

# O VALOR ECONÓMICO DA ÁGUA NA INFRA-ESTRUTURA 12 DO PERÍMETRO DE REGA DE ALQUEVA

de Sousa Fragoso, Rui Manuel (<sup>1</sup>)

[rfragoso@uevora.pt](mailto:rfragoso@uevora.pt)

Departamento de Gestão de Empresas Universidade de Évora

Largos dos Colegiais 7000 Évora Portugal

**Palavras Chave:** regadio; Alqueva; programação estocástica; utilidade esperada; valor económico da água.

## RESUMO

O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva irá dotar a Região Alentejo de uma reserva estratégica de água capaz de permitir o regadio de 110 mil hectares, o abastecimento urbano-industrial e a produção de energia hidro-eléctrica. Um dos principais problemas que se coloca à valia agrícola do empreendimento consiste na determinação do preço real da água no regadio, i.e., a análise das implicações no bem estar decorrentes da construção das novas infra-estruturas de regadio. Tendo em conta esta problemática, fixou-se como principal objectivo deste trabalho a determinação do valor económico da água nas empresas agrícolas do bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA. Para o efeito desenvolveram-se modelos económicos de programação estocástica discreta com maximização da função de utilidade do produtor adaptados às características dessas empresas. Os resultados permitem concluir que é possível valorizar a água do regadio de Alqueva a níveis superiores ao custo de investimento e de exploração da rede secundária e da bombagem da água e próximos do seu custo económico de aplicação.

---

<sup>1</sup> Doutorando do Departamento de Gestão de Empresas da Universidade de Évora

## **O VALOR ECONÓMICO DA ÁGUA NA INFRA-ESTRUTURA 12 DO PERÍMETRO DE REGA DE ALQUEVA**

### **1. INTRODUÇÃO**

O Alentejo é a maior região agrária de Portugal, representando cerca de um terço do território nacional do Continente e praticamente metade da superfície agrícola utilizada (INE, 1999). Esta região é limitada a Norte pelas regiões agrárias da Beira Interior e do Ribatejo e Oeste, a Sul pela região agrária do Algarve, a Leste pelas regiões espanholas da Estremadura e da Andaluzia e a Este pelo Oceano Atlântico. O seu clima tipicamente mediterrânico, é caracterizado por Verões secos e quentes e por Invernos temperados e chuvosos, existindo por isso um desajustamento entre o regime hídrico e as necessidades das plantas no período estival, que nas culturas de Outono-Inverno leva à escolha de espécies de ciclo curto com maturação antes do período estival e obriga nas culturas de Primavera-Verão à utilização da rega e/ou de solos profundos com boa retenção de água (Cary, 1985). Apesar dessas condicionantes e da SAU representar praticamente três quartos do território, o potencial de regadio não ultrapassa os 116 mil hectares, i.e., cerca de 7% da SAU (INE, 1997).

A realização do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) irá permitir dotar o Alentejo de uma reserva estratégica de água e das infra-estruturas necessárias para garantir: i) a regularização do rio Guadiana do lado português, como forma de atenuar as secas prolongadas; ii) o abastecimento de água às populações do Alentejo e, eventualmente, à península de Setúbal, ao sotavento algarvio e à baixa da Andaluzia em Espanha; iii) o regadio de 110 mil hectares nos melhores solos do Alentejo, como forma de aumentar a produtividade agrícola e de revitalizar o sector; e iv) a produção de energia hidro-eléctrica. Pela sua dimensão e complexidade de execução, destacam-se como principais obras do EFMA a barragem de Alqueva com uma capacidade útil de 3.15 mil Hm<sup>3</sup>, as redes primárias e secundárias de distribuição de água a e central hidro-eléctrica.

A Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas de Alqueva (EDIA) é a entidade responsável pela execução do EFMA e pela gestão da água na barragem de Alqueva e na rede primária de distribuição de água. A EDIA pode fornecer a água armazenada na barragem de Alqueva à Electricidade de Portugal (EDP) para a produção de energia eléctrica e/ou bombea-la para a rede primária, onde pode ser derivada para o uso agrícola e/ou para o consumo urbano-industrial. A água para uso agrícola é conduzida para a rede secundária, sendo aí distribuída para pelas explorações agrícolas. Portanto, a EDIA terá de pagar à EDP os custos energéticos do funcionamento do empreendimento e suportar os custos de investimento e de exploração das infra-estruturas e cobrar um preço pela utilização da água às autarquias no caso do uso urbano-industrial e às associações de regantes no caso do uso agrícola.

Um dos principais problemas que se coloca ao aproveitamento da água no perímetro de rega de Alqueva é a determinação dos benefícios daí decorrentes, ou seja, o valor económico da água no regadio. Em termos teóricos atinge-se a eficiência económica quando o valor da água iguala o seu custo marginal, resultando o custo total da água do seu custo económico de aplicação e das externalidades ambientais, geralmente relacionadas com a saúde pública e com a manutenção dos ecossistemas. Por sua vez, o custo económico de aplicação da água inclui os custos de capital e de exploração das infra-estruturas hidráulicas, como os sistemas de captação, de armazenamento, de distribuição e de transporte de água e o custo de oportunidade que está relacionado com os usos alternativos do recurso e com as externalidades impostas a outros agentes.

O valor económico da água não é único, podendo variar a nível sectorial, regional ou individual. Em geral a agricultura é o sector que consome mais água e é também onde se praticam os preços mais baixos. Just et al. (1997), defendem que a fixação de determinados objectivos políticos podem contribuir para diferenças significativas no preço da água entre sectores e regiões. Por exemplo, uma política de preços baixos na agricultura pode estar relacionada com objectivos de segurança alimentar ou de competitividade do sector.

Na agricultura de regadio a água é tida como um factor de produção, daí as técnicas de valorização económica basearem-se frequentemente na teoria da produção na óptica da procura de factores. O problema consiste em analisar as implicações no bem estar decorrentes do aumento ou da diminuição da utilização de um factor. A procura de um factor é dada pelo valor da sua produtividade marginal (VPm), que pode ser obtida de uma forma aproximada através de métodos contabilísticos residuais, de preços endógenos ou do custo marginal (Young, 1996). O método residual é o mais utilizado e baseia-se no contributo relativo de cada factor para a produção. Admitindo que existem preços de mercado para todos os factores, excepto um, o contributo deste factor na produção final pode ser dado pelo valor da produção restante, uma vez que já foi descontado o contributo dos outros factores (Heady, 1952).

Este artigo tem como principal objectivo a determinação do valor económico da água nas empresas agrícolas do bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA, com base na avaliação da alteração do comportamento económico dos seus empresários face a diferentes hipóteses de comparticipação no custo económico de aplicação da água e de cenários de evolução dos preços e das ajudas agrícolas. A infra-estrutura 12 abrange cerca de 5.9 mi hectares de regadio correspondentes à 2ª fase do aproveitamento hidro-agrícola de Odivelas, e será o primeiro bloco de rega do EFMA a entrar em funcionamento, provavelmente antes de 2007 (EDIA, 1997).

Para além desta introdução, este artigo encontra-se organizado em mais quatro partes. A primeira diz respeito à apresentação da metodologia utilizada. Na segunda parte descreve-se resumidamente a aplicação da metodologia ao caso particular das empresas agrícolas tipo do bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA. Nas últimas duas, apresentam-se os resultados das simulações realizadas e as conclusões.

## **2. METODOLOGIA**

A determinação do valor económico da água no regadio é um problema que integra simultaneamente aspectos tecnológicos, de gestão e institucionais ao nível da unidade de produção, o que nos leva à análise do comportamento

económico dos empresários agrícolas. Os principais factores que afectam as suas decisões relativamente à utilização da água como factor de produção, são as condições de uso da água, o preço da água, os preços dos produtos nos mercados agrícolas, o rendimento esperado e o risco.

O método de programação estocástica discreta sugerido por Cocks (1968) e desenvolvido posteriormente por Rae (1971) adapta-se particularmente bem à análise da produção agrícola onde o processo de tomada de decisão é do tipo sequencial. As decisões de semear, regar e de colher são dependentes entre si e são tomadas de forma sequencial, sendo revistas à medida que o tempo vai passando e se dispõe de mais informação. O modelo económico de programação matemática desenvolvido para as empresas agrícolas tipo do bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA, é um modelo de programação estocástica discreta em que se maximiza a utilidade esperada do produtor e foi desenvolvido por Fragoso (2001) com base nos trabalhos desenvolvidos por Fragoso (1996), Jacquet et Pluvillage (1997), Keplinger et al. (1998) e Blanco (1999). A sua formulação matemática apresenta-se em seguida de forma resumida:

$$\text{Max } E[U] = \sum_s \sum_p P_s P_m U(Z_{s,m})$$

$$\text{s.a.} \quad Z_{s,m} = \sum_j [p_{j,m} f_{j,s}(k_{j,s}, a_{j,s}) - c_k k_{j,s} - c_a a_{j,s} - c_x] \quad \forall s \text{ e } m$$

$$\sum_j x_{j,s} \leq S \quad \forall s$$

$$\sum_j a_{j,s} x_{j,s} \leq q_s \quad \forall s$$

$$x_{j,s} \geq 0; k_{j,s} \geq 0; a_{j,s} \geq 0$$

onde:  $P_m$  e  $P_s$  são respectivamente a probabilidade de ocorrência dos estados de mercado  $m$  e dos estados das condições de uso da água  $s$ ;  $U(Z_{s,m})$  é a utilidade do empresário agrícola em função do lucro expectável  $Z$  nos estados de natureza  $s$  e  $m$ ; e  $p_{j,m}$  é o preço do produto  $j$  no estado  $m$ ;  $f_{j,s}$  é a função de produção contínua por unidade de superfície do produto  $j$  no estado  $s$ ;  $k_{j,s}$  é o vector das quantidades variáveis de factores aplicados na cultura  $j$  e no estado  $s$  por unidade de superfície;  $a_{j,s}$  é a quantidade de água aplicada na cultura  $j$  e no estado  $s$  em volume por unidade de superfície;  $c_k$  é o custo unitário dos

factores variáveis aplicados excepto a água;  $c_a$  é o custo unitário da aplicação da água;  $c_x$  é o custo da taxa de rega em função da superfície regada;  $S$  é a quantidade disponível de recursos na empresa; e  $q_s$  é o volume de água disponível no estado  $s$ ; e  $x_{j,s}$  é a área da cultura  $j$  no estado  $s$ .

O modelo de programação matemática desenvolvido parte do pressuposto que os empresários agrícolas operam em mercados de concorrência perfeita, tanto ao nível dos factores, como dos produtos. Cada empresário tem disponível um número finito de processos ou tecnologias de produção vegetal e pecuária  $j$ . Cada tecnologia representa uma combinação bem determinada de utilização de factores de produção. Assume-se como objectivo a maximização da utilidade do produtor em função do lucro nos estados de natureza. O comportamento dos empresários agrícolas é condicionado pelos níveis dos recursos das suas empresas, pelas tecnologias disponíveis, pelos níveis de preços e subsídios e pelas taxas de juro fixados de forma exógena.

Os modelos assumem que os empresários agrícolas conhecem empiricamente, por força da experiência, as diferentes condições de uso da água de rega e dos preços nos mercados agrícolas e a frequência com que ocorrem e tomam as suas decisões de longo prazo, i.e., dimensionam os seus capitais fixos com base nesse conhecimento adquirido. Confrontados com a ocorrência de um determinado tipo de condições de disponibilidade e de necessidades hídricas, os empresários tomam as decisões de curto prazo, escolhendo a combinação de culturas de sequeiro e de regadio de acordo com a água disponível e com as necessidades hídricas das culturas nessa condição, tendo em conta a disponibilidade de factores fixos, os custos que derivam da dimensão escolhida e a expectativa de preço dos produtos nos mercados agrícolas.

Com base em Hardaker et al. (1997), adoptou-se a seguinte função utilidade:

$$U(Z) = - 0.157 + 0.257 \ln(Z + W_0 + 1.769)$$

onde,  $Z$  é o lucro do indivíduo traduzido em termos de ganhos ou de perdas e  $W_0$  representa o nível da sua riqueza inicial. Esta função é normalmente utilizada por economistas e teólogos da decisão como o modelo típico das

atitudes face ao risco (Clemen, 1995) e apresenta aversão absoluta ao risco decrescente e aversão relativa ao risco constante e igual a 1.

### 3. APLICAÇÃO EMPÍRICA DO MODELO

O modelo desenvolvido incorpora as actividades de produção vegetal e pecuária, de investimento e de gestão e os recursos disponíveis das empresas tipo da infra-estrutura 12 do EFMA, que representam três grupos distintos de empresários, nomeadamente, os das empresas agrícolas familiares pequenas, os das empresas agrícolas familiares médias e os das grandes empresas ou sociedades agrícolas (ver quadro 1).

**Quadro 1 – Principais Características das Empresas Agrícolas Tipo**

	Empresas Agrícolas		
	Familiares pequenas < 20 ha	Familiares médias > 20 e < 100 ha	Grandes ou sociedades > 100 ha
% no total de empresas agrícolas	70	21	9
% no total da SAU envolvida	11	22	68
% da área a beneficiar com o EFMA	14	24	62
Mão-de-obra	Familiar	Familiar	Assalariada
Sistema cultural	Arvenses de sequeiro	Arvenses e past. de sequeiro	Arvenses e past. de sequeiro
Pecuária	-	ovinos	ovinos e bovinos
SAU média (ha)	7	45	310
Potencial de reg. sem Alqueva (ha)	1	8	57
Potencial de reg. com Alqueva (ha)	7	41	248
Nº de tractores/100 ha de SAU	4.26	2.22	1.23

Fonte: Adaptado de Coelho et al., 1998.

Nas actividades vegetais, considerou-se a produção de culturas arvenses de sequeiro e de regadio, horto-industriais e horto-frutícolas de regadio nas empresas familiares pequenas e também de pastagens e forragens nas empresas familiares médias e nas grandes ou sociedades, associadas à produção de ovinos e de bovinos de carne. As actividades de investimento incluem a compra de equipamentos de rega do tipo aspersores fixos convencionais, canhão e gota-a-gota nas empresas familiares pequenas e também de equipamentos do tipo pivot nas empresas familiares médias e nas grandes ou sociedades. As actividades de gestão dizem respeito à contratação de bens e serviços ao exterior.

As actividades vegetais, em hectares, estão desagregadas de acordo com o regime de sequeiro e de regadio, com o tipo de equipamento de rega que utilizam e com os estados de natureza das condições de uso da água de rega.

A sua margem, em contos/ha, na função financeira do lucro resulta da diferença entre os proveitos (vendas e subsídios) e os respectivos custos. As actividades pecuárias são estabelecidas em termos anuais em unidades pecuárias ou cabeças de efectivo, incluindo por isso diferentes fases produtivas e de crescimento de acordo com as proporções dos animais que compõem os respectivos efectivos. A sua margem é expressa em contos por unidade pecuária. As actividades de investimento em equipamentos de rega são estabelecidas em hectares e os seus custos anuais de aquisição em contos/ha.

As actividades de investimento em equipamentos de rega são valorizadas indirectamente pelos proveitos das actividades de produção vegetal de regadio que utilizam esses equipamentos. O mesmo acontece com as actividades vegetais de produção forrageira e com os produtos secundários dos cereais (palhas e restolhos) que são valorizados indirectamente pelos proveitos das actividades pecuárias. A complementaridade entre as actividades vegetais e pecuárias é estabelecida através do plano de alimentação animal, em que foram fixadas as necessidades dos animais em energia metabolizável (Magajoules), proteína bruta digestível (gramas) e capacidade máxima de ingestão (Quilogramas de matéria seca) por período de alimentação de acordo com o ciclo de crescimento e com a qualidade alimentar dos produtos forrageiros ao longo do ano (Marques, 1988; e Lucas, 1995).

Os recursos modelados incluem a terra disponível, a terra de regadio sem projecto e com projecto, a mão-de-obra operativa familiar e assalariada, a água para rega e os recursos financeiros de curto e de longo prazo. Para além da diferenciação qualitativa da terra, fixou-se uma área máxima para algumas culturas, com o objectivo de modelar a sua ocupação no espaço, e incluiu-se ainda as restrições institucionais de pousio obrigatório. O nível de produção das actividades está limitado apenas pela terra disponível e pelos direitos de utilização da água de rega por estado de natureza. Os restantes recursos não são limitativos da produção agrícola, uma vez que o empresário pode sempre aceder no mercado à contratação de mão-de-obra, serviços de maquinaria, investimentos em equipamentos de rega e financiamento externo, mediante empréstimos bancários de curto e de longo prazo. As taxas de juro foram



fixadas de forma exógena em 7 e 6.5% nos empréstimos de curto e de longo prazo, respectivamente, e em 1.65% nos depósitos a prazo.

O risco associado ao uso da água de rega foi modelado através de restrições de balanço entre as necessidades de rega das culturas, em mil metros cúbicos por hectare, e a água disponível, em mil metros cúbicos, em cada estado de natureza (ver anexo I). Estes estados correspondem às condições mais frequentes do uso da água na zona de influência do Alqueva:

estado 1 - sem limitações de abastecimento de água e com necessidades de consumo médias, corresponde a anos com Invernos e Primaveras húmidos;

estado 2 - sem limitações de abastecimento de água e com necessidades de consumo 20% acima da média, corresponde a anos de elevada evaporação e evapotranspiração com Invernos e Primaveras secos precedentes de anos húmidos;

estado 3 - com limitações de abastecimento de água e com necessidades de consumo 20% acima da média, corresponde a situações de seca também associadas a elevados níveis de evaporação e evapotranspiração.

A ocorrência desses diferentes tipos de ano, poderá traduzir-se na eleição de culturas diferentes para o plano de produção e de investimento em capital circulante.

Com o objectivo de introduzir no processo de decisão do empresário a expectativa de variabilidade do rendimento decorrente da flutuação dos preços de venda dos produtos agrícolas e desta forma melhorar os resultados do modelo tornando-os menos especializados, considerou-se no modelo o risco de mercado (ver anexo II). Para o efeito, utilizaram-se os preços correntes dos produtos agrícolas no mercado nacional de três anos (1995 a 1997), com base nos quais se calcularam as variações de preços relativamente à média e estabeleceram-se três estados de natureza, correspondentes às situações observadas, com a mesma probabilidade de ocorrência (33.33%). Agora, o modelo passa a integrar 9 estados de decisão (ver quadro 2).

**Quadro 2 – A Distribuição dos Estados de Natureza no Modelo**

Estado de natureza		Estado de natureza		Estado de natureza	
Uso da água	Probabilidade	Mercado	Probabilidade	Modelo	Probabilidade
Estado 1	0.300	Mercado 1	0.333	Estado 1*Mercado 1	0.100
Estado 1	0.300	Mercado 2	0.333	Estado 1*Mercado 2	0.100
Estado 1	0.300	Mercado 3	0.333	Estado 1*Mercado 3	0.100
Estado 2	0.220	Mercado 1	0.333	Estado 2*Mercado 1	0.073
Estado 2	0.220	Mercado 2	0.333	Estado 2*Mercado 2	0.073
Estado 2	0.220	Mercado 3	0.333	Estado 2*Mercado 3	0.073
Estado 3	0.480	Mercado 1	0.333	Estado 3*Mercado 1	0.160
Estado 3	0.480	Mercado 2	0.333	Estado 3*Mercado 2	0.160
Estado 3	0.480	Mercado 3	0.333	Estado 3*Mercado 3	0.160

Fonte: Fragoso, 2001.

#### 4. RESULTADOS

Para cada uma das empresas agrícolas tipo realizaram-se simulações para um ano cruzeiro situado no período de 2006-2015, da situação sem projecto e com projecto, considerando-se nesta última quatro hipóteses alternativas de comparticipação dos empresários no custo económico de aplicação da água (ver anexo III) e dois cenários de evolução dos preços e das ajudas agrícolas (ver anexo IV).

As hipóteses de comparticipação dos empresários agrícolas no custo económico de aplicação da água são as seguintes e partem do pressuposto que estes devem co-financiar apenas os custos de investimento e de exploração das infra-estruturas de uso exclusivamente agrícola:

hipótese A - o pagamento dos custos de exploração da rede secundária;

hipótese B - o pagamento dos custos de exploração da rede secundária e da bombagem da água;

hipótese C - o pagamento dos custos de exploração e de 15% dos custos de investimento da rede secundária e da bombagem da água;

hipótese D - o pagamento dos custos de exploração e da totalidade dos custos de investimento da rede secundária e da bombagem da água;

Os cenários alternativos de evolução de preços e das ajudas agrícolas incluem a nova reforma da PAC (cenário 1), em que se considera a manutenção dos mecanismos de suporte aos preços e ao rendimento agrícola previstos para a campanha de 2006 no quadro das negociações da Agenda 2000, e a

liberalização multilateral do comércio mundial (cenário 2), que traduz a abolição das políticas de transferência institucional de rendimento para o sector agrícola e os preços dos produtos seguem a evolução prevista pela OCDE (2000) para o mercado internacional. Para ambos os cenários prevê-se, entre 1997 e 2006, um crescimento real dos salários de 1% ao ano, um decréscimo dos preços das máquinas e dos consumos intermédios de 1.5% ao ano e a manutenção das taxas de juro reais.

No quadro 3 apresentam-se o rendimento, o valor económico e a utilização da água proveniente das infra-estruturas do EFMA e a superfície regada, nas situações sem projecto e com projecto, por tipo de empresa agrícola e por cenário de preços e ajudas agrícolas. Nos anexos V e VI são apresentados os respectivos planos óptimos de produção.

**Quadro 3 – Rendimento, Valor Económico e Utilização da Água de Alqueva e a Superfície Regada nas Situações sem Projecto e com Projecto por Tipo de Empresa Agrícola e Cenário de Preços e Ajudas Agrícolas**

	Situa- ção s/ projecto	Situação com projecto							
		Cenário 1				Cenário 2			
		Hip. A	Hip. B	Hip. C	Hip. D	Hip. A	Hip. B	Hip. C	Hip. D
Empresa familiar pequena									
Rendimento (mil euros)	3.0	11.4	10.1	9.8	8.5	10.6	9.3	9.0	7.7
Valor econ. da água (euros/m3)	-	0.216	0.277	0.277	0.274	0.209	0.284	0.283	0.280
Água de Alqueva (1000 m3)	-	44.4	34.0	34.0	34.0	42.2	30.0	30.0	30.0
Área regada (ha)	0.78	6.34	4.62	4.62	4.62	5.46	4.20	4.20	4.20
Empresa familiar média									
Rendimento (mil euros)	18.8	55.4	47.0	45.7	38.7	49.5	41.2	39.8	32.3
Valor econ. da água (euros/m3)	-	0.180	0.181	0.181	0.178	0.154	0.162	0.156	0.154
Água de Alqueva (1000 m3)	-	240.9	239.4	239.4	239.4	244.2	239.4	239.4	239.4
Área regada (ha)	6.82	41.01	40.30	40.30	40.30	36.31	35.29	35.29	35.29
Empresa grande ou sociedade									
Rendimento (mil euros)	118.7	326.8	277.6	270.0	227.1	277.1	228.4	220.7	177.3
Valor econ. da água (euros/m3)	-	0.176	0.178	0.178	0.176	0.144	0.145	0.145	0.143
Água de Alqueva (1000 m3)	-	1413.4	1381.7	1381.7	1381.7	1413.4	1395.5	1395.5	1395.5
Área regada (ha)	50.39	247.49	232.94	232.94	232.94	213.92	209.88	209.88	209.88

Nota: 1 euro = 200.482 escudos

Fonte: Resultados dos modelos económicos de programação matemática.

A entrada em funcionamento do bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA permite aumentar a área potencial de regadio de 1 para 7 hectares nas empresas agrícolas familiares pequenas, de 8 para 41 hectares nas empresas agrícolas familiares médias e de 57 para 248 hectares nas grandes empresas ou sociedades agrícolas. Esse aumento da área equipada leva à substituição das culturas de sequeiro por culturas de regadio, passando a superfície regada no total da SAU de 10 a 15% na situação sem projecto, para 60 a 90% na

situação com projecto, o que permite um aumento substancial do rendimento das empresas agrícolas.

No cenário 1 da situação com projecto, o rendimento passa de cerca de 3, 19 e 119 mil euros para 9 a 11, 39 a 55 e 227 a 327 mil euros nas empresas agrícolas familiares pequenas, familiares médias e grandes ou sociedades, respectivamente, o que significa aumentos de rendimento de 6 a 8, de 20 a 37 e de 158 a 208 mil euros. No cenário 2 continuam a registar-se acréscimos significativos do rendimento, ainda que inferiores aos do cenário 1. Nas empresas familiares esses aumentos são de 5 a 8 e de 14 a 31 mil euros e nas empresas grandes ou sociedades são superiores a 59 mil euros.

A determinação do valor económico da água traduz a variação da retribuição dos factores próprios da empresa por cada metro cúbico de água utilizada a partir dos recursos hídricos de Alqueva, i.e., não representa exactamente o preço real da água, mas o acréscimo da produtividade dos recursos próprios da empresa decorrente da utilização das infra-estruturas da situação de projecto:

$$VA = (RC_1 + PAALQ - RC_0) / AALQ$$

onde:  $VA$  é o valor económico da água em escudos por metro cúbico;  $RC_1$  e  $RC_0$  são os resultados correntes ou o rendimento da empresa agrícola na situação de projecto e na situação sem projecto;  $AALQ$  é a quantidade de água consumida a partir dos recursos hídricos de Alqueva; e  $PAALQ$  é o custo pago para utilizar a água de Alqueva.

No cenário 1, obtiveram-se valores económicos da água de 0.216 a 0.277, de 0.178 a 0.181 e de 0.176 a 0.178 euros/m<sup>3</sup> nas empresas agrícolas familiares pequenas, familiares médias e nas grandes ou sociedades, respectivamente. No cenário 2, esses valores foram de 0.209 a 0.284, de 0.154 a 0.162 e de 0.143 a 0.145 euros/m<sup>3</sup>. Os valores obtidos para a contribuição económica de cada unidade de água utilizada proveniente de Alqueva no rendimento das empresas agrícolas são muito superiores aos 0.028, 0.062, 0.067 e 0.096 euros/m<sup>3</sup> estimados para as tarifas de rega consideradas, respectivamente, nas hipóteses A, B, C e D e estão próximos dos 0.163 euros/m<sup>3</sup> estimados para o custo económico de aplicação da água no regadio de Alqueva, que para

além dos custos com a rede secundária e com a bombagem da água, inclui também os custos com a rede primária e com a barragem de Alqueva.

Para os três tipos de empresas agrícolas consideradas, verifica-se que o valor económico da água aumenta quando se inclui na comparticipação privada do custo económico de aplicação, para além dos custos exploração da rede secundária, os custos de bombagem da água, i.e., quando se passa da hipótese A para a hipótese B, apesar do rendimento diminuir. Esse aumento do valor económico da água é acompanhado da diminuição do consumo de água a partir de Alqueva e da superfície regada. Quando se juntam, também, os custos de investimento na rede secundária (hipóteses C e D), o valor económico da água decresce ligeiramente, mantendo-se o consumo de água a partir de Alqueva e a superfície regada nos níveis da hipótese B.

A evolução do valor económico da água nas empresas agrícolas do bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA, segundo as hipóteses consideradas de comparticipação privada no custo económico de aplicação da água, pressupõe uma alteração do comportamento dos empresários agrícolas quando se introduz na tarifa de rega a componente variável proporcional ao consumo relativa ao custo de bombagem da água. No entanto, o reforço dos custos da componente fixa da tarifa de rega com as despesas de investimento, não altera o comportamento económico dos empresários agrícolas, apesar de se verificarem diminuições do rendimento e do valor económico da água.

Do ponto de vista do aproveitamento dos recursos, a hipótese A é a que permite o maior aproveitamento das infra-estruturas, mas a menor valorização da água e restituição do investimento público. A hipótese B, permite a maior valorização da água e um aproveitamento dos recursos inferior ao da hipótese A e idêntico ao das hipóteses C e D. No entanto, essas duas hipóteses são as que permitem a maior restituição do investimento público pelos utilizadores do empreendimento.

## **5. CONCLUSÕES**

A utilização da água no bloco de rega da infra-estrutura 12 do EFMA, constitui um potencial económico capaz de gerar acréscimos significativos no

rendimento das empresas agrícolas, mesmo num cenário de liberalização multilateral do comércio mundial sem transferências institucionais de rendimento para o sector agrícola e considerando o pagamento da totalidade dos custos de investimento e de exploração da rede secundária e da bombagem da água.

O valor económico estimado para a utilização agrícola da água, para além de ser superior aos custos de investimento e de exploração da rede secundária e aos custos energéticos da bombagem da água, aproxima-se do custo económico de aplicação, que também inclui os custos da rede primária e da barragem de Alqueva. O valor económico da água superior, obtém-se quando os empresários agrícolas compartilham os custos de exploração da rede secundária e da bombagem da água. Neste caso, a utilização dos recursos é inferior à situação em que se comparticipa apenas os custos de exploração da rede secundária e idêntica à que se obteria se os empresários comparticipassem também os custos de investimento dessa infra-estrutura.

## REFERÊNCIAS

- AGROGES (1996): *Avaliação Económica do Empreendimento de Alqueva*. Relatório Final, EDIA – Empresa de Desenvolvimento e Infra-Estruturas do Alqueva, Lisboa.
- AVILLES, F.; BATISTA, A.; RIBEIRO, P.; MARQUES, P. (1998): *Perspectivas de Evolução Técnico-Económica de um Grupo de Explorações Agrícolas Localizadas na Zona de Influência do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*. Relatório Final do Projecto desenvolvido no âmbito do protocolo estabelecido entre o Departamento de Economia e Sociologia Rural do Instituto Superior de Agronomia e a Empresa para o Desenvolvimento e Infra-Estruturas de Alqueva.
- BLANCO, M.F. (1999): *La Economía del Agua: Análisis de Políticas de Modernización y Mejora de Regadíos en España*. Universidad Politécnica de Madrid, Tesis doctoral, Madrid.
- CARY, F. (1985): *Enquadramento e Perfis do Investimento Agrícola no Continente Português*. Banco de Fomento Nacional, Estudos 22, Vol. 1 e 2, Vila da Maia.
- CLEMEN, R.T. (1995): *Making Hard Decisions An Introduction to Decision Analysis*. Duxbeuy Press, 2ª edition, USA.
- COCKS, K.D. (1968): Discrete stochastic programming. *Management Science*, 15, pp. 72-79.
- COELHO, J.C.; SILVA, L.M.; TRISTANY, M. (1998): *Análise da Segunda Fase do Perímetro de Rega de Odivelas*. Instituto Superior de Agronomia, Departamento de Produção Agrícola e Animal – Secção de Agricultura, Lisboa.
- CUNHA, A. (2000): *Política Agrícola Comum e o Futuro do Mundo Rural*. Plátano Edições Técnicas, Lisboa
- EDIA - EMPRESA DE DESENVOLVIMENTO E INFRA-ESTRUTURAS DO ALQUEVA (1997): Alqueva Rega Cerca de 24 mil hectares em 2007. *Nota de última hora*, [http://www.edia.pt/html/ultima\\_hora\\_p.html](http://www.edia.pt/html/ultima_hora_p.html).

- FRAGOSO, R.M.S. (1996): *Évaluation des impacts socio-économiques du développement de l'irrigation: le cas de l'agriculture dans la région de l'Alentejo*. CIHEAM-IAMM, Collection de Thèses et Masters IAMM, n.º 40, Montpellier.
- FRAGOSO, R.M.S. (2001): *Avaliação dos Impactos Sócio-Económicos do Plano de Rega de Alqueva no Sector Agrícola do Alentejo: o caso do bloco de rega da infra-estrutura 12*. Universidade de Évora, Dissertação de Doutoramento em fase de avaliação, Évora.
- HARDAKER, J.B.; HUIRNE, R.B.M.; et ANDERSON, J.R. (1997): *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Wallingford.
- HEADY, E.O. (1952): *Economics of Agricultural Production and Resource Use*. Prentice Hall, Englewood, New Jersey.
- HP – IDROTÉCNICA PORTUGUESA; TRACTEBEL; SEIA (1992): *Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva: Estudo de avaliação global*. Lisboa.
- HP – HIDROTÉCNICA PORTUGUESA (1995): *Estudo prévio do sistema global de rega do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva*. Lisboa.
- INGA – Instituto Nacional de Intervenção e Garantia Agrícola (2000): *Prémios e Ajudas Anuais*.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1999): *Recenseamento Geral Agrícola - RGA*.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1997): *Inquérito à Estrutura das Explorações Agrícolas - IEEA*.
- INE - INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA (1995 a 1997): *Estatísticas Agrícolas*. DRA, Évora.
- JACQUET, F.; PLUVINAGE, J. (1997): Climatic Uncertainty and Farm Policy: A Discrete Stochastic Programming Model for Cereal-Livestock Farms in Algeria. *Agricultural Systems*, 53, pp. 387-407.
- JUST, R.E.; NETANYAHU, S.; et HOROWITZ, J.K. (1997): The Political Economy of Domestic Water Allocation: The Cases of Israel and Jordan. In D.D. Parker et Y. Tsur (eds.): *Decentralization and coordination of water resource management*, pp. 89-114. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
- KEPLINGER, K.O.; MCCARL, B.A.; CHOWDHURY, M.E.; et LACEWELL, R.D. (1998): Economic and Hydrologic Implications of Suspending Irrigation in Dry Years. *Journal Agricultural and Resource Economics*, 23, pp. 191-205.
- LUCAS, M.R.V. (1995): *A Competitividade da Produção de Borrego no Alentejo*. Universidade de Évora, Dissertação de Doutoramento, Évora.
- MARQUES, C.A.F. (1988): *Portuguese Entrance into the European Community: Implications for Dry Land Agriculture in the Alentejo Region*. Purdue University, Ph.D. Dissertation, West Lafayette, Indiana.
- OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (2000): *Working Party on Agricultural Policies and Markets*. The OCDE Agricultural Outlook, AGR/CA/APM (2000) 2.
- RAE, A.N. (1971): An empirical application and evaluation of discrete stochastic programming in farm management. *American Journal of Agricultural Economics*, 53, pp. 625-638.
- YOUNG, R.A. (1996): *Measuring Economic Benefits for Water Investments and Policies*. World Bank Technical Paper Number 338, World Bank, Washington, DC.

## ANEXOS

### Anexo I – Probabilidades de Ocorrência dos Estados de Natureza do Uso de Água para Rega e a Dotação Total Anual de Água nas Empresas Agrícolas Tipo

Estados de natureza	Probabilidades de ocorrência	Condições necessidades de água	Dotação total anual de água (1000 m3) nas empresas agrícolas		
			Famíliares pequenas	Famíliares médias	Grandes ou sociedades
Estado 1	0.30	média	51.8	303.4	1835.2
Estado 2	0.22	média+20%	51.8	303.4	1835.2
Estado 3	0.48	média+20%	48.1	273.8	1624.3

Fonte: Adaptado de Hidrotécnica Portuguesa, 1995.

### Anexo II – Variações dos Preços dos Produtos Agrícolas por Estado de Natureza

Produtos	Variações dos Preços nos Estados		
	Mercado 1	Mercado 2	Mercado 3
Trigo mole	0.99	1.09	0.92
Trigo duro	1.05	1.08	0.87
Cevada	0.99	1.16	0.86
Milho	0.85	1.15	1.01
Girassol	0.89	0.95	1.16
Beterraba	0.81	1.08	1.12
Tomate para indústria	0.82	1.13	1.06
Pimento para indústria	0.85	1.02	1.13
Alface	0.86	0.96	1.18
Melão	1.15	0.70	1.14
Batata	1.24	0.80	0.96
Cebola	0.98	0.85	1.17
Borrego (peso vivo)	1.10	1.10	0.80
Vitelo (peso vivo)	0.99	1.04	0.97
Novilho (peso vivo)	0.97	1.02	1.01

Fonte: Avillez et al., 1998; Coelho et al., 1998; e INE, 1995-1997.

### Anexo III – Hipóteses de Comparticipação no Custo Económico de Aplicação da Água

	Hipótese A	Hipótese B	Hipótese C	Hipótese D
Investimento na rede secundária (euros/ha)	-	-	37.4	249.4
Exploração da rede secundária (euros/ha)	207.8	207.8	207.8	207.8
Bombagem da água (euros/m3)	-	0.034	0.034	0.034
Total (euros/m3)	0.028	0.062	0.067	0.096

Notas: \* - para uma dotação de 7 400 m3/ha;

1 euro = 200,482 escudos

Fonte: Adaptado de HP, 1992; HP, 1995; et AGOGES, 1996.



#### Anexo IV – Cenários de Evolução dos Preços de Mercado e das Ajudas Agrícolas

Produto	Cenário 1		Cenário 2	
	Preços (euros/ton)	Ajudas (euros/ha)	Preços (euros/ton)	Ajudas (euros/ha)
<b>Culturas de sequeiro</b>				
Trigo mole	121.2	163.6	147.6	-
Trigo duro	121.2	520.0	147.6	-
Cevada	121.2	163.6	147.6	-
Girassol	219.0	163.6	219.0	-
<b>Culturas de regadio</b>				
Trigo mole	121.2	264.4	147.6	-
Trigo duro	121.2	625.0	147.6	-
Milho	121.2	478.8	147.6	-
Girassol	219.0	352.8	219.0	-
Beterraba	39.9	-	31.9	-
Tomate p/ indústria	78.3	-	50.9	-
Pimento p/ indústria	170.6	-	170.6	-
Alface	292.8	-	292.8	-
Melão	243.9	-	243.9	-
Batata	107.2	-	107.2	-
Cebola	195.0	-	195.0	-
<b>Pecuária</b>				
Produto	Preços (euros/ton de P.V.)	Ajudas (euros/cabeça)	Preços (euros/ton de P.V.)	Ajudas (euros/cabeça)
Produção de borregos	2214.7	27.4	2214.7	-
Produção de vitelos	1695.9	266.9	1695.9	-
Produção de novilhos	1496.4	381.1	1496.4	-

Nota: 1 euro = 200,482 escudos

Fonte: AGROGES, 1997; Avillez et al., 1998; Cunha, 2000; INGA, 2000; et OCDE, 2000

**Anexo V – Planos Óptimos de Produção das Empresa Agrícolas Tipo nas Situações sem Projecto e com Projecto no Cenário da Nova Reforma da PAC**

	Situação de referência sem projecto		Situação com projecto			
			Hipótese A	Hipóteses B, C e D		
Empresa familiar pequena						
Culturas:	ha	%	ha	%	ha	%
Área total	7.00	100.00	7.00	100.00	7.00	100.00
Culturas de sequeiro	6.22	88.85	0.66	9.47	2.38	34.00
Arvenses	5.58	79.71	0.38	5.47	2.10	30.00
Pousio obrigatório	0.64	9.14	0.28	4.00	0.28	4.00
Culturas de regadio	0.78	11.15	6.34	90.53	4.62	66.00
Arvenses	0.18	2.58	2.14	30.53	0.42	6.00
Horto-industriais	0.30	4.28	2.10	30.00	2.10	30.00
Horto-frutícolas	0.30	4.29	2.10	30.00	2.10	30.00
Tecnologia de rega :	ha	%	ha	%	ha	%
Rega c/ pivot	0.18	2.58	2.14	30.53	0.42	6.00
Rega gota-a gota	0.60	8.57	4.20	60.00	4.20	60.00
Empresa familiar média						
Culturas :	ha	%	ha	%	ha	%
Área total	45.00	100.00	45.00	100.00	45.00	100.00
Culturas de sequeiro	38.18	84.84	3.99	8.87	4.70	10.44
Arvenses	13.91	30.91	2.04	4.53	2.73	6.08
Pousio obrigatório	1.74	3.87	1.95	4.34	1.96	4.36
Pastagens e forragens	22.53	50.06	-	-	-	-
Culturas de regadio	6.82	15.16	41.01	91.14	40.30	89.56
Arvenses	1.76	3.91	15.52	34.50	14.90	33.12
Horto-industriais	2.40	5.34	12.30	27.33	12.30	27.33
Horto-frutícolas	2.40	5.33	12.30	27.33	12.30	27.33
Pastagens e forragens	0.26	0.58	0.89	1.98	0.79	1.77
Tecnologia de rega :	ha	%	ha	%	ha	%
Rega c/ pivot	3.62	8.05	24.60	54.67	23.90	53.12
Rega gota-a gota	3.20	7.11	16.40	36.44	16.40	36.44
Pecuária (unidades pecuárias):						
Ovinos	30.00		27.25		25.48	
Bovinos	6.57		-		-	
Empresa grande ou sociedade agrícola						
Culturas :	ha	%	ha	%	ha	%
Área total	310.00	100.00	310.00	100.00	310.00	100.00
Culturas de sequeiro	259.60	83.73	62.51	20.17	77.06	24.86
Arvenses	92.43	29.81	46.80	15.10	61.26	19.76
Pousio obrigatório	11.78	3.80	14.94	4.82	14.99	4.84
Pastagem e forragens	155.39	50.12	0.77	0.25	0.81	0.26
Culturas de regadio	50.39	16.26	247.49	79.84	232.94	75.14
Arvenses	13.60	4.39	87.66	28.27	73.64	23.76
Horto-industriais	17.10	5.52	74.40	24.00	74.40	24.00
Horto-frutícolas	17.10	5.52	74.40	24.00	74.40	24.00
Pastagens e forragens	2.59	0.83	11.04	3.57	10.49	3.39
Tecnologia de rega :	ha	%	ha	%	ha	%
Rega c/ pivot	27.59	8.90	148.29	47.84	130.98	42.25
Rega c/ canhão	-	-	-	-	2.76	0.89
Rega gota-a gota	22.80	7.35	99.20	32.00	99.20	32.00
Pecuária (unidades pecuárias):						
Ovinos	100.00		-		-	
Bovinos	54.96		40.00		40.00	

Fonte: Resultados dos modelos económicos de programação matemática

**Anexo VI – Planos Óptimos de Produção das Empresa Agrícolas Tipo nas Situações sem Projecto e com Projecto no Cenário de Liberalização do Comércio Mundial**

	Situação de referência sem projecto		Situação com projecto			
			Hipótese A	Hipóteses B, C e D		
Empresa familiar pequena						
Culturas:	ha	%	ha	%	ha	%
Área total	7.00	100.00	7.00	100.00	7.00	100.00
Culturas de sequeiro	6.22	88.85	1.54	21.99	2.80	40.00
Arvenses	5.58	79.71	-	-	-	-
Pousio	0.64	9.14	1.54	21.99	2.80	40.00
Culturas de regadio	0.78	11.15	5.46	78.01	4.20	60.00
Arvenses	0.18	2.58	1.26	18.01	-	-
Horto-industriais	0.30	4.28	2.10	30.00	2.10	30.00
Horto-frutícolas	0.30	4.29	2.10	30.00	2.10	30.00
Tecnologia de rega :	ha	%	ha	%	ha	%
Rega c/ pivot	0.18	2.58	2.14	18.01	-	-
Rega gota-a gota	0.60	8.57	4.20	60.00	4.20	60.00
Empresa familiar média						
Culturas:	ha	%	ha	%	ha	%
Área total	45.00	100.00	45.00	100.00	45.00	100.00
Culturas de sequeiro	38.18	84.84	8.70	19.31	9.71	21.57
Arvenses	13.91	30.91	-	-	-	-
Pousio obrigatório	1.74	3.87	-	-	-	-
Pastagens e forragens	22.53	50.06	8.70	19.31	9.71	21.57
Culturas de regadio	6.82	15.16	36.31	80.69	35.29	78.42
Arvenses	1.76	3.91	11.71	26.02	10.69	23.76
Horto-industriais	2.40	5.34	12.30	27.33	12.30	27.33
Horto-frutícolas	2.40	5.33	12.30	27.33	12.30	27.33
Pastagens e forragens	0.26	0.58	-	-	-	-
Tecnologia de rega :	ha	%	ha	%	ha	%
Rega c/ pivot	3.62	8.05	11.71	26.01	10.69	23.76
Rega gota-a gota	3.20	7.11	24.60	54.67	24.60	54.67
Pecuária (unidades pecuárias):						
Ovinos	30.00	-	-	-	-	-
Bovinos	6.57	-	2.87	-	3.40	-
Empresa grande ou sociedade						
Culturas:	ha	%	ha	%	ha	%
Área total	310.00	100.00	310.00	100.00	310.00	100.00
Culturas de sequeiro	259.60	83.73	96.08	30.99	100.12	32.30
Arvenses	92.43	29.81	-	-	-	-
Pousio obrigatório	11.78	3.80	-	-	0.85	0.27
Pastagem e forragens	155.39	50.12	96.08	30.99	99.27	32.03
Culturas de regadio	50.39	16.26	213.92	69.01	209.88	67.70
Arvenses	13.60	4.39	64.71	20.88	60.65	19.56
Horto-industriais	17.10	5.52	74.40	24.00	74.40	24.00
Horto-frutícolas	17.10	5.52	74.40	24.00	74.40	24.00
Pastagens e forragens	2.59	0.83	0.41	0.13	0.43	0.14
Tecnologia de rega :	ha	%	ha	%	ha	%
Rega c/ pivot	27.59	8.90	65.12	21.01	61.08	19.70
Rega gota-a gota	22.80	7.35	148.80	48.00	148.80	48.00
Pecuária (unidades pecuárias):						
Ovinos	100.00	-	-	-	-	-
Bovinos	54.96	-	33.61	-	35.02	-

Fonte: Resultados dos modelos económicos de programação matemática