nesta solução, o caudal de dimensionamento da estação elevatória de Alter do Chão I e Fronteira é de 4,93 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> e a altura de elevação é de 61 m e o diâmetro da conduta elevatória é de 1 800 mm.

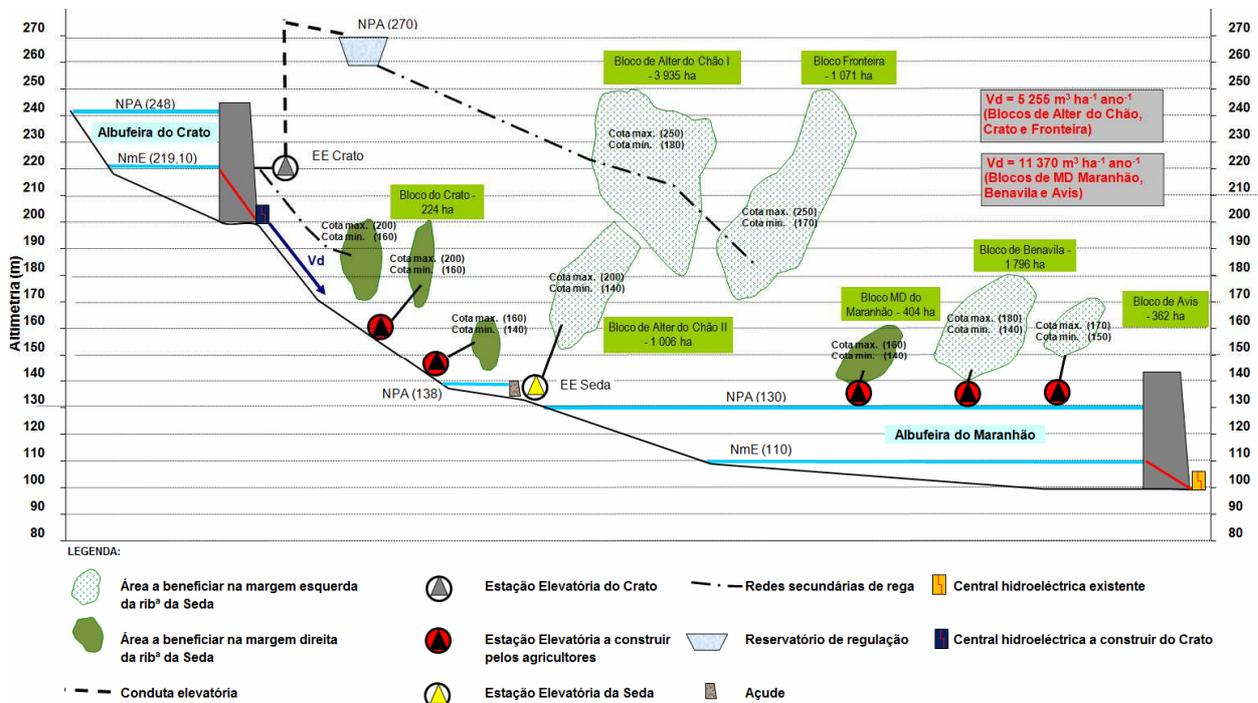


Figura 11 – Esquema altimétrico da Alternativa B.

#### 5.4 Custos de investimento, de manutenção e conservação, de exploração e operação

Foram estimados os custos de investimento para a construção das infra-estruturas e os encargos anuais de exploração, operação e manutenção das duas alternativas. Os investimentos foram calculados com base na medição dos elementos de obra e em preços de aplicação para a realização de empreitadas de natureza semelhante.

Para a determinação dos encargos anuais de manutenção e conservação atribuíram-se percentagens sobre o investimento inicial, sendo as mesmas de valor crescente ao longo do período de vida útil das obras. Os encargos de exploração dizem respeito ao custo da energia consumida.

Quadro 9 – Custos em euros de investimento, de exploração e de manutenção e conservação

Custos de Investimentos									
	Barragem	Conduto adutora	Reservatório de comando	Estações elevatórias + estação de filtração do Crato	Redes de distribuição	Realojamentos dos residentes na aldeia do Pisão	Mini-Hídrica	Açude de Betão	TOTAL
Alternativa A	33.623.000	7.647.400	890.000	8.366.000	31.477.792	10.861.000	2.353.000		95.218.192
Alternativa B	33.623.000	6.250.700	890.000	9.502.000	30.760.692	10.861.000	2.353.000	1.500.000	95.740.392
Custos anuais de exploração									
Alternativa A	Blocos de Alter do Chão e Fronteira			495.180					
	Receitas (produção de energia)			120.000					
Alternativa B	Blocos de Alter do Chão e Fronteira			402.930					
	Blocos de Alter do Chão II			113.940					
	Receitas (produção de energia)			146.400					
Custos anuais de manutenção e conservação para grandes reparações									
	Manutenção e Conservação			Grandes Reparções					
Alternativa A	908.553			430.073			1.338.626		
Alternativa B	929.847			433.130			1.362.977		

#### 5.5 Avaliação Económica

A avaliação económica tem como principal objectivo a análise da rentabilidade do capital que será investido no empreendimento do Crato de forma a aferir o “quanto se ganha” ou se “perde” no final do projecto. No entanto, tratando-se dum investimento do Estado, importa complementar esta avaliação com a análise dos impactos do empreendimento na balança comercial, na segurança alimentar, no apoio a outras empresas nacionais, no emprego, no ambiente e na garantia do abastecimento público aos concelhos do Norte Alentejano.

