

Observações ao Projecto de Alqueva

1 - Introdução

O desenvolvimento económico tendo em vista a solução de graves problemas sociais existentes no Alentejo foi sempre considerado, e são muitos os documentos produzidos há várias décadas [1], dependente da rentabilização de potencialidades agrícolas, exploradas em sequeiro ou improdutivas por falta de água.

Admitiram-se diferentes soluções, mas o regime de caudais do Guadiana era cada vez mais seco e mais irregular, em consequência de grandes obras hidroagrícolas realizadas a montante, em Espanha.

Estudou-se um grande plano de regadio (Fig. 1) em que os fornecimentos na estiagem são garantidos por regularização interanual dos caudais, transferindo vultosas quantidades de água das maiores cheias dos anos mais húmidos para as estiagens dos anos mais secos. E constatou-se que o grande armazenamento necessário só poderia conseguir-se com uma barragem em Alqueva por, em nenhum outro local, as condições topográficas o permitirem.

Alqueva não tinha, de facto, alternativas concorrentes, mas eram bem conhecidas algumas dificuldades do projecto, designadamente os aumentos de custo da água relacionados com o consumo de energia na bombagem, que o Plano de Rega do Alentejo [2] admitia barata, utilizando excedentes de produção hidroeléctrica. Mas esse recurso já não existe, pois toda a energia tem hoje colocação na rede eléctrica nacional. E também não poderá contar-se com a produção da central de Alqueva, cujo valor excede muito o da energia que poderá utilizar-se nas bombagens, designadamente a térmica de base, nas horas de vazio do diagrama de cargas.

Outra dificuldade importante resulta da má configuração geológica da fundação da barragem na margem esquerda, que não permitirá a normal conclusão da obra e determinará vultoso aumento do montante orçamentado. Este maior custo da barragem poderia ter determinado outra concepção do projecto, que já não é possível, mas não condicionará as alterações do plano geral de rega, que a seguir se propõem.

2 - Regime hidrológico do Guadiana

O regime hidrológico do Guadiana (Fig. 2), semi-árido com as prolongadas estiagens, algumas vezes plurianuais,

é muito pobre. A afluência natural específica na Rocha de Galé não atinge sequer 28 % da verificada em Foz Côa, cuja bacia hidrográfica é geralmente considerada muito seca.

Resultantes de pouca pluviosidade mal distribuída no tempo e em superfície, os caudais são pequenos e concentrados em períodos curtos. E pode mesmo constatar-se que têm diminuído e a sua irregularidade tem aumentado, devido ao consumo da quase totalidade das afluências de estiagem e dos anos mais secos e de uma

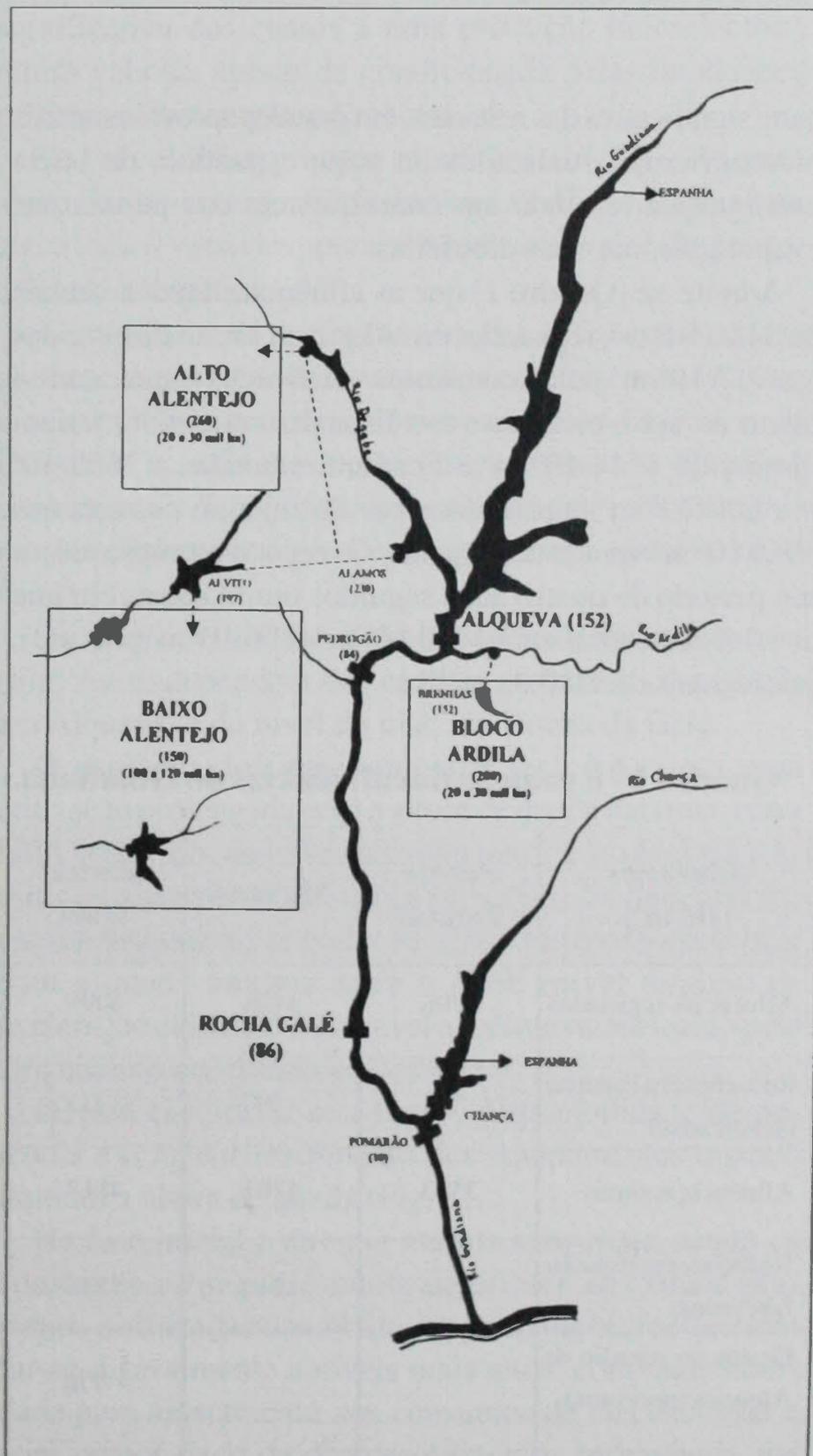


Fig. 1 - Plano de Rega do Alentejo (1969).

