

## **COMUNICAÇÃO APRESENTADA NO XLIV CONGRESSO SOBER**

### **A Revisão da política de tarifas de água no uso agrícola: Um estudo de caso no Sul de Portugal**

#### **Rui Fragoso**

Professor Auxiliar do Departamento de Gestão de Empresas, Instituto de Ciências Agrárias Mediterrâneas, Universidade de Évora  
Largo dos Colegiais, 2, 7000 Évora - Portugal  
[rfragoso@uevora.pt](mailto:rfragoso@uevora.pt)

#### **Carlos Marques**

Professor Catedrático do Departamento de Gestão de Empresas da Universidade Instituto de Ciências Agrárias Mediterrâneas, Universidade de Évora  
Largo dos Colegiais, 2, 7000 Évora – Portugal  
[cmarques@uevora.pt](mailto:cmarques@uevora.pt)

#### **Área Temática**

Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

#### **Forma de Apresentação**

Apresentação com presidente da sessão e presença de um debator

## **A Revisão da política de tarifas de água no uso agrícola: Um estudo de caso no Sul de Portugal**

### **Resumo**

Este artigo avalia os efeitos de uma política de revisão de tarifas da água no regadio, em termos do consumo de água, do aproveitamento das áreas beneficiadas com regadio, do rendimento do produtor agrícola, da recuperação dos custos com a água e do desenvolvimento agrícola.

A metodologia utilizada baseia-se na elaboração de um modelo de programação matemática multiperíodo, adaptado às características específicas de uma exploração agrícola do Sul de Portugal na Região Alentejo. Este modelo determina a combinação óptima das actividades de produção agrícola, em função do consumo do produtor e da sua distribuição, tendo em conta a probabilidade de ocorrência da dotação bruta de água.

Foram analisadas quatro tipos de tarifas: a tarifa fixa por área beneficiada, a tarifa proporcional ou volumétrica por metro cúbico de água consumida, a tarifa binómica; e a tarifa progressiva. As simulações realizam-se no âmbito da Política Agrícola Comum de 2003, considerando o perfil produtivo tradicional e um perfil produtivo alternativo, resultante da introdução de culturas de valor acrescentado.

Conclui-se que a política de revisão de tarifas deverá privilegiar a adopção de uma tarifa binómica, dado que este tipo de tarifa permite simultaneamente induzir o uso eficiente da água na agricultura e o equilíbrio orçamental da oferta de água. Tendo em conta o objecto do uso sustentável da água, esta tarifa é também a que menos penaliza a competitividade e por conseguinte o desenvolvimento agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Programação Multiperíodo; Alentejo; Tarifa de Água; Regadio;*

## **A Política de revisão de tarifas de água: Um estudo de caso no Sul de Portugal**

### **1. Introdução**

O regime económico-financeiro e os princípios de direitos do ambiente e de planeamento dos recursos hídricos estão directamente ligados ao uso da água no sector agrícola. Na legislação portuguesa estes aspectos constam do DL n.º 47/94 de 22 de Fevereiro, relativo à utilização de bens públicos relacionados com a água e do DL n.º 269/82 de 10 de Julho, relativo às obras de fomento hidro-agrícola. O primeiro, embora ainda não tenha sido aplicado, prevê para o uso agrícola a cobrança de taxas de captação de água do meio natural e de taxas de regularização sobre os caudais regularizados por obras públicas do Estado. O segundo prende-se com o serviço de abastecimento propriamente dito e prevê o reembolso dos custos do investimento público não participado através da taxa de beneficiação e o financiamento dos custos de funcionamento e de manutenção pela taxa de exploração e de conservação, ambas cobradas anualmente a todos os beneficiários.

A taxa de beneficiação, apesar de prevista na lei, nunca foi aplicada. A taxa de exploração e conservação constitui uma das principais fontes de financiamento das associações de beneficiários das obras de rega do Estado, que são as entidades responsáveis pela sua gestão. No entanto, as receitas dessas taxas muitas vezes não são suficientes para cobrir as suas despesas de exploração. A sua aplicação é diferenciada nos vários aproveitamentos hidro-agrícolas do Estado, configurando consoante os casos os seguintes tipos de tarifas de rega: 1) tarifa fixa por hectare de área beneficiada; 2) tarifa binómica, com uma componente fixa por hectare de área beneficiada acrescida de uma componente variável por metro cúbico de água consumida; 3) tarifa binómica, em que a componente fixa é cobrada por hectare de área beneficiada diferenciada por tipo de solo; 4) tarifa binómica, em que a componente fixa é cobrada por hectare de área regada diferenciada por tipo de culturas; 5) tarifa variável ou volumétrica por metro cúbico de água consumida (PNA, 2004; e Fragoso, 2001).

Actualmente o grande desafio da política de gestão da água em Portugal prende-se com a aplicação dos princípios da Directiva Quadro da Água 2000/60/CE (DQA), que estabelece um quadro de acção comum na União Europeia para a protecção das águas. Os seus objectivos apontam para que num prazo de quinze anos se atinja o bom estado das águas superficiais e subterrâneas e para o cumprimento das normas de protecção. Um dos aspectos fundamentais será o ajustamento do preço da água à sua utilização eficiente. Pretendendo-se incentivar por esta via o uso sustentável do recurso, imputando os custos aos utilizadores. Nestes merecem destaque, os custos de exploração e de manutenção e os custos ambientais associados às actividades, havendo alguma flexibilidade quanto à internalização dos custos de investimento.

A aplicação dos princípios da DQA na regulação do uso da água no sector agrícola depende muito da adopção de uma política coerente de revisão de tarifas capaz de operacionalizar o uso eficiente da água e a recuperação dos seus custos, minimizando ao mesmo tempo os efeitos do aumento das tarifas na utilização das infra-estruturas públicas de rega e no desenvolvimento agrícola. O sector agrícola pelos elevados volumes que consome face aos restantes sectores utilizadores e pela baixa eficiência de aplicação da água desempenha um papel fundamental na gestão sustentável do recurso, na medida em que os volumes resultantes da poupança de água podem ser disponibilizados noutros sectores, inclusivamente nos usos ambientais.