A avaliação económica do empreendimento do Crato teve por base o cálculo dos seguintes indicadores: Valor Actualizado dos custos; Custo Anual Equivalente; Custo anual equivalente por ha; e Custo do m<sup>3</sup> de água.

A produção de energia depende dos volumes de água que são derivados para a rega dos blocos da MD do Maranhão, Benavila e Avis. Assim, e de modo a garantir a optimização do sistema foi admitida na análise económica que a mini-hídrica do Crato será explorada pela Associação de Regantes à semelhança do que acontece com as centrais do Maranhão e de Montargil do perímetro de rega do Sorraia.

Por outro lado, e face à importância da barragem do Crato no abastecimento público, foi admitido que a componente agrícola seria responsável apenas por 50% do investimento, assim como, por 50% dos custos de manutenção e conservação da barragem do Crato.

No Quadro 10 apresentam-se os resultados obtidos para a taxa de actualização de 6%.

Ao nível do aproveitamento e para a Alternativa A, o preço poderá variar entre 0,0426 € m<sup>-3</sup> e 0,1908 € m<sup>-3</sup> ou, se se preferir, entre 167 € ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> e 747 € ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

A diferença registada entre as Alternativas A e B no custo actualizado e no custo anual equivalente é mínima variando entre 1% e 0,7%. Quando se compara o custo da água, aquela diferença aumenta ligeiramente, variando entre 2,3% e 2,6%.

Quadro 10 – Custo Actualizado, Custo Anual Equivalente e Custo da Água das Alternativa A e B

	Taxa de Actualização	Alternativa	Valor Actualizado dos Custos (€)	Custo Equivalente Anual (€)	Custo (€ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )	Custo do m <sup>3</sup> da água (€ m <sup>-3</sup> )
<b>Sem comparticipação</b>	6%	A	105 105 308	6 668 331	747	0.1908
		B	105 847 575	6 715 424	765	0.1952
<b>Com comparticipação em 75% do Investimento inicial</b>	6%	A	43 762 497	2 776 480	311	0.0794
		B	44 216 472	2 805 282	319	0.0815
<b>Com comparticipação em 100% do Investimento inicial</b>	6%	A	23 456 227	1 488 164	167	0.0426
		B	23 672 771	1 501 902	171	0.0436

## 6. CONCLUSÕES

As duas alternativas A e B foram dimensionadas de modo a garantir uma pressão mínima nos hidrantes mais desfavoráveis de 80 a 100 kPa. No entanto, a Alternativa A revela-se mais vantajosa que a Alternativa B em termos da qualidade de serviço da rede. Na Alternativa A verifica-se que cerca de 90% da área do Bloco de Alter do Chão e Fronteira (6 153 ha) tem pressões superiores a 200 kPa, não sendo por isso necessário o agricultor instalar sobrepessoras para o funcionamento dos sistemas de rega gota-a-gota ou mesmo de aspersão. Estas pressões são garantidas pela posição altimétrica do reservatório de regulação ( $\approx 270$ ), sendo a altura de elevação máxima de 61 mca. Na Alternativa B o patamar altimétrico mais baixo das manchas de solos delimitadas no concelho de Alter do Chão constituem o Bloco de Alter do Chão 2 (1 006 ha) que é beneficiado a partir da ribeira da Seda, sendo a altura de elevação de 85 mca. Comparativamente com a Alternativa A verifica-se que para beneficiar aquelas manchas de solos, a altura de elevação é superior e por outro lado a pressão disponível nos hidrantes que beneficiam terrenos com cotas superiores a (185,00) não é suficiente para o funcionamento dos sistemas de rega sem o recurso a sobrepessoras. Em compensação na Alternativa B o volume que será turbinado na mini-hídrica do Crato é cerca de 20% superior ao da Alternativa A.

O bloco do Crato é beneficiado graviticamente em ambas as Alternativas a partir do by-pass à Estação Elevatória do Crato. Também em ambas Alternativas os blocos da Margem Direita do Maranhão, Benavila e Avis deverão ser beneficiadas através de infra-estruturas dos agricultores.

A Alternativa B implica um maior número de infra-estruturas, possuindo por isso um grau maior de complexidade de operação e gestão.

Do ponto de vista económico as Alternativas A e B são equivalentes, verificando-se diferenças mínimas, da ordem dos 2%, favorável à Alternativa A.

Ponderando os aspectos técnicos e económicos, conclui-se que a Alternativa A é preferível à Alternativa B. Propondo-se a adopção da Alternativa A relativamente à solução preconizada no Projecto de Execução.