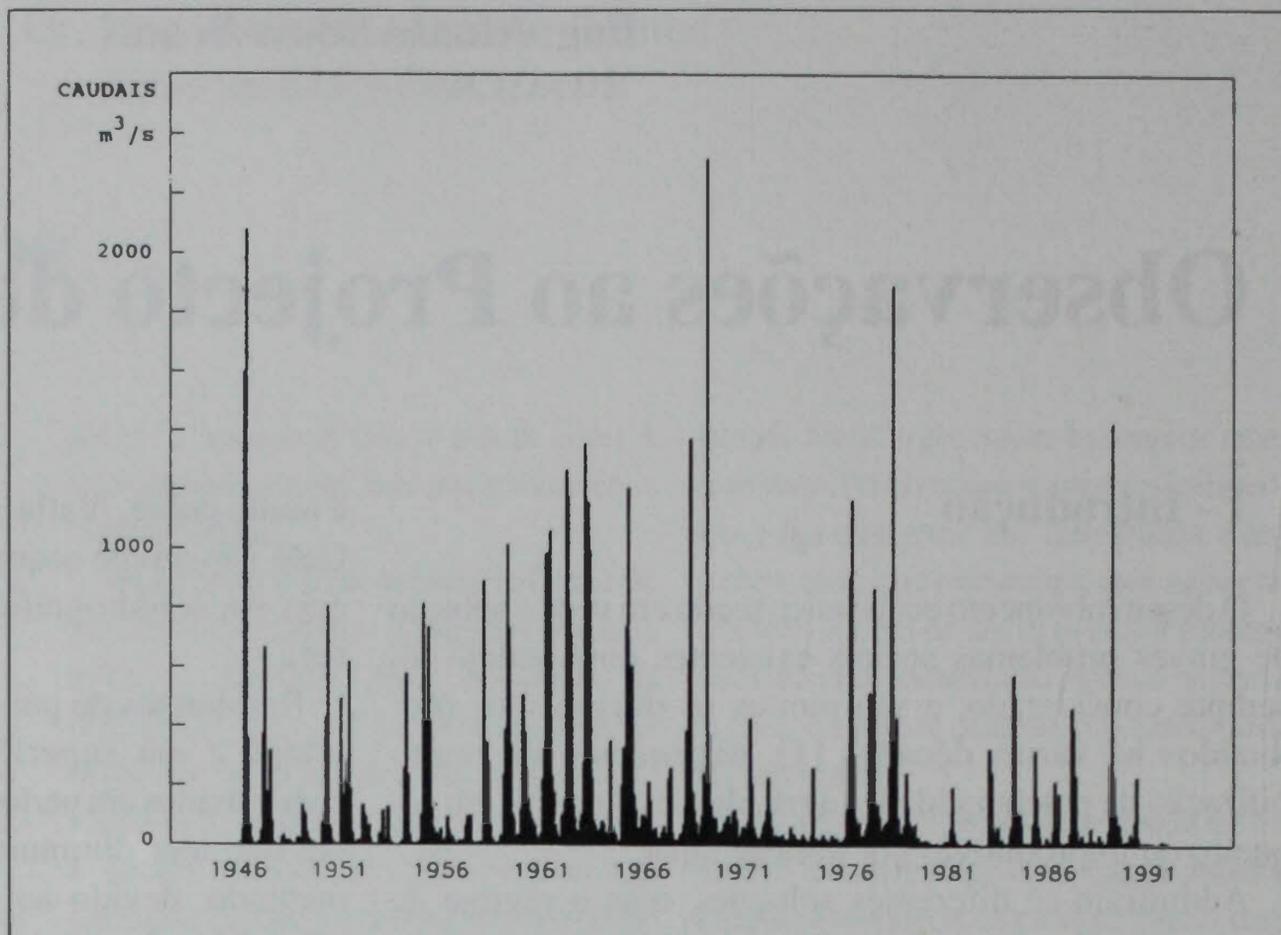


Fig. 2 - Rocha da Galé. Caudais médios mensais.

parte significativa das restantes, em grandes aproveitamentos hidroagrícolas, realizados na parte espanhola da bacia hidrográfica, e ainda em consequência das perdas por evaporação, nas suas albufeiras.

Admite-se (Quadro 1) que as afluências médias anuais de $3486 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, registadas em Alqueva, foram diminuídas em $717 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ pelos consumos verificados e que, com o plano de aproveitamento em Espanha concluído, teriam diminuído $1544 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ e ficariam reduzidas a $2659 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, $690 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ constituídos em Portugal, e os restantes $1969 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ vindos de Espanha. Os registos compreendem um período de quatro anos seguidos muito secos, em que as afluências totalizam $1100 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ($276 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ por ano), pouco mais de 1/10 da média.

Quadro 1 - Evolução das afluências do Guadiana.

Afluências [10^6 m^3]	Puente Palmas	Alqueva	Rocha Galé
Afluências registadas	2796	3486	4095
Reduções em Espanha (verificadas)	717	717	717
Afluência naturais	3513	4203	4812
Reduções em Espanha (previstas)	1544	1544	1544
Gastos no regadio de Alqueva (previstos)	-	-	770
Afluência futuras	1969	2659	2498

A variação provável das afluências anuais foi entre um mínimo de $52 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ e um máximo de $10\,820 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, portanto 208 vezes superior. A afluência mensal, que é nula com bastante frequência, pode atingir máximos da ordem de $6110 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, 28 vezes a média calculada de $222 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (Quadro 2).

Quadro 2 - Caracterização do regime hidrológico de Alqueva.

1952 - 53 a 1991 - 92	Unidades	Alqueva
Caudal médio - módulo	m^3/s	84,4
Afluência anual média	10^6 m^3	2659
Afluência anual máxima	10^6 m^3	10 823
Afluência anual mínima	10^6 m^3	52
Máx/Mín afluências anuais	-	208
Afluência mensal média	10^6 m^3	222
Afluência mensal máxima	10^6 m^3	6110
Afluência mensal mínima	10^6 m^3	0
Máx/Mín afluências mensais	-	28

Todos os estudos foram fundamentados numa estatística de 40 anos, de 1952-53 a 1991-92, que se considerou caracterizar bem o regime hidrológico, designadamente:

- As afluências médias.
- A concentração dos caudais nos semestres de inverno (Novembro a Maio) e a ocorrência de cheias.
- As pequenas afluências nos semestres de verão (Maio a Novembro) e as grandes estiagens plurianuais.
- Os valores mensais e os totais anuais da evaporação, avaliados com grande margem de imprecisão.

Estes valores traduzem claramente a probreza e a irregularidade do regime hidrológico, acentuadas, como se referiu, pelas retiradas de água e pela evaporação das albufeiras em Espanha.

3 - Utilização da água

Vai utilizar-se o Guadiana para suprir importantes carências de água numa vasta região de economia deprimida, onde a terra tem sido cultivada em regime de sequeiro, com rentabilidade sempre baixa e muito incerta.

Prevê-se o regadio de grandes áreas planas de bons solos seleccionados pelo Plano de Rega do Alentejo (Fig. 1), já objecto de estudos anteriores:

- 1 – Bloco do Alto Alentejo, com área de 20 a 30 mil hectares, em que a origem da água seria à cota (260).
- 2 – Bloco do Baixo Alentejo, de 100 a 120 mil hectares, com bons solos situados abaixo da cota (150).
- 3 – Bloco do Ardila, de 20 a 30 mil hectares, com diversas origens na altitude média de (200).

E foram analisados também:

- 1 – O fornecimento de água ao complexo industrial de Sines.
- 2 – A satisfação de carências existentes no Algarve.
- 3 – A disponibilização de caudais a ser bombeados na estação elevatória já instalada na confluência do rio Chança, onde a água é actualmente salgada durante a estiagem, o que tem sido solicitado tendo em vista as carências já existentes no Sul de Espanha.

E terá de se quantificar o consumo de água no troço internacional a montante de Alqueva, onde estão instalados potentes equipamentos que bombeiam do Guadiana para rega de provavelmente alguns milhares de hectares agricultados na região de Olivença, sendo certo que aumentará quando beneficiar da retenção em Alqueva, e que não se conseguirá qualquer limitação depois de realizados outros investimentos fundiários.

Como as quantidades de água não chegam para todos os potenciais consumidores, serão necessárias algumas

providências para limitar desperdícios e para evitar instalações que, antecipando-se poderão prejudicar o futuro desenvolvimento da rega no Alentejo, em perspectiva a longo prazo.

Mas a utilização da água dependerá da regularização das afluências e dos desníveis entre as captações e os consumos, a vencer com vultosos gastos de energia.

E terá que se considerar que os desníveis a criar no Guadiana propiciam a instalação de centros produtores hidroeléctricos, com equipamentos reversíveis e grandes albufeiras de armazenamento, que se avaliam, não só pela energia produtível, como também pela potência garantida, utilizável às horas de ponta a compensar flutuações do consumo da rede eléctrica nacional.

4. Esquema geral de aproveitamento

Concebeu-se o aproveitamento do Guadiana tendo em vista a satisfação, pelo menor preço de carências actuais e de esperados aumentos do consumo de água, já referidos no número anterior, o que se consegue afectando parte significativa dos custos a uma produção hidroeléctrica muito valiosa, apesar de condicionada pelas finalidades principais dos empreendimentos.

São necessárias grandes albufeiras (Fig. 3 e 4), para acumular no inverno as afluências na estiagem, e centrais eléctricas reversíveis, para maximizar o valor da produtividade energética.

A irregularidade do regime obriga a utilizar quase todas as capacidades de armazenamento como reservas de água, a consumir nos períodos plurianuais secos. Os níveis de montante mantêm-se muito tempo próximos do pleno enchimento e depois descem gradualmente, até aos mínimos da exploração eléctrica em que permanecem no resto das estiagens.

Os níveis de jusante, definidos pelas curvas de vazão (Fig. 5 e 6) dependem dos caudais e também do regolfo, em Alqueva, e do nível do mar, em Rocha da Galé.

O projecto dos equipamentos terá em conta uma utilização prolongada com a altura de queda máxima, entre NPA (nível de pleno armazenamento), e o nível na restituição correspondente ao caudal turbinado, mas também um funcionamento de muita duração a turbinar e a bombear com a queda mínima entre o NmE (nível mínimo de exploração eléctrica) e um nível a jusante estabelecido pelo afogamento necessário à bombagem.

Deverá considerar-se a menor disponibilidade de potência e o menor rendimento dos equipamentos quando diminui a altura de queda (Fig. 7).

Na fase inicial e durante muitos anos mais, sendo os consumos no regadio muito inferiores aos finais previstos, a utilização das albufeiras para fins hidroeléctricos far-se-á geralmente a níveis mais altos, com mais liberdade para ajustamento aos consumos de electricidade e com menor risco de descarregamentos turbináveis nos invernos mais húmidos.

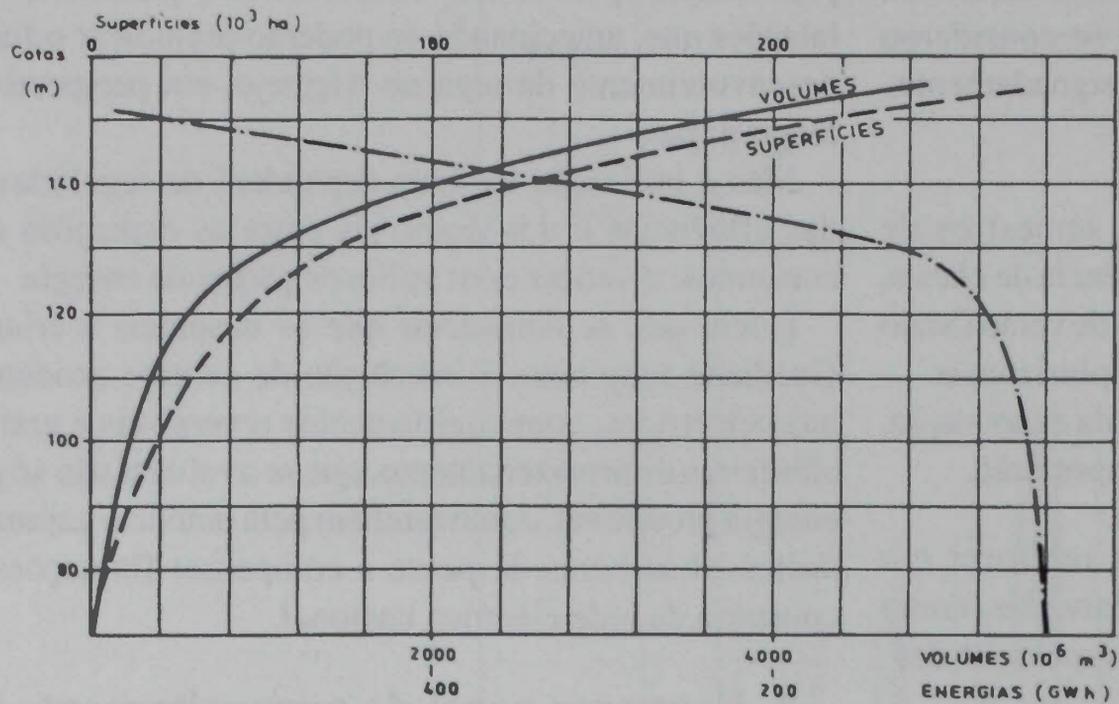


Fig. 3 - Alqueva. Capacidades da albufeira.

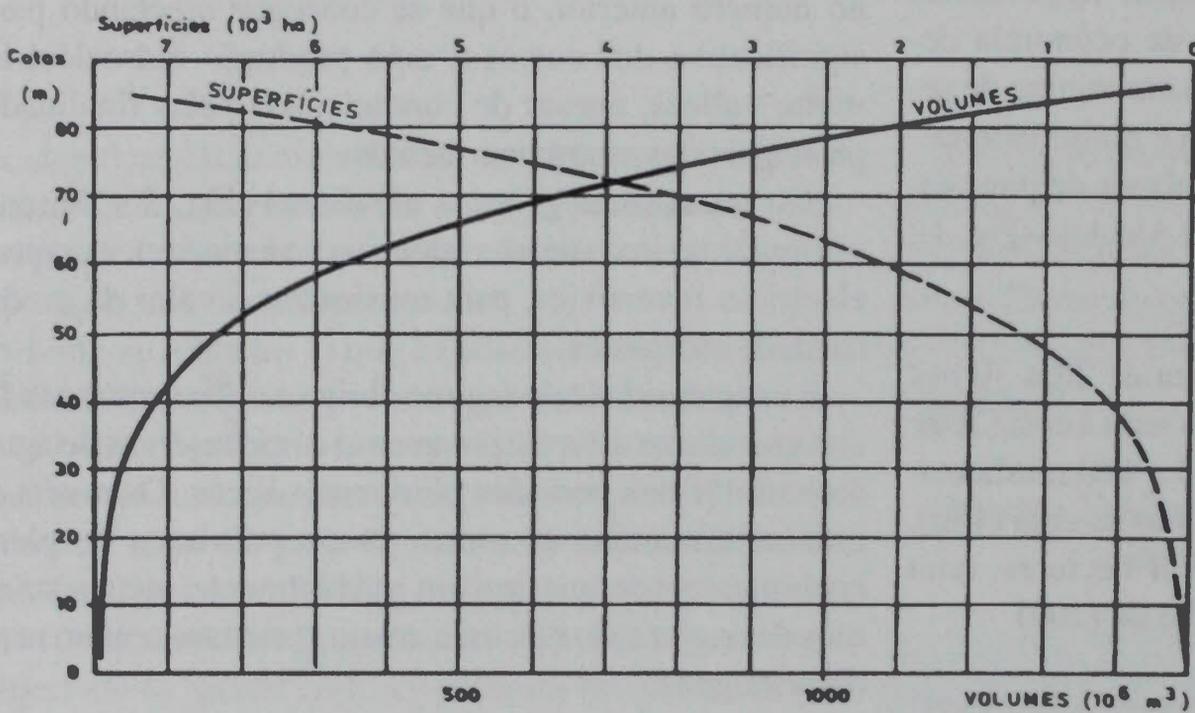


Fig. 4 - Rocha da Galé. Capacidades da albufeira.

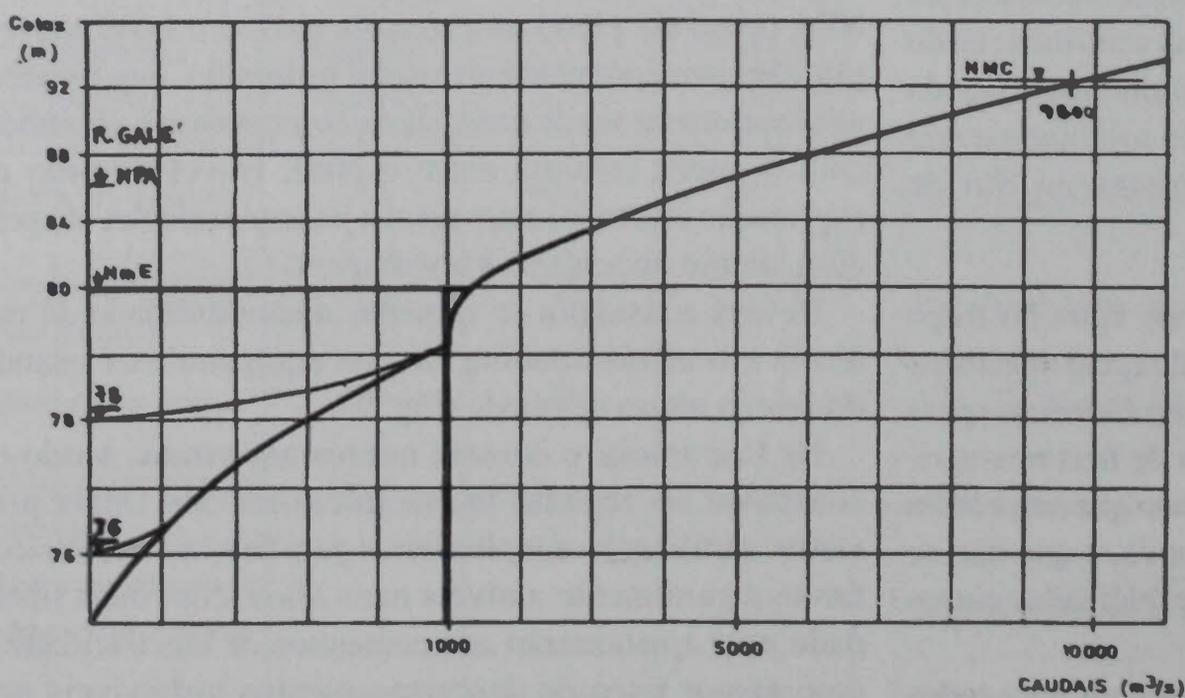


Fig. 5 - Alqueva. Curva de vazão.



Fig. 6 - Rocha da Galé. Curva de vazão.

A captação de água para consumo poderá fazer-se a montante das albufeiras (em alguns casos não há alternativa), mas as quebras de produção energética nas centrais a jusante, valorizadas como se fossem turbinadas, deverão considerar-se como custos. A maior parte da energia gasta na bombagem será mais barata do que a produtividade perdida, por se admitir uma menor garantia de fornecimento e uma concentração das bombagens nas horas de vazão.

O esquema geral (Fig. 8) foi concebido com dois grandes escalões em Alqueva e Rocha da Galé, que compreendem grandes albufeiras de regularização e centrais eléctricas reversíveis, e com dois açudes em Pedrógão e Pomarão, que acumularão as reservas da bombagem hidroeléctrica e alimentarão estações elevatórias de abastecimento das redes de consumo de água.

5 - Alqueva

A barragem de Alqueva com uma altura de quase 100 metros acima da cota mínima da fundação criará uma albufeira de $4150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ com o NPA à cota (152). No NmE, previsto à cota (130), o armazenamento será de $1150 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Apesar de ser muito grande, a capacidade utilizável (de $3000 \cdot 10^6 \text{ m}^3$) não basta para conseguir uma completa regularização das afluições, mas garantirá o débito anual de $770 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, ($630 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ entre 1 de Maio e 1 de Novembro, e $140 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ nos restantes 6 meses) se a albufeira se mantiver muito próxima do pleno enchimento – à cota (152) em 1 de Maio e à cota (150,7) em 1 de Novembro – quando se iniciam as estiagens mais prolongadas.

A produção de energia acompanhará, em paralelo, os gastos de água a jusante de Alqueva, mas não sairá

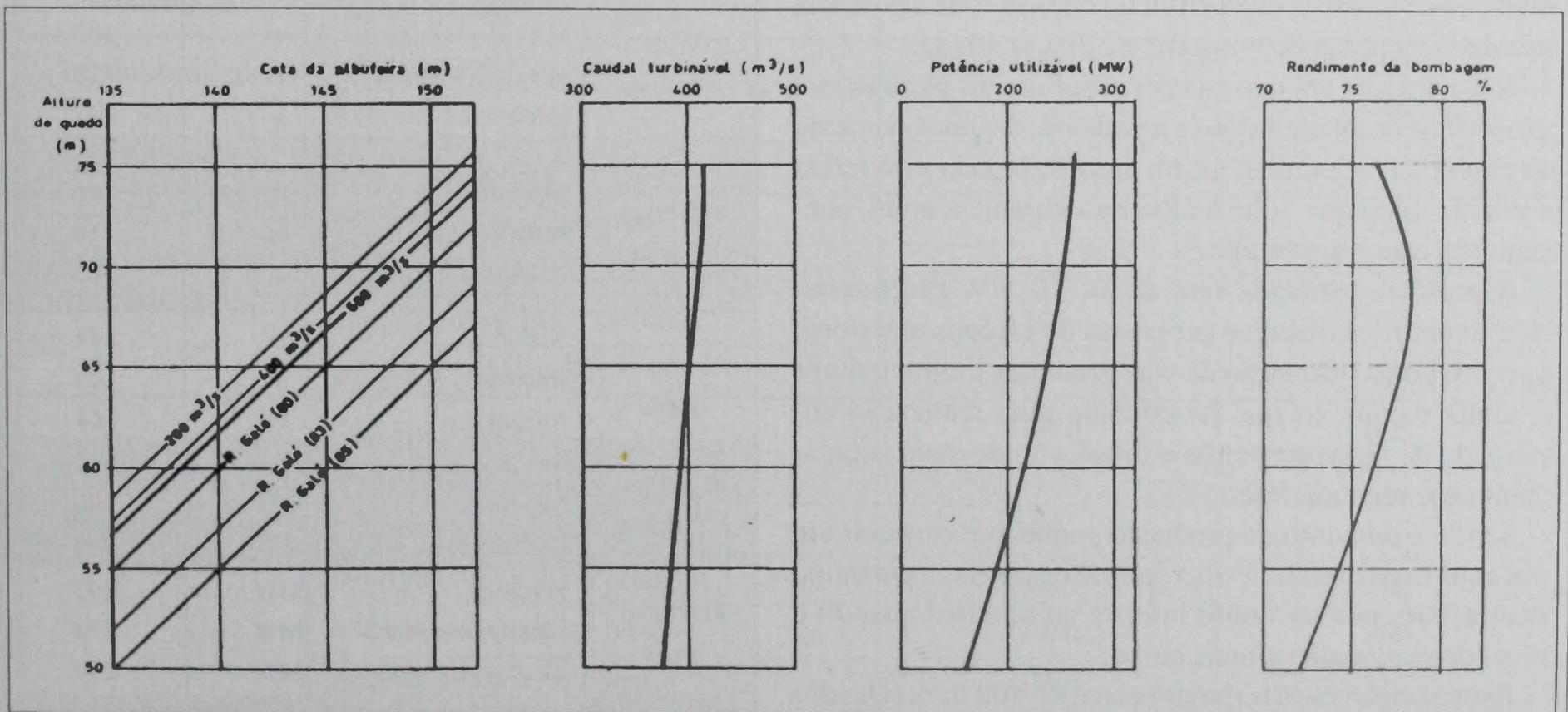


Fig. 7 - Alqueva. Funcionamento hidroeléctrico (estimativa).

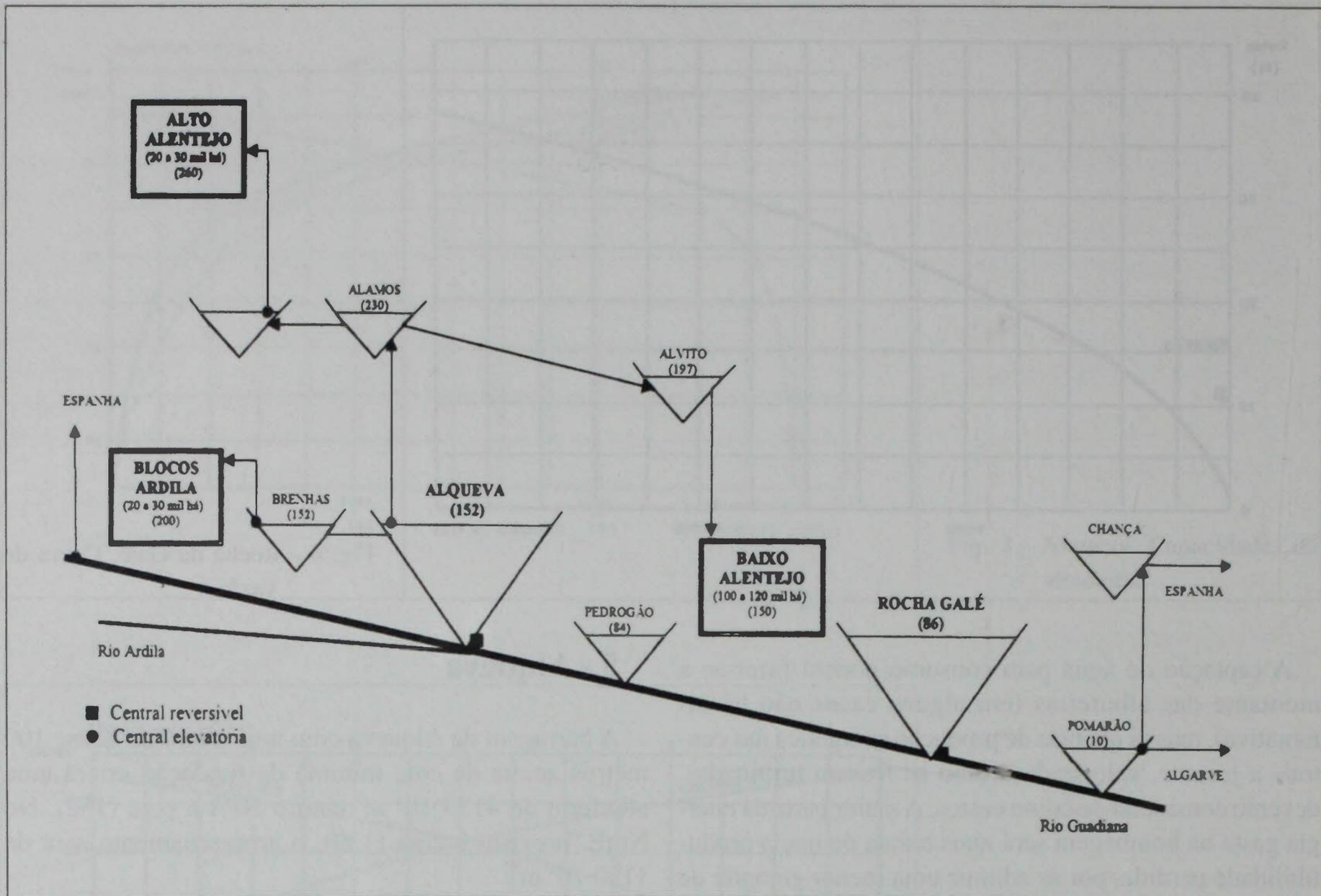


Fig. 8 - Esquema Geral de Rega (1969).

desvalorizada por todos serem previamente turbinados na central hidroeléctrica e a maior parte se consumir na estiagem. Quebras de produtividade, só as haverá em consequência de retiradas de água a montante, directamente da albufeira.

Para isso se controlará o esvaziamento da albufeira, de modo a garantir o desnível mínimo de funcionamento da central eléctrica reversível, e o bombeamento para acumulação de reservas que permitam colocar toda a potência instalada na ponta do consumo de electricidade.

Nos períodos em que os caudais afluentes se anulam e a superfície da albufeira desce ao mínimo de funcionamento da exploração eléctrica, toda a água turbinada será retida a jusante, para que volte à albufeira durante a noite, consumindo energia sobranete.

A potência instalada será de 2x120 MW reversíveis. Não tiveram justificação propostas de estudos anteriores que previam a instalação de equipamentos muito maiores e, ainda menos, as que propunham uma realização antecipada de obras prevendo a instalação de mais equipamento em segunda fase.

Sendo o aumento de produção pequeno e concentrado nos anos mais húmidos, o acréscimo de potência garantida ficaria caro, por ser muito inferior ao nominal quando o nível de exploração é mais baixo.

Este equipamento turbinará cerca de 400 m³/s (Quadro 3) com alturas de queda variáveis entre 75 metros (máxima com regime natural a jusante) e 49 metros (mínima com a

Quadro 3 - Alqueva. Funcionamento hidroeléctrico.

Central reversível		Unidades	Valores
Potência instalada 2x120 MW			
Níveis a montante	Máximo	m	152
	Mínimo a turbinar	m	132
	Mínimo a bombear	m	128
	Médio	m	147
Níveis a jusante	Máximo	m	86
	Mínimo	m	80
	Médio	m	83
Alturas de queda	Máxima	m	72
	Mínima	m	49
	Média	m	64
Caudais turbinável	Máximo	m ³ /s	410
	Mínimo	m ³ /s	380
	Cota média	m ³ /s	390
Potências úteis	Máximo	MW	260
	Altura queda mínima	MW	170
	Altura queda média	MW	230
Volume gasto na ponta (6 horas)		10 ⁶ m ³	9

reserva inferior da bombagem preenchida) debitando uma potência efectiva entre 260 MW e 170 MW.

Sem bombagem, a produtividade média (Quadro 4) seria de 354 GWh/ano e a potência garantida apenas de 47 MW.

Com equipamento reversível, a produção média atingirá 606 GWh/ano, gastando 371 GWh a bombear, a mínima será de 373 GWh/ano, podendo garantir-se apenas os 170 MW a que se reduz a potência do equipamento, quando o nível da albufeira desce ao nível mínimo de exploração eléctrica (NmE).

6 - Rocha da Galé e Pedrógão

Um segundo aproveitamento foi previsto na Rocha da Galé, onde os níveis hidrométricos sofrem o efeito de regolfo das marés. Com NPA à cota (86), a capacidade de armazenamento atinge $1400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Admitindo um caudal turbinável indêntico ao de Alqueva ($400 \text{ m}^3/\text{s}$) fixou-se a potência instalada em $2 \times 130 \text{ MW}$, também reversíveis para assegurar a sua colocação nos mais baixos níveis de estiagem.

Terá como finalidade o fornecimento de $200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de água ao Algarve e ao sul de Espanha, aproveitando os caudais sobranes de Alqueva, depois das retiradas para rega, abastecimento de povoações e indústria no Alentejo, que se admitiu consumirem toda a afluência garantida ($770 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ por ano).

À Rocha da Galé afluirão caudais ainda mais irregulares e mais concentrados, nos invernos dos anos mais húmidos, que os recebidos de Espanha: nenhuns em todos os semestres de verão e muito poucos em longos períodos secos com duração até 10 anos. A estes caudais apenas se adicionarão os das pequenas linhas de água intermédias, que pouco aumentam as afluências.

Para garantir a disponibilização dos volumes de água antes referidos, terão que regularizar-se estes caudais, utilizando toda a capacidade da albufeira acima da cota (70): cerca de $800 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

O açude de Pedrógão é necessário por, no mínimo de exploração, a Rocha da Galé não garantir o nível e o volume de água para funcionamento reversível de Alqueva e, também, por a Rocha da Galé não se justificar a curto prazo, enquanto não se com-

Quadro 4 - Alqueva. Produtibilidade hidroeléctrica.

Central reversível Potência instalada $2 \times 120 \text{ MW}$		Unidades	Produtibilidade
Altura de queda	média	m	64
	mínima	m	49
Afluências sem bombagem	média	10^6 m^3	2108
	garantida	10^6 m^3	770
	caudal garantido 6 h/dia	m^3/s	98
Produtibilidade sem bombagem	energia média	GWh	324
	energia garantida	GWh	91
	potência garantida 6 h/dia	MW	41
Produtibilidade da bombagem	potência garantida 6 h/dia	MW	129
	energia gasta a bombear	GWh	371
	energia fornecida a turbinar	GWh	282
	perdas na bombagem	GWh	89
Produtibilidade total (*)	energia média	GWh	606
	energia garantida	GWh	373
	potência garantida 6 h/dia	MW	170
	energia colocada na ponta	GWh	340
	energia colocada na base	GWh	266
	energia gasta a bombear	GWh	371

(*) Da potência garantida só é útil na ponta a que dispõe de energia garantida para 2000 horas de funcionamento. A energia a mais considera-se colocada na base. A restante potência garantida não tem colocação.

prometerem todos os caudais garantidos por Alqueva.

O açude de Pedrógão com coroamento à cota (84) acumulará os $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ a $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ a utilizar pela bombagem de Alqueva, mas não deveria prejudicar a concretização da Rocha da Galé, prevista com NPA à cota (86) e albufeira suficiente para, como se referiu, satisfazer carências no Algarve e no sul de Espanha.

Com esta perspectiva, o projecto deste açude teria que prever o seu afogamento e de admitir um nível de água a montante inferior ao de jusante.

No caso de ser possível a sua deslocação um pouco para jusante, o açude afogaria a confluência do Odeacere, facilitando a instalação e a exploração do equipamento da bombagem para a rega do Baixo Alentejo.

O regolfo de Pedrógão entrará no rio Ardila, até a montante da ponte da estrada, onde se admitiu instalar a central elevatória de água para um reservatório nas cabeceiras do Brenhas, previsto como origem do sistema de rega do bloco do Ardila.

Com o açude de Pomarão evita-se a propagação da salinidade para montante, que actualmente prejudica a bombagem de água do Guadiana para a albufeira do Chança com destino a Espanha, e cria-se o armazenamento necessário para o funcionamento reversível da central da Rocha da Galé.

7 - Esquema de rega e sua actualização

A captação da maior parte da água para rega foi projectada (Fig. 8) com uma estação elevatória em Álamos, dimensionada para a elevação média provável de 80 metros entre o nível da albufeira de Alqueva — variável entre as cotas (130) e (152) — e aproximadamente a cota (230) da soleira no início do canal de derivação dirigido à albufeira do Alvito, que tem o nível de pleno armazenamento à cota (197). E está prevista uma bifurcação para um canal de abastecimento a outra estação elevatória, concebida para vencer o desnível de 60 metros, entre a cota (200) e a de (260), na origem do sistema de rega do bloco do Alto Alentejo, com área de 20 a 30 mil hectares.

De Alqueva [2] sairia toda a água destinada a novos regadios e ao reforço das dotações dos sistemas já em funcionamento. Porém, das áreas a beneficiar (100 a 120 mil hectares) a maior parte situa-se abaixo da cota (150).

Para abastecimento do bloco do Ardila concebeu-se uma derivação do Alqueva por vasos comunicantes, até uma pequena albufeira a criar na ribeira de Brenhas com o nível de pleno armazenamento igual ao Alqueva (152).

Este esquema não difere muito do estudado pela Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos mas, tantos anos passados, são já outras as condicionantes, em especial, como se referiu, as disponibilidades e os preços da energia:

- Acabaram os excedentes da produção hidroeléctrica,

com baixo valor por serem muito irregulares e não garantidos, que se admitia utilizar na elevação de água para os sistemas de regadio.

- É muito valiosa a potência que se pode garantir com centrais hidroeléctricas reversíveis.
- Os caudais vindos de Espanha são agora muito inferiores aos então previstos, por terem aumentado as áreas de regadio e, naturalmente, os consumos de água.

Deverá pois modificar-se o esquema antes concebido (Fig. 8) para, quanto possível, diminuir os consumos de energia e para garantir a disponibilidade da potência instalada nas horas cheias.

Para isso contribuirá o açude de Pedrógão que, como foi referido, se deslocaria para jusante da confluência do

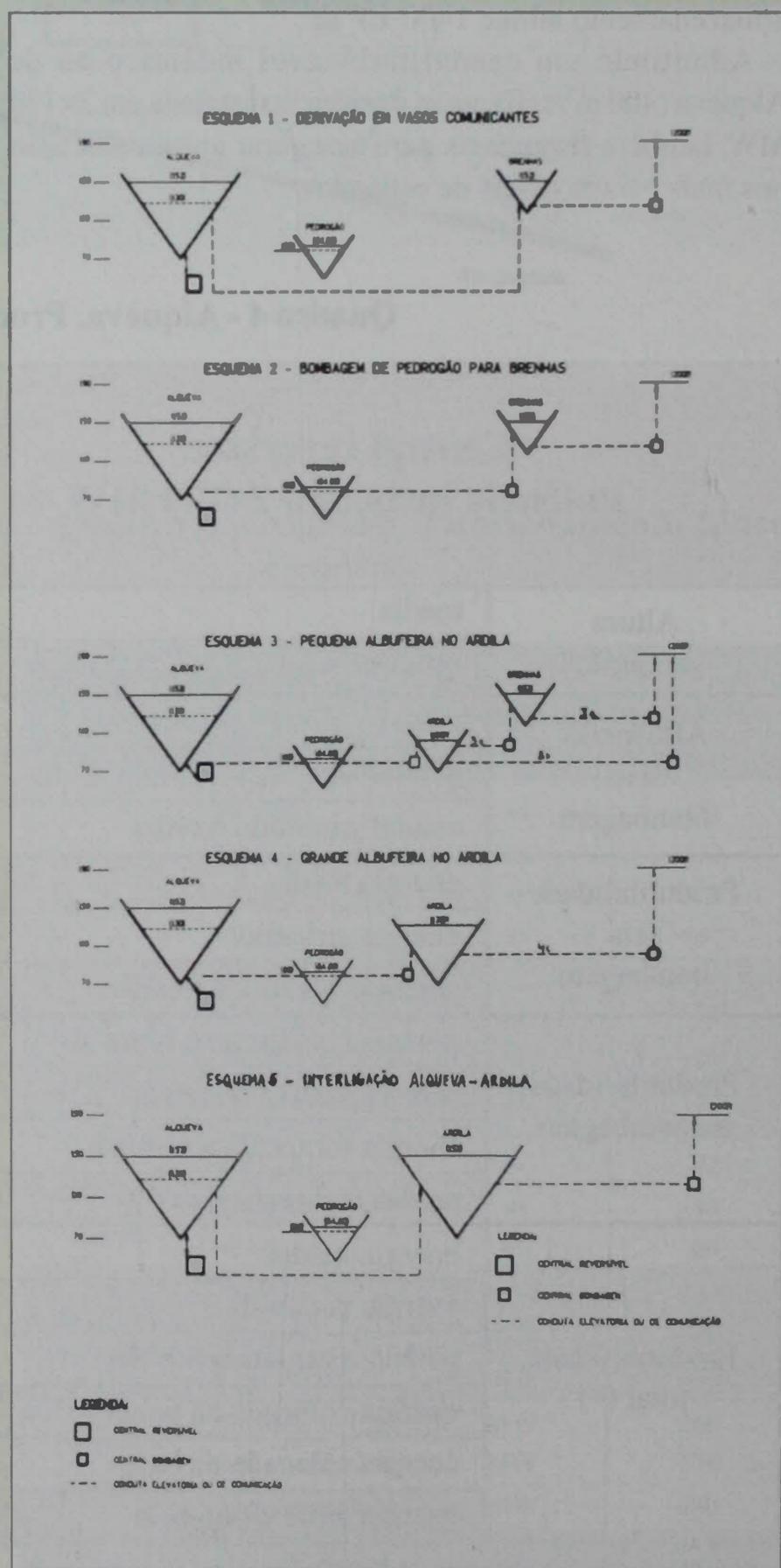


Fig. 9 - Alternativas do esquema de rega do Ardila.

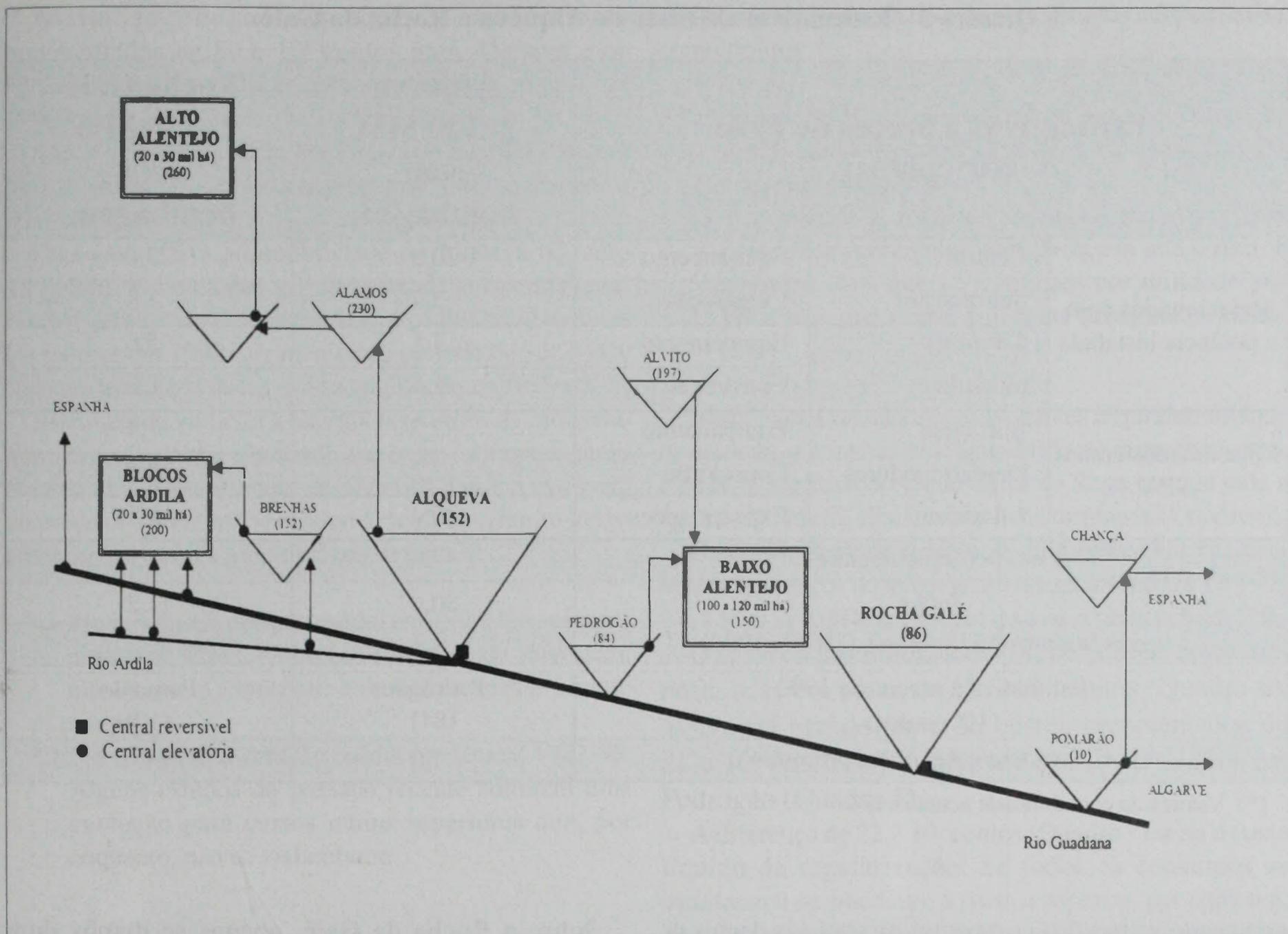


Fig. 10 - Esquema Geral de Rega (actualizado).

Odeacere, de modo a facilitar a bombagem em direcção a S. Matias, onde atingiria, à cota (150), o condutor geral da rega do Baixo Alentejo.

Assim se evitaria a elevação de água entre o nível de armazenamento — o NPA é à cota (152) — e Alamos (230) de toda a água para rega deste bloco, que deixaria de produzir energia à hora de ponta, mesmo quando gasta às horas de vazio. Com a bombagem a partir da albufeira de Pedrógão, parte dos caudais proviria da bacia intermédia, designadamente do Ardila, poupando água de Alqueva, e só a utilizando depois de turbinada na hora de ponta. E alguns dos restantes caudais do Ardila poderiam armazenar-se na albufeira.

Também do reservatório de Pedrógão se bombearia para a rega dos blocos do Ardila na margem esquerda do Guadiana, seleccionando uma solução entre várias hipóteses possíveis (Fig. 9).

Em relação à derivação proposta por vasos comunicantes, entre Alqueva e Brenhas, a bombagem do Ardila terá a vantagem de se concretizar com menos dificuldades de execução e menor custo. Maiores benefícios poderão ainda conseguir-se regularizando o Ardila com uma albufeira a montante de Montes Bravos, o que já foi considerado em estudos da antiga Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos.

A bombagem de Alqueva, interessando apenas à rega do Alto Alentejo, deveria concretizar-se segundo um esquema muito diferente do actual e a estação elevatória poderia não ser em Álamos.

Com as alterações referidas, o Esquema Geral de Rega (Fig. 10) teria ainda a vantagem de um menor custo global, por diminuição do comprimento e da secção dos grandes adutores, e de uma divisão do sistema de rega, que, além de favorável para a sua exploração, facilitaria o faseamento dos investimentos.

E terá que se providenciar no sentido de esclarecer toda a problemática das retiradas de água do Guadiana para Espanha, no início do troço internacional de montante e na foz do Chança, porque não será fácil impedir a exploração, e até a ampliação das instalações existentes, quando o enchimento de Alqueva e a regularização dos caudais do Guadiana propiciarem o seu funcionamento em muitos melhores condições.

8 - Custos. Valores da energia. Preços da água regularizada

As estimativas de custo obtiveram-se seguindo uma orientação semelhante à adoptada em estudo anterior [3],

Quadro 5 - Estimativas de custo de Alqueva e Rocha da Galé.

Estimativas a preços de 1990 (10 ⁶ contos)			Alqueva 2×120 MW com bombagem	Rocha Galé 2×130 MW com bombagem
Relacionados com a potência instalada	Central	Equipamento	20,9	23,0
	Subestação	Construção	3,7	3,8
	Circuito hidráulico	Equipamento	5,1	5,6
		Construção	1,4	1,6
Relacionados com o NPA	Barragem	Equipamento	7,5	7,5
	Descarregadores	Construção	17,2	14,9
	Albufeira	Expropriações	20,4	5,5
Obras complementares			4,4	9,3
Totais			80,6	71,2
Investimentos preliminares (1973 a 1987)			(*) 8,3	—
Estimativa a preços de 1990 (10 ⁶ contos)			Pedrogão (84)	Pomarão (10)
Custos totais das obras previstas			7,0	15,0

(*) Valores da contabilidade actualizados

246

agrupando verbas dos orçamentos disponíveis depois de actualizadas a preços de 1990, com a preocupação de facilitar o paralelo entre diferentes alternativas.

No caso de Alqueva houve que alterar os custos relacionados com a potência instalada, que o último projecto reduziu a 2×120 MW reversíveis, e registaram-se os valores de investimento efectuados entre 1973 e 1987, que se consideraram custos a amortizar sem influência na decisão de construir o empreendimento.

Sobre a Rocha da Galé, apenas se dispôs dum orçamento muito antigo, a preços de 1980, relativo a uma hipótese mais equipada em potência.

Actualizadas as suas parcelas à data do orçamento de Alqueva, verificou-se que algumas se tinham estabelecido em bases muito inferiores.

Corrigindo-as para níveis idênticos, designadamente as relacionadas com a potência instalada, que se fixou para o mesmo caudal turbinável de Alqueva (400 m³/s), correspondente a 260 MW (2×130 MW) igualmente reversíveis.

Quadro 6 - Alqueva. Valorização da produtividade.

Bases de avaliação da energia	Preços dos combustíveis	Médios 1990		Médios 1981-90	
	Taxas de actualização	10 %	5 %	10 %	5 %
Valores das produtibilidades hidroeléctricas em 10⁶ contos (*)					
Sem retirar água da albufeira		39,8	65,3	60,3	105,6
Retirando 770·10 ⁶ m ³ da albufeira		30,1	47,8	47,8	82,4

(*) Valores máximos e mínimos. Como as retiradas de água cresceriam ao longo da vida útil do aproveitamento, as produtibilidades do esquema com captação na albufeira teriam valores intermédios.

Assim se chegou (Quadro 5) aos valores orçamentados de $80,6 \cdot 10^6$ contos para Alqueva e de $71,2 \cdot 10^6$ contos para Rocha da Galé, a preços de 1990⁽¹⁾.

Sobre o açude previsto em Pedrógão com NPA à cota (84) a estimativa, também a preços de 1990, é da ordem dos $7,0 \cdot 10^6$ contos.

Para valorizar a produtividade de Alqueva (Quadro 4), seguiu-se a metodologia apresentada em estudo anterior [4], admitindo dois níveis de preço dos combustíveis (os médios em 1990 e os médios no período de 1981-90), cada um associado às taxas de actualização de 10 % e 5 %.

Este método valoriza a energia pelo custo da produção térmica equivalente, admitindo que os investimentos serão amortizados no seu tempo de vida útil e que a evolução do preço dos combustíveis se pode traduzir a muito longo prazo pelos valores médios fixos seguintes:

- No mínimo, a cotação média em 1990. Nos últimos anos, por vezes, os preços foram ainda inferiores, mas ninguém admite que a situação se manterá muito tempo.
- No máximo, a cotação média na década 1981-90. Alguns estudos do passado recente admitem uma evolução para custos muito superiores que, por enquanto, não se vislumbram.

⁽¹⁾ O valor de Alqueva não inclui os maiores custos por dificuldade de execução da barragem no encontro da margem esquerda.

Quanto a valores da taxa de actualização adoptaram-se como limites:

- A taxa de 10 %, cuja aplicação se generalizou, indicada para valorização de projectos de curta duração com risco significativo.
- A taxa de 5 %, indicada para a valorização de empreendimentos capital intensivos, em que o risco é pequeno. Aos que se justificam por utilidade pública são, por vezes, aplicadas taxas ainda menores.

Nestas bases calcularam-se os valores da produtividade de Alqueva, sem retiradas de água da albufeira para consumo, e na hipótese final do Plano Geral de Rega em que toda a água é retirada da albufeira antes de turbinada (Quadro 6).

Como hipótese de referência, considera-se a de combustíveis a preços no longo prazo iguais aos médios de 1990 ("crude" a 20 USD/barril) com taxa de actualização de 5 %.

O valor da produtividade hidroeléctrica, calculado nesta base em cerca de $65,3 \cdot 10^6$ contos (Quadro 6), assumiria grande parte do custos orçamentados de $87,6 \cdot 10^6$ contos em Alqueva e de $7,0 \cdot 10^6$ contos em Pedrógão (Quadro 5).

A diferença de $22,3 \cdot 10^6$ contos (Quadro 7) seria o custo líquido da regularização. Se todos os consumos se instalassem de imediato, a parte a suportar, por cada um, de uma só vez, seria de 29 Esc/m³ de dotação anual, o que, para consumos de 5000 m³/ha/ano, representaria um investimento de 145 contos por hectare.

O preço da água a jusante de Alqueva, para amortização dos $22,3 \cdot 10^6$ contos em 40 anos, com juros de 5 %, seria

Quadro 7 - Alqueva. Custo da água captada a jusante da albufeira.

Custo do empreendimento incluindo Pedrógão: $87,6 \cdot 10^6$ contos					
Bases de avaliação da energia	Preços dos combustíveis	Médios 1990		Médios 1981-90	
		Taxas de actualização			
		10 %	5 %	10 %	5 %
Valor da produtividade hidroeléctrica (1)	10^6 contos	39,8	65,3	60,5	105,6
Imputação ao regadio (1)	10^6 contos	47,8	22,3	27,1	—
Custo da dotação para consumo (2)	Esc/m ³	62	29	35	—
Custo da regularização (3)	Esc/m ³	3,6	1,7	2,0	—

(1) Sem retirar água da albufeira antes da turbinada.
 (2) Utilizando toda a afluência garantida: $770 \cdot 10^6$ m³.
 (3) Com amortização do regadio em 40 anos e taxa de juros real de 5 %.

de 1,7 Esc/m³, a que se acrescentariam os encargos intercalares enquanto se não atingisse o consumo final admitido.

Na hipótese de toda a água ser retirada da albufeira, os custos não amortizados pela produção hidroeléctrica seriam de 39,8 10⁶ contos.

Mas outros custos afectarão o preço da água, designadamente, os seguintes:

- ❑ Encargos de investimento em centrais elevatórias, canais, outras condutas, reservatórios, dispositivos complementares e de medição, acessos, etc.
- ❑ Encargos de exploração próprios de cada empreendimento, designadamente os de energia consumida na bombagem, que serão superiores aos da regularização. Só os encargos variáveis da produção térmica de base nas horas de vazio, serão da ordem dos 6 Esc/kWh, a preços de 1990, o que, numa elevação de 70 m – de Pedrógão para Brenhas, no Ardila, ou para S. Matias, no Baixo Alentejo – representa um encargo de 1,3 Esc/m³.

E deverão especificar-se todos os custos para melhor comparar e escolher entre projectos alternativos.

9 - Observações finais

O aproveitamento de Alqueva, sendo o regime do Guadiana semidesértico com longas estiagens plurianuais, depende fundamentalmente da regularização que, apesar da grande capacidade da albufeira, não garante os mínimos necessários para todas as possíveis aplicações.

Na sua última versão, o projecto fixou o nível do pleno armazenamento à cota (152), rejeitando alternativas de menor capacidade.

Ficou por aproveitar o desnível até (154,3), atribuído a Portugal pelo Convénio de 1968 [1], sem significado pela produção de energia, apesar de lhe corresponder uma maior capacidade de 700·10⁶ m³ suficiente para aumentar o caudal garantido em 200·10⁶ m³ por ano.

Quanto se pode observar, as mais gravosas inundações da albufeira – Aldeia da Luz, Fábrica de Celulose e melhores áreas de exploração agrícola – já se verificam à cota (152), e não se confirmou que os acréscimos de custo, da barragem e dos órgãos complementares, e algumas

inundações específicas, designadamente na Zona de La Balsa, bastassem para rejeitar uma solução mais alta.

Grandes empreendimentos agrícolas em Espanha, instalados no início do troço internacional de montante, ficarão em melhores condições para bombear água de Alqueva, principalmente quando o seu nível estiver próximo do pleno armazenamento.

E outros, dependentes da bombagem na confluência do Chança, poderão funcionar nas estiagens, quando na captação de água do Guadiana não se sentir influência da maré.

Os valores em causa não são tão pequenos quanto tem sido referido, e a situação actual pode evoluir desfavoravelmente, se ao problema não se der a atenção que merece.

A potência a instalar em Alqueva não excederá 240 MW e não se prevê qualquer reforço em segunda fase. As hipóteses de maiores equipamentos não se justificaram, por lhes corresponder pequenos acréscimos de energia e de potência garantida.

E convém salientar o valor da produtividade hidroeléctrica do projecto, que, bem aproveitada, suportará 65,3·10⁶ contos ⁽²⁾ dos custos do empreendimento. **E**

⁽²⁾ Valor calculado pelos custos da produção térmica de base, com a taxa de actualização de 5 % e os preços médios do "crude" de 1990, a 20 USD/barril.

Bibliografia

- [1] *Convénio entre Portugal e Espanha que regula o uso e o aproveitamento hidráulico dos troços internacionais dos rios Minho, Lima, Tejo, Guadiana, Chança e seus afluentes*, Diário do Governo, I Série, 5 Novembro 1968.
- [2] *Plano de rega do Alentejo*, Direcção Geral dos Serviços Hidráulicos, Ministério das Obras Públicas, 1969.
- [3] A. Sousa Soares, *Observações ao projecto do Alto Lindoso*, Electricidade, Maio/Junho 1996.
- [4] A. Sousa Soares, *O valor e o custo dos aproveitamentos hidroeléctricos em construção e em projecto*, Ingenium, Novembro 1991.

ELEC 2000

Exposição internacional no Parque de Exposições de Paris-Nord Villepinte, entre 11 e 15 de Dezembro de 2000. Informa Promosalons, Largo do Regedor, 7-10, 1150-277 Lisboa, Tel 21 342 28 53, Fax 21 342 28 79. São 2500 expositores numa área total de 120 000 m², sobre fornecimento de energia e serviços (produção, transporte e distribuição em alta, média e baixa tensão), tecnologias de automação e comunicações (motores e controladores, transmissão, medição e regulação), sistemas e serviços em edifícios (equipamentos de instalação, cabos, iluminação, ar condicionado, ventilação e gestão técnica). Veja em www.elec.fr e visite Paris.