Este artigo tem como objectivo avaliar os efeitos da adopção de uma política de revisão de tarifas de água no uso agrícola, em termos do consumo de água da recuperação dos seus custos, do aproveitamento das superfícies beneficiadas, do rendimento e do desenvolvimento agrícola. Trata-se de um estudo de caso de uma exploração agrícola do Sul de Portugal, situada no Aproveitamento Hidro-Agrícola de Odivelas no Baixo Alentejo. Para além desta introdução, o artigo compreende uma referência aos pressupostos teóricos da política de revisão de tarifas, a metodologia, os resultados e as principais conclusões.

## **2. Objectivos e fundamentos da política de revisão de tarifas de água**

De um modo geral as políticas económicas têm como objectivos fundamentais promover a eficiência e a equidade. No caso da política de gestão da água na agricultura, pelo facto de geralmente ser gerida numa situação de rendimentos crescentes à escala, deve também considerar nos seus objectivos o equilíbrio orçamental na oferta.

A eficiência pode-se decompor-se em eficiência técnica e em eficiência económica. A eficiência técnica prende-se com a minimização dos desperdícios, devendo o uso da água aproximar-se o mais possível da fronteira eficiente de produção. A eficiência técnica é máxima se não houver desperdícios em nenhum momento da distribuição (Bes et Nugteren, 1990). A eficiência técnica também pode resultar da minimização do custo da água, quando o preço a pagar por uma unidade adicional reflecte o seu custo total (Randall, 1981). A eficiência económica atinge-se quando a afectação do recurso não pode ser alterada sem a diminuição do bem-estar (Tsur et Dinar, 1995), o que ocorre quando o valor da produtividade marginal é igual ao custo marginal (Bowen et Young, 1986; Fragoso, 2001; e Henriques et al, 2006). Nestas condições, o valor da produtividade marginal da água deverá ser idêntico nos diferentes usos, o que se pode obter numa gestão descentralizada através de mercados concorrencias para a água ou numa gestão centralizada através da política de revisão de tarifas (Cumplings et Nercissiantz, 1992).

Barr (1992) e Pearce (1986), fazem a distinção entre equidade horizontal ou em senso estrito e equidade vertical ou em senso lato. A equidade horizontal prende-se com a igualdade no acesso à água, que se traduz por exemplo no fornecimento de um volume de água por superfície beneficiada igual para todos os regantes. A equidade vertical, também designada por equidade social, tem por objectivo a redistribuição dos rendimentos gerados pela água a favor dos agricultores com menos recursos. Os efeitos da política de revisão de tarifas em termos de equidade são diferenciados consoante o tipo de tarifa. Uma tarifa volumétrica em função do consumo ou com base no custo de abastecimento (€/m<sup>3</sup>) permite a equidade horizontal, enquanto que uma tarifa por exploração ou por hectare beneficia a equidade vertical (Montginoul, 1997).

A água é um recurso natural, que é geralmente gerido por um monopólio natural sujeito a uma restrição orçamental. Por essa razão, a recuperação dos custos é um dos objectivos da gestão da água no regadio. No entanto, muitas vezes é incompatível com os objectivos de eficiência e de equidade devido ao problema dos rendimentos crescentes à escala do monopólio natural. Nestas condições uma tarifa volumétrica ao custo marginal não permite cobrir o custo médio, i.e., uma tarifa eficiente pode não ser compatível com a restrição orçamental. O facto da água não ser produzida senão na natureza, faz com que os custos dependam sobretudo da sua abundância relativa e dos esforços necessários de a ter disponível para consumo. No caso do uso agrícola os custos devem ser repartidos pelos agricultores, pelas entidades de gestão e pela sociedade (Montginoul, 1997).

A política de revisão de tarifas de água no uso agrícola é um instrumento económico de actuação do lado procura, que através da modificação dos preços ou da transferência de rendimentos procura influenciar as decisões dos agricultores, sem lhes retirar a liberdade de escolherem as suas próprias estratégias de maximização dos seus objectivos (Barde, 1993). Na gestão da água a política tarifária surgiu inicialmente como um instrumento de recuperação dos custos, i.e., de equilíbrio orçamental da oferta. Com o aumento da escassez do recurso tornou-se progressivamente num instrumento de afectação eficiente.

A lei da oferta e da procura da teoria micro-económica constitui o fundamento teórico da política de revisão de tarifas aplicada à gestão da água. Neste âmbito é útil definir os conceitos de custo total e de valor total da água. Segundo Rogers et al. (1996), o custo total da água inclui o custo total da oferta, que integra os custos de investimento, de operação e da manutenção das infra-estruturas de armazenamento, adução e distribuição da água, o custo total económico, nomeadamente o custo de oportunidade e as externalidades económicas, e as externalidades ambientais, que estão relacionadas com a saúde pública e a manutenção dos ecossistemas. De acordo com o mesmo autor, o valor total da água compreende um valor económico designado também por Ferrero (1994) como valor de uso, correspondente aos benefícios directos e indirectos da água para os seus utilizadores e aos ajustamentos de ordem social, e um valor intrínseco, relacionado apenas com a sua existência.

Desta forma, uma política de revisão de tarifas de água pode estabelecer-se tanto do lado da oferta como do lado da procura. Na óptica da procura, a política de revisão de tarifas baseia-se no valor da produtividade marginal da água, que no caso do uso agrícola é função dos preços dos produtos nos mercados agrícolas e da produtividade marginal da água na função de produção agrícola. Portanto a afectação óptima do recurso é dada pelo valor da produtividade marginal e pela competição pelo recurso entre os diferentes usos ou no caso do uso agrícola entre as culturas de regadio disponíveis. Na óptica da oferta, a política de revisão de tarifas pode incluir os custos da oferta com os serviços de abastecimento e os custos sociais, como os decorrentes da poluição, a recuperação integral dos custos com a oferta de água e ainda os custos de escassez relacionados com o uso do recurso.

As associações de beneficiários das obras de rega do Estado gerem a água numa situação de monopólio natural, praticando preços inferiores ao respectivo custo médio. Nestes casos o equilíbrio entre a oferta e a procura ocorre na zona de produção com rendimentos crescentes à escala, i.e., na parte convexa da função de produção da água. Se a opção for por uma tarifa ao custo marginal, como defende a teoria micro-económica, a entidade gestora da oferta acabará numa situação de deficit orçamental, dado que o preço cobrado por cada unidade adicional de água vendida é inferior ao seu custo médio de obtenção.

A adopção de uma tarifa ao custo médio permite resolver o problema orçamental da oferta. Segundo Winpenny (1994), este instrumento é especialmente adequado para a recuperação dos custos com água. Os seus pressupostos de base residem numa procura inelástica da água e na existência de dados históricos. Para além do equilíbrio orçamental da oferta, este tipo de tarifa evita estratégias monopolísticas que visem a maximização dos benefícios à custa do excedente do consumidor, uma vez que para um preço da água ao custo médio o excedente do produtor é nulo. No entanto, a sua influência sobre a procura é muito reduzida e não considera os seus aspectos sazonais e de longo prazo, não conduzindo por isso a uma maximização do bem-estar.

De acordo com a teoria micro-económica, o óptimo social obtêm-se quando o custo marginal do recurso iguala o preço que os seus utilizadores estão dispostos a pagar por mais uma unidade. A tarifação ao custo marginal baseia-se neste pressuposto marginalista e a sua aplicação à gestão da água conduz à maximização do bem-estar social e fornece um sinal da escassez do recurso aos seus utilizadores. Por exemplo, a adopção de uma tarifa inferior ao custo marginal induzirá de certo a uma utilização excessiva e ineficiente da água por parte dos agricultores.

A tarifação ao custo marginal pode induzir à eficiência económica, mas sua aplicação encontra algumas limitações importantes. De um modo geral a maximização do bem-estar social só é possível se todos os sectores tarifarem a água ao custo marginal. Quando existem problemas de rendimentos crescentes à escala, é natural que certos sectores deixem de aplicar a regra de tarifação ao custo marginal (Monnier, 1983). Outra limitação da tarifação ao custo marginal prende-se com a necessidade de dispor de informação detalhada (OCDE, 1987).

Como foi referido na introdução para o caso dos regadios portugueses do Estado, existem diversas formas de tarifas de água. Tendo em conta os fundamentos da política de revisão de tarifas pode-se considerar no essencial a tarifa fixa e a tarifa variável. A tarifa fixa, normalmente com base na área beneficiada, é principalmente utilizada nos sistemas de rega em que a água é distribuída por gravidade. A tarifa variável, em função do volume de água consumido, adequa-se mais aos sistemas de rega em que a água é distribuída sob pressão e em que existem contadores de água. Este tipo de tarifa pode assumir uma forma simples proporcional ao volume consumido, uma forma binómica, em que uma parte da tarifa é fixa e outra é proporcional ao consumo, e ainda a forma progressiva, em que a tarifa aumenta progressivamente de acordo com os patamares de consumo.

Na tarifa fixa o custo da água no produtor agrícola é constante e como tal o custo marginal é nulo. Na tarifa proporcional e na tarifa binómica o custo da água no produtor agrícola cresce a uma taxa constante e por conseguinte o custo marginal é constante. No caso da tarifa progressiva, o custo da água é crescente a uma taxa constante em cada escalão de consumo. Nestas condições o custo marginal é constante em cada escalão de consumo e aumenta que se muda para um escalão superior de consumo.

De acordo com os resultados de um estudo realizado pelo Banco Mundial em Marrocos (MAMVA, 1996), a tarifa fixa proporciona bons resultados em termos do equilíbrio orçamental da oferta e de equidade, mas não em termos da afectação eficiente do recurso. No que diz respeito às tarifas variáveis, consegue-se atingir uma afectação eficiente da água. No entanto, nos casos da tarifa proporcional simples e da tarifa progressiva os resultados são fracos no que respeita à equidade e ao equilíbrio orçamental da oferta.

### **3. Metodologia**

De acordo com o objectivo, a metodologia utilizada pretende avaliar as estratégias dos produtores agrícolas e os seus efeitos económicos decorrentes da adopção de diferentes formas e níveis de tarifas de água. Para esse efeito recorreu-se a um modelo de programação matemática. A aplicação da programação matemática ao problema do produtor agrícola consiste em determinar a melhor estratégia de afectação dos recursos, tendo em conta as alternativas tecnológicas disponíveis e as suas restrições técnicas, económicas e institucionais. A procura de factores e a oferta de produtos são traduzidas por relações de *input-output* fixas,

integradas num sistema de equações, cujos os termos independentes relativos à disponibilidade dos recursos condicionam o nível de realização dos objectivos. A aplicação da programação matemática ao problema do produtor agrícola permite avaliar e antecipar as suas decisões face a alterações técnicas, económicas, institucionais e da estrutura da empresa. Em Portugal, nomeadamente, pela Universidade de Évora no Alentejo, essas aplicações têm sido numerosas e revelado resultados de análise pertinentes (Fragoso et Marques, 2005).

O modelo utilizado é um modelo multiperíodo adaptado às características específicas de uma exploração agrícola do Sul de Portugal, representativa da estrutura agrícola empresarial do perímetro de rega do Estado de Odivelas no Baixo Alentejo. Este modelo tem em conta nas decisões do produtor o financiamento e a dimensão temporal dos investimentos e a sua estrutura inspira-se nos modelos de Blanco (1996), Godinho (1997) e Henriques (1995). O modelo maximiza o consumo do produtor e minimiza o risco de produção e de mercado, sujeito às restrições técnicas dos recursos, terra, trabalho, água, capital, liquidez de curto prazo e limitações de produção. As principais variáveis de decisão ( $X_j$ ) e ( $Y_l$ ) são as actividades de produção vegetal (ha) e de produção pecuária (CN) e as actividades de investimento em maquinaria agrícola (h ou n°) e equipamentos de rega (ha), plantações (ha) e em efectivos pecuários (CN).

$$\Sigma_t (CF_t - CP_t + VR) - phi \cdot \sigma_t / (1 + ta)^{t-1} \text{ com } t = 1, 2, \dots, 10 \quad (1)$$

$$s.a. \quad \sigma_t = \{ (CF_t - CF_{t,n})^2 / n \}^{1/2} \quad (2)$$

$$CF_t = CF_{j,t} \cdot X_{j,t} + SD_{t-1} + ECP_t - ECP_{t-1} \cdot (1+i) - ann \cdot ELP_{t-d} - SD_t \quad (3)$$

$$DE_{j,t} \cdot X_{j,t} + SD_{t-1} + ECP_t - ECP_{t-1} \cdot (1+i) - ann \cdot ELP_{t-d} \geq 0 \quad (4)$$

$$CP_t + ELP_t + SB_{i,t} \geq P_l \cdot Y_{l,t} \quad (5)$$

$$\Sigma_j X_{j,t} \leq S \quad (6)$$

$$\Sigma_j a_j \cdot X_{j,t} \leq b_{l,t} + Y_{l,t-d} + Y_{l,t} \quad (7)$$

$$\Sigma_{jp} qa_{jp,n,p} \cdot X_{jp,t} + \Sigma_{ja} qa_{ja,n,p} \cdot X_{ja,t} \geq \Sigma_{je} qa_{je,p} \cdot X_{je,t} \quad (8)$$

$$\Sigma_j q_j \cdot X_{j,t} \leq q_t = Q_t \cdot h \quad (9)$$

Onde,  $t$  são os períodos do horizonte de planificação (anos);  $CF$  é o cash-flow da empresa (€),  $CP$  é financiamento com capitais próprios (€);  $VR$  é a condição de paragem que inclui com sinal negativo a finalização do serviço de dívida e com sinal positivo o valor residual dos investimentos e a poupança acumulada (€);  $\sigma_t$  é a variável de desvio padrão dos cash-flows anuais (€),  $phi$  é o coeficiente de aversão ao risco;  $ta$ ,  $i$  e  $ann$  são, respectivamente, a taxa real de actualização, a taxa de juro anual dos empréstimos de curto prazo e a anuidade dos empréstimos de longo prazo calculada como uma renda constante normal;  $S$  é a disponibilidade de terra (ha);  $b_l$  é disponibilidade inicial de maquinaria agrícola (h), equipamentos de rega (ha) e área de plantações (ha);  $q_j$  são as necessidades de água das culturas (m<sup>3</sup>/ha);  $q$  é a variável que mede o consumo de água (m<sup>3</sup>);  $Q$  é a disponibilidade anual de água (m<sup>3</sup>);  $h$  é o coeficiente de eficiência da água na rede secundária;  $qa_{jp,n,p}$  e  $qa_{ja,n,p}$  são, respectivamente, os coeficientes de energia metabolizável, proteína bruta digestível e matéria seca das pastagens e forragens produzidas na exploração e dos alimentos adquiridos

no exterior (Mj/ha, g/ha e Kg/ha) em cada estado de natureza da produção vegetal  $n$  e período crítico  $p$  do crescimento das pastagens;  $qa_{je,p}$  são as necessidades nutritivas dos animais em cada período  $p$  (Mj, g e Kg);  $SD$  é a variável de transferência de fluxos financeiros entre períodos do horizonte de planificação (€);  $ECP$  é a variável de empréstimos de curto prazo (€),  $ELP$  é a variável de empréstimos de longo prazo (€);  $SB$  são os subsídios ao investimento (€); e  $P_I$  é o custo de aquisição (€) do investimento  $I$ ;

A equação (1) traduz a maximização do consumo e a minimização do risco. O consumo é dado pelo somatório actualizado dos cash-flow anuais líquidos da empresa, depois de deduzir a poupança anual e o serviço de dívida no final e adicionar o valor residual dos investimentos e a poupança acumulada. O risco é medido com base no desvio padrão dos cash-flow anuais da empresa e no grau de aversão ao risco do produtor, que é obtido através da parametrização do coeficiente  $\phi$ . A modelação do risco inclui 15 estados de natureza, 3 relativos às condições de mercado e 5 relativos às condições técnicas e agro-climáticas da produção vegetal.

Na equação (2) calcula-se o desvio padrão do cash-flow anual da empresa em função do seu valor médio e em cada estado de natureza. Na equação (3) calcula-se o cash-flow anual da empresa, tendo em conta o cash-flow anual das actividades produtivas ( $CF_j$ ), o financiamento da empresa, as obrigações do serviço de dívida e o fundo de maneio do período seguinte. As equações (4) e (5) referem-se, respectivamente, às necessidades de liquidez da empresa e de financiamento do investimento. Na liquidez, incluem-se as despesas correntes das actividades produtivas ( $DE_j$ ) e o serviço de dívida, cujo financiamento provém de receitas do período anterior e dos empréstimos de curto prazo. O investimento é financiado pelos capitais próprios resultantes da poupança, pelos empréstimos de longo prazo e por subsídios a fundo perdido.

As equações (6) modelam o uso da terra na exploração, garantido que a área das culturas não excede a área da exploração, ou que a área das culturas de regadio é inferior à área irrigável. Para além destas restrições estruturais de uso da terra, o modelo inclui restrições à área potencial de algumas culturas. Estas restrições específicas decorrem da necessidade de praticar rotações, da imposição de quotas de produção e de dificuldades de comercialização.

As equações (7) são estabelecidas para cada período do horizonte de planificação e modelam o uso dos recursos e os investimentos relativos à maquinaria agrícola, equipamentos de rega, efectivos pecuários reprodutores e plantações. Nestas equações, garante-se que as necessidades das actividades produtivas nesses recursos não excedem a disponibilidade inicial mais a capacidade instalada no período e em períodos anteriores. Para além destes recursos, o modelo considera também o uso e a contratação de mão-de-obra por período do calendário agrícola, devido à sazonalidade das operações agrícolas.

O balanço forrageiro capta a variabilidade das produções e a sazonalidade da produção de pastagens, sendo as equações (9) estabelecidas para cada ano, por estado de natureza de produção e por período crítico do crescimento de pastagens. A variabilidade da produção forrageira implica a aquisição de alimentos ao exterior em maior ou menor extensão. Essas equações garantem que as necessidades energéticas (Megajoules) e proteicas (gramas de proteína bruta digestível) dos animais são satisfeitas e que a sua capacidade máxima de ingestão (Quilogramas de matéria seca) não é excedida.

A equação (9) restringe o consumo de água do plano de produção à dotação de água bruta  $Q$  fornecida pela associação de beneficiários da obra de rega de Odivelas deduzida das perdas na rede secundária  $h$ . Na realidade a dotação  $Q$  não corresponde a um volume de água constante, mas variável entre anos em função das condições meteorológicas e da garantia do sistema de abastecimento para satisfazer a procura em cada período. Nos sistemas agrícolas de regadio a variabilidade da disponibilidade de água é uma importante fonte de risco, que condiciona a escolha do plano de produção. Este aspecto foi introduzido no modelo formulando a disponibilidade de água na equação (9) como uma restrição probabilística.

$$Pr \{1/h \cdot \sum_j q_j \cdot X_{j,t} \leq Q\} \geq 1-\alpha$$

Esta restrição indica que a dotação  $Q$  se verifica com uma probabilidade de ocorrência  $\alpha$ . Assumindo que os coeficientes estocásticos seguem uma distribuição normal, pode substituir-se  $Q$  na restrição (9) por:

$$E(Q) - k_\alpha \cdot \sigma_Q$$

Sendo  $E(Q)$  a esperança matemática de  $Q$ ,  $\sigma_Q$  o desvio padrão da distribuição e  $k_\alpha$  uma constante que depende da probabilidade de ocorrência  $\alpha$ . Na prática este método consiste em considerar a dotação  $Q$  inferior à dotação esperada  $E(Q)$  numa magnitude de  $k_\alpha \cdot \sigma_Q$  (Sumpsi et al, 1998). No caso em estudo considerou-se um valor de  $\alpha$  de 52%, que coincide com a frequência relativa com que ocorre a dotação observada no perímetro de rega de Odivelas. Para representar mais adequadamente o risco da disponibilidade de água, deveria utilizar-se uma estrutura estocástica que permitisse o modelo ajustar as estratégias do produtor em função da disponibilidade de água em cada estado de natureza (Fragoso 1996 e 2001). A sua aplicação a um modelo multiperíodo conduziria a um problema de programação estocástica dinâmica, o que acresceria substancialmente a complexidade da análise.

O modelo determina a combinação óptima de actividades de produção vegetal de regadio e de sequeiro e de actividades de produção pecuária, em função dos níveis de consumo do produtor e da sua distribuição, tendo em conta a probabilidade de ocorrência da dotação bruta de água. Todas as decisões de investimento, de financiamento e de aquisição de serviços são tomadas em função das decisões de produção. Desta forma o modelo permite simular as estratégias dos produtores agrícolas face a uma política de revisão de tarifas de água, nomeadamente, os seus efeitos no consumo de água, no aproveitamento do regadio, nos rendimentos agrícolas, na recuperação dos custos com a água e no âmbito do desenvolvimento agrícola. Face a um eventual aumento do nível das tarifas de água ou à alteração da sua forma, o modelo prevê: i) a substituição entre culturas de regadio; ii) a substituição de culturas de regadio por culturas de sequeiro; e iii) o abandono da actividade.

O modelo foi testado para diferentes níveis de aversão ao risco, tendo em conta o perfil produtivo tradicional e o quadro económico e institucional da Política Agrícola Comum aprovado em 2000. Este procedimento permitiu validar o modelo e fixar o valor do coeficiente de aversão ao risco ( $\phi$ ) mais aderente à realidade observada.

#### 4. Resultados

Os princípios da DQA preconizam o uso sustentável do recurso através do seu uso eficiente e da internalização dos custos. A política de revisão de tarifas poderá aproximar o preço da água do seu suposto valor social e induzir à diminuição do consumo. São de esperar efeitos no

aproveitamento do regadio, nos rendimentos e no investimento agrícola. A agricultura de regadio em Portugal e particularmente no Sul na Região Alentejo, a par da aplicação dos princípios orientadores da DQA, também enfrenta os desafios decorrentes da reforma da PAC aprovada em 2003. No essencial esta reforma preconiza um maior desligamento das ajudas da produção, substituindo, principalmente no sector das culturas arvenses, os pagamentos compensatórios atribuídos com base na área cultivada, por um pagamento único, baseado em direitos adquiridos sem qualquer relação com a produção, mas sujeito a regras de eco-condicionalidade.

Para introduzir esses aspectos dividiu-se a análise de resultados em duas fases. Na primeira fase procedeu-se a uma análise de sensibilidade dos resultados do modelo (Quadro 1), considerando o perfil produtivo tradicional e a PAC de 2000, o perfil produtivo tradicional e a PAC de 2003 e um perfil produtivo alternativo e a PAC de 2003. No modelo com o perfil produtivo alternativo, considerou-se para além das actividades que constam do perfil produtivo tradicional (cereais, oleaginosas, beterraba, pastagens e forragens e bovinos de carne), a introdução de culturas de valor acrescentado dos sub-sectoros das horto-frutícolas e industriais (tomate, melão, pimento, cebola e batata) e das fruteiras (macieiras, pereiras, uva de mesa, ameixieiras e pessegueiros). Na segunda fase avaliam-se os efeitos da política de revisão de tarifas de água no uso agrícola em termos do consumo de água, da área regada, dos rendimentos agrícolas e do desenvolvimento agrícola.

Na avaliação da política de revisão de tarifas foram avaliadas 4 tipos de tarifas: a tarifa fixa (TF) por área beneficiada (€/ha); a tarifa proporcional ou volumétrica (TV) por metro cúbico de água consumida (€/m<sup>3</sup>); a tarifa binómica (TB), que resulta da combinação das duas anteriores (€/ha e €/m<sup>3</sup>); e a tarifa progressiva (P), por patamares crescentes de consumo (€/m<sup>3</sup>). Na tarifa TP dividiu-se a dotação de água em três partes e afectou-se a cada uma tarifa progressiva. Partindo do nível da tarifa actual simularam-se para cada tipo de tarifa 10 níveis crescentes em 30% cada um. As simulações para a avaliação da política de revisão de tarifas foram efectuadas para o cenário da PAC de 2003, considerando primeiro, o perfil produtivo tradicional e depois o perfil produtivo alternativo.

#### **4.1. Análise de sensibilidade**

Os resultados do modelo no cenário do perfil produtivo tradicional e da PAC de 2000 apontam para uma ocupação da SAU baseada em pastagens e forragens (62,1%), trigo duro (14%), girassol (10,3%), milho (9%) e beterraba (2,9%). No longo prazo há uma tendência para o reforço das áreas de pastagens e forragens, que passam a representar mais de 70% da SAU. O aumento dessas áreas faz-se à custa da diminuição das áreas de trigo duro e girassol. A dimensão do efectivo pecuário mantém-se nas 54 cabeças normais (CN) e diminui a compra de alimentos ao exterior. A superfície de regadio (18,4%) e a dotação de água disponível (8170 m<sup>3</sup>/ha) são aproveitadas na totalidade. Tal como na generalidade dos perímetros de rega do Alentejo, o milho é a principal cultura, seguindo-se o trigo duro (5,2%) o girassol (1,38 a 6,48%) e a beterraba.

No cenário da PAC de 2003, considerando ainda o perfil produtivo tradicional, verifica-se no curto prazo o abandono das áreas de trigo duro e no longo prazo o abandono das áreas de milho e de girassol e por conseguinte uma forte diminuição da superfície regada, que poderá representar apenas 2,9% da SAU. São reforçadas as áreas de pastagens e forragens, chegando no longo prazo a representar 97% da SAU, assim como o efectivo de bovinos de carne que aumenta para cerca de 61 CN.

Do ponto de vista económico este cenário representa relativamente ao anterior, uma forte extensificação da produção agrícola traduzida na diminuição do regadio e do investimento agrícola em cerca de 53%, apesar do VAL do produtor aumentar em cerca de 60%. Este acréscimo está em grande medida associado ao efeito do desligamento do pagamento único e a uma melhor afectação económica dos recursos. É de referir ainda o aumento da importância dos subsídios, que no longo prazo representam aproximadamente 57%.

**Quadro 1. Análise de sensibilidade dos resultados do modelo de programação matemática**

<b>Cenário: Perfil produtivo tradicional e PAC 2000</b>											
<b>SAU: 310</b>	<b>VAL: 798,6€/ha</b>		<b>Investimento: 995,1 €/ha</b>				<b>Custos operacionais: 1715,3 €/ha</b>				
Áreas em % da SAU	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
Superfície regada	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	17,4	18,4	18,4	18,4	18,4	
Milho	9,0	9,0	9,9	11,9	11,9	12,2	11,9	11,9	11,9	11,9	
Trigo duro	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	-	-	-	-	-	
Girassol	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	5,2	6,5	6,5	6,5	6,5	
Beterraba	2,9	2,9	2,0	-	-	-	-	-	-	-	
Superfície de sequeiro	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	81,6	
Trigo duro	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	
Girassol	8,9	8,9	8,9	8,9	8,9	-	-	-	-	-	
Pousio obrigatório	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	
Pastagens e forragens	62,1	62,1	62,0	61,9	61,9	72,3	71,3	71,3	71,3	71,3	
Bovinos (CN)	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	54,5	
Consumo de água (m3/ha)	8170	8170	8170	8170	8170	8170	8170	8170	8170	8170	
Valor da produção/receitas (%)	66,5	66,2	65,1	62,8	62,9	66,0	65,9	66,0	65,9	65,8	
Subsídios correntes/receitas (%)	33,5	33,8	34,9	37,2	37,1	34,0	34,1	34,0	34,1	34,2	
Custo da água/receitas (%)	25,8	26,0	26,4	27,1	27,0	29,6	29,3	29,3	29,4	29,5	

<b>Cenário: Perfil produtivo tradicional e PAC 2003</b>											
<b>SAU: 310</b>	<b>VAL: 1273,6 €/ha</b>		<b>Investimento: 466,3 €/ha</b>				<b>Custos operacionais: 1663,2 €/ha</b>				
Áreas em % da SAU	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
Superfície regada	16,5	18,4	18,4	18,4	18,4	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
Milho	9,7	9,0	9,0	9,0	9,0	-	-	-	-	-	
Girassol	4,0	6,5	6,5	6,5	6,5	-	-	-	-	-	
Beterraba	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
Superfície de sequeiro	83,5	81,6	81,6	81,6	81,6	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1	
Pastagens e forragens	83,5	81,6	81,6	81,6	81,6	97,1	97,1	97,1	97,1	97,1	
Bovinos (CN)	59,7	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9	
Consumo de água (m3/ha)	8170	8170	8170	8170	8170	1730	1730	1730	1730	1730	
Valor da produção/receitas (%)	62,1	62,4	62,3	62,5	62,4	43,0	43,0	43,0	43,6	43,6	
Subsídios correntes/receitas (%)	37,9	37,6	37,7	37,5	37,6	57,0	57,0	57,0	56,4	56,4	
Custo da água/receitas (%)	27,0	26,6	26,6	26,5	26,6	14,2	14,2	14,2	14,1	14,1	

<b>Cenário: Perfil produtivo alternativo e PAC 2003</b>											
<b>SAU: 310</b>	<b>VAL: 1531,1 €/ha</b>		<b>Investimento: 1361,5 €/ha</b>				<b>Custos operacionais: 1891,1 €/ha</b>				
Áreas em % da SAU	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	
Superfície regada	18,2	18,4	18,4	18,4	18,4	12,8	17,8	17,8	17,8	17,8	
Milho	3,4	3,3	3,3	3,3	3,1	0,7	2,9	2,9	2,9	2,9	
Girassol	4,5	4,7	4,6	4,5	3,9	0,8	3,5	3,5	3,5	3,5	
Beterraba	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
Cebola	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
Pessegueiros	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	
Ameixieiras	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	
Uva de mesa	1,9	1,9	2,0	2,1	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	
Superfície de sequeiro	81,8	81,6	81,6	81,6	81,6	87,2	82,2	82,2	82,2	82,2	
Pastagens e forragens	81,8	81,6	81,6	81,6	81,6	87,2	82,2	82,2	82,2	82,2	
Bovinos (CN)	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	52,3	
Consumo de água (m3/ha)	8170	8170	8170	8170	8170	6240	8030	8030	8030	8030	
Valor da produção/receitas (%)	75,5	75,8	76,1	76,6	78,1	76,4	78,6	78,9	79,2	79,4	
Subsídios correntes/receitas (%)	24,5	24,2	23,9	23,4	21,9	23,6	21,4	21,1	20,8	20,6	
Custo da água/receitas (%)	22,1	21,9	21,6	21,2	20,4	17,6	19,6	19,4	19,1	18,9	

Fonte: Resultados do modelo de programação matemática.

A introdução de um perfil produtivo alternativo, baseado em culturas de maior valor acrescentado, permite contrariar as tendências verificadas no cenário anterior de abandono do regadio e de desinvestimento agrícola. Neste cenário a superfície regada e a dotação de água disponível são exploradas praticamente na totalidade. O seu aproveitamento é feito com milho (3,4%), girassol (4,5%), beterraba (2,9%), cebola (2,9%), pessegueiros (1,6%), ameixeiras (1,2%) e uva de mesa (1,9%). Em relação ao cenário anterior, o VAL cresce 20%, o investimento de curto prazo 14% e o investimento de longo prazo praticamente triplica. Há um aumento significativo do valor da produção nas receitas e uma diminuição da importância relativa dos custos com a água, que de alguma forma poderá significar uma procura da água muito inelástica e por conseguinte uma resposta limitada à política de revisão de tarifas, principalmente em termos da eficiência no uso da água.

#### **4.2. Efeitos da política de revisão de tarifas**

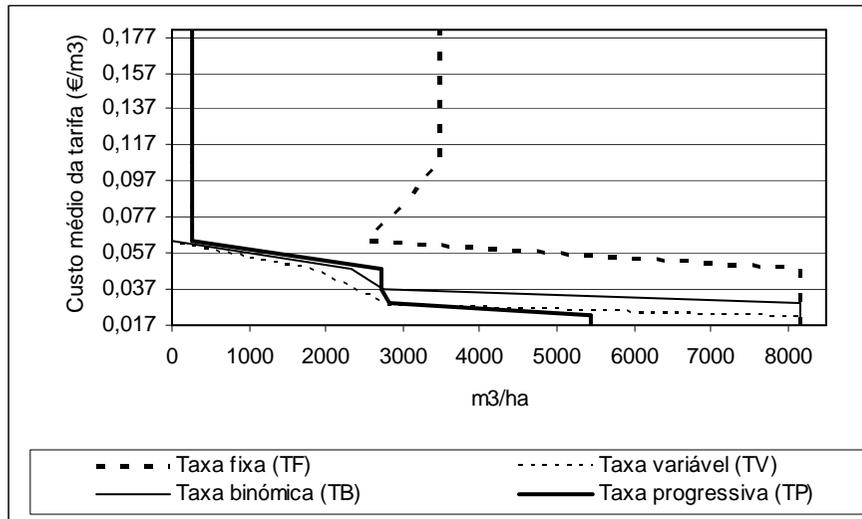
Nos gráficos 1 e 2 apresentam-se as curvas do consumo de água para os 4 tipos de tarifas considerados, no cenário produtivo tradicional e no cenário produtivo alternativo, respectivamente. Do ponto de vista da utilização eficiente do recurso, a tarifa progressiva (TP) é a que permite obter os melhores resultados, dado que se obtêm maiores reduções no consumo de água com níveis inferiores de custo médio da tarifa. Os resultados obtidos com a tarifa variável (TV) e com a tarifa binómica (TB), apesar de serem inferiores aos obtidos com a TP, também induzem significativamente ao uso eficiente da água. Os piores resultados são obtidos com a tarifa fixa (TF).

No cenário produtivo tradicional, para a tarifa inicial (0,017 €/m<sup>3</sup>), o consumo de água é idêntico à dotação disponível (8170 m<sup>3</sup>/ha) nas simulações TF, TV e TB. No caso da TP, o consumo inicial de água é de apenas 5450 m<sup>3</sup>/ha, o que reflecte para o mesmo custo médio da tarifa uma redução no consumo de 33%. Para induzir este nível de consumo seria necessário elevar o custo médio da tarifa nas três simulações anteriores acima de 0,049 €/m<sup>3</sup>, de 0,022 €/m<sup>3</sup> e de 0,029 €/m<sup>3</sup>, respectivamente. A partir destes níveis de custo médio da tarifa, as respectivas curvas da procura da água são elásticas.

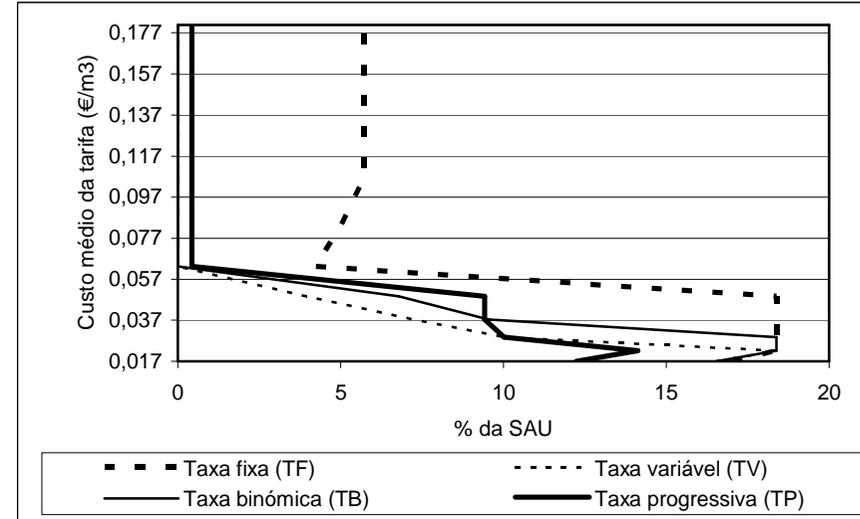
Os resultados das simulações para o cenário produtivo alternativo traduzem curvas da procura da água mais inelásticas do que as obtidas para o cenário produtivo tradicional. Para a tarifa inicial, o consumo de água é igual à dotação disponível em todas as simulações. Obtêm-se reduções significativas no consumo com as simulações TV, TB e TP, mas apenas quando o custo médio da tarifa é de 0,063 €/m<sup>3</sup>, ou seja, quando as curvas da procura deixam de ser inelásticas. Essas reduções no consumo de água representam poupanças superiores a 60%, aproximando-se mesmo dos 70% no caso da TP. Para o caso da TF, o aumento da tarifa não tem qualquer impacto sobre o consumo, confirmando-se a inadequação deste tipo de tarifa quando o objectivo é promover o uso eficiente da água de rega e especialmente quando aplicada a sistemas produtivos que integram culturas de valor acrescentado.

Nos gráficos 3 e 4 apresentam-se os resultados das simulações relativas à área regada para os cenários do perfil produtivo actual e do perfil produtivo alternativo, respectivamente. Os melhores resultados são obtidos com a TF, que não tem influência directa no consumo de água. Nos restantes casos verifica-se uma relação directa entre a diminuição do consumo e da superfície regada. Das tarifas simuladas, a TP é que mais penaliza o aproveitamento do regadio.

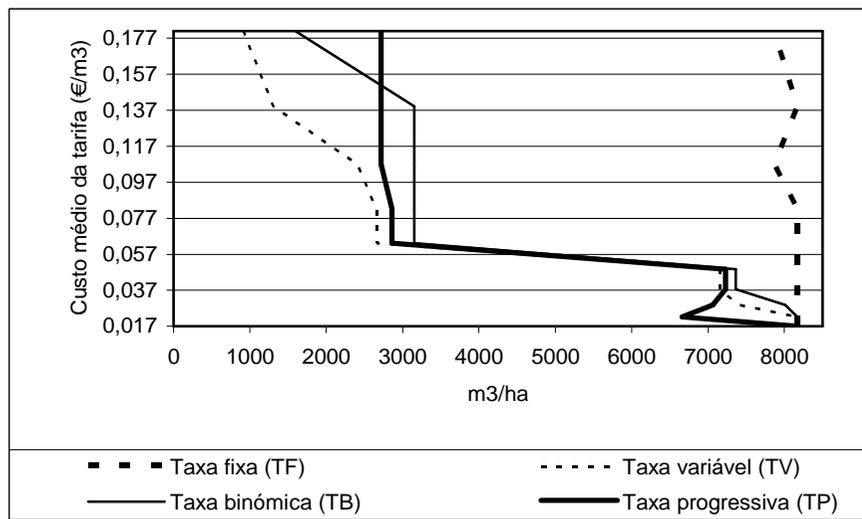
**Gráfico 1 – Consumo de água no cenário produtivo tradicional**



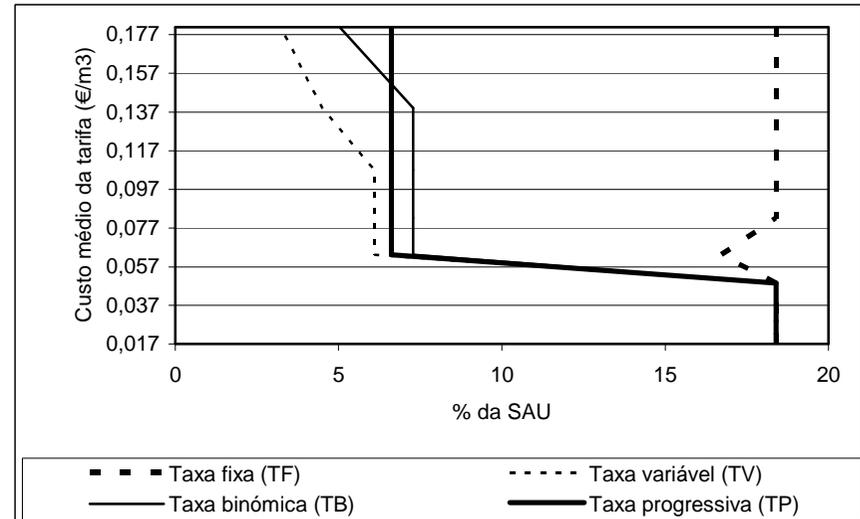
**Gráfico 3 – Superfície regada no cenário produtivo tradicional**



**Gráfico 2 – Consumo de água no cenário produtivo alternativo**



**Gráfico 4 – Superfície regada no cenário produtivo alternativo**



Fonte: Resultados do modelo de programação matemática.

Fonte: Resultados do modelo de programação matemática.

Para o cenário produtivo tradicional, no início a taxa de utilização do regadio nas simulações TF, TV e TB aproxima-se do limite máximo da superfície irrigável (18,4% da SAU). Com a TP é apenas pouco mais de 10%. Nas três simulações de tarifas em função do consumo, a taxa de utilização do regadio baixa para 50% quando o custo médio da tarifa atinge os 0,037 €/m<sup>3</sup> e é praticamente zero para valores acima de 0,063 €/m<sup>3</sup>. No caso da TF, apesar dos efeitos do aumento da tarifa serem menores do que nas restantes simulações, para um custo médio da tarifa de 0,063 €/m<sup>3</sup> a taxa de utilização do regadio é apenas 3%.

No cenário produtivo alternativo, há também uma relação directa entre a diminuição do consumo e da superfície regada. Nas simulações TV, TB e TP a superfície regada é aproveitada na totalidade para níveis de custo médio da tarifa até 0,049 €/m<sup>3</sup>. A partir desse nível a taxa de utilização do regadio baixa dos 18,4% iniciais para ligeiramente menos da metade. No caso da TF, a taxa de utilização do regadio assume sempre o seu valor máximo.