A mini-hídrica prevista para o Crato irá turbinar os volumes excedentários e o volume de água derivado para a rega dos blocos beneficiados a partir da ribeira da Seda/regolfo do Maranhão, sendo a produtividade média anual de cerca de 2GWh. Se for admitida a sua promoção em conjunto com a beneficiação do regadio, a mini-hídrica constitui uma mais valia para o projecto.

A análise do estado da barragem da Póvoa que serve o sub-sistema 3 e a simulação da exploração da barragem, mostram que a barragem do Crato é fundamental para uma garantia de 100% no abastecimento público. Neste estudo foram estudadas 3 Alternativas para a conexão da barragem do Crato ao sub-sistema 3.

A optimização da valia agrícola que permitirá beneficiar 8 939 ha, cujos custos poderão parcialmente ser suportados pela valia eléctrica e a necessidade de criar uma reserva estratégica de água que possa garantir o abastecimento público fundamentam o interesse do projecto de fins múltiplos do Crato. A construção deste empreendimento de fins múltiplos assume um papel fundamental para o desenvolvimento desta região, destacando-se as componentes agrícolas, abastecimento urbano, produção de energia e turismo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN R.G.; SMITH M.; PEREIRA L.S. (1998). *Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements*. Irrigation and Drainage Paper nº 56. Roma (Itália), FAO. 300 pp.
- ARBVS (2010). Comunicação pessoal
- BARROSO V. (2010). Comunicação pessoal.
- CALEJO M.J.; TEIXEIRA J.L.; MATIAS P.; Pereira L.S (2006). "Modelação estocástica da procura para a rega", in Actas em CD-ROM do 8º Congresso da Água, Figueira da Foz (Portugal), 13 - 17 de Mar.
- CALEJO M.J.; TEIXEIRA J.L.; PEREIRA L.S. (2008). "Simulação da procura numa rede de rega operando a pedido: o modelo IRDEMAND". *Ingenieria del Agua*, **14**, 3, pp. 155-168.
- CLÉMENT R. (1966). "Calcul des débits dans les réseaux d'irrigation fonctionnant à la demande". *La Houille Blanche*, **5**, pp. 553-575.
- COBA (2000). *Aproveitamento Hidroagrícola do Crato. Estudo de Viabilidade Ambiental e Económica. Nota Técnica 1 – Caracterização da Situação de Referência, Condicionantes Técnicas e Ambientais. Estudo de Soluções Técnicas Alternativas*. Lisboa (Portugal).
- COBA (2001). *Aproveitamento Hidroagrícola do Crato. Estudo de Viabilidade Ambiental e Económica. Nota Técnica 2 – Estudo de viabilidade Técnica, Ambiental e Económica da Alternativa Seleccionada. Volume Redes de Rega, de Drenagem e Viária*. Lisboa (Portugal).
- COBA (2003). *Reformulação do Projecto da Barragem do Crato, Acesso ao Coroamento e Estudo de Impacte Ambiental*. Lisboa (Portugal).
- FERREIRA F.E; MONTEIRO G. (2000). Contribuição da Geologia de Engenharia no Projecto de Reabilitação de Barragens – O caso da barragem da Póvoa, in VIIº Congresso Nacional de Geotecnia. Porto (Portugal), 10 - 13 Abr..
- FLEXIBETÃO, (2007). Estação Tratamento de água da Povoá. Tela Final.
- HIDROPROJECTO (2000). *Sistema Municipal de abastecimento de água e saneamento do Norte Alentejano. Estudo Prévio*. Lisboa (Portugal).
- INAG (2010). Barragens de Portugal. [Consult. 16 de Abr. 2010] Disponível em WWW:<URL: [http://cnpqb.inag.pt/gr\\_barragens/gbportugal/Povoades.htm](http://cnpqb.inag.pt/gr_barragens/gbportugal/Povoades.htm)>.
- OLIVEIRA M.S; FERNANDES I.R.; SILVA J.D. (2004). Adequação dos descarregadores de cheias das barragens do sistema Nisa. Soluções Propostas, in Actas em CD-ROM do 7º Congresso Nacional da Água, Lisboa (Portugal), 8 - 12 Mar..
- PROSISTEMAS (2006). *Projecto de Execução do Aproveitamento Hidroagrícola dos Crato. Volume I – Rede de Rega. Tomo 1 – Memória Descritiva e Justificativa*. Lisboa (Portugal).
- PROSISTEMAS e COBA (1999). *Reabilitação e Modernização da Obra de Rega do Vale do Sorraia*. Lisboa (Portugal).
- ROSSMAN L.A.; BOULOS P.F.; ALTMAN T.A. (1993). "Discrete volume element method for network water quality models". *Journal of Water Resources Planning and Management*, ASCE, **119**, 5, pp.: 505-517.
- TEIXEIRA, J.L. (1994) .*Programa ISAREG Guia do Utilizador*. Lisboa (Portugal), Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- TEIXEIRA, J.L.; PEREIRA, L.S. (1992). "ISAREG, an irrigation scheduling simulation model". *ICID Bulletin*, **41**, 2, pp.: 29-48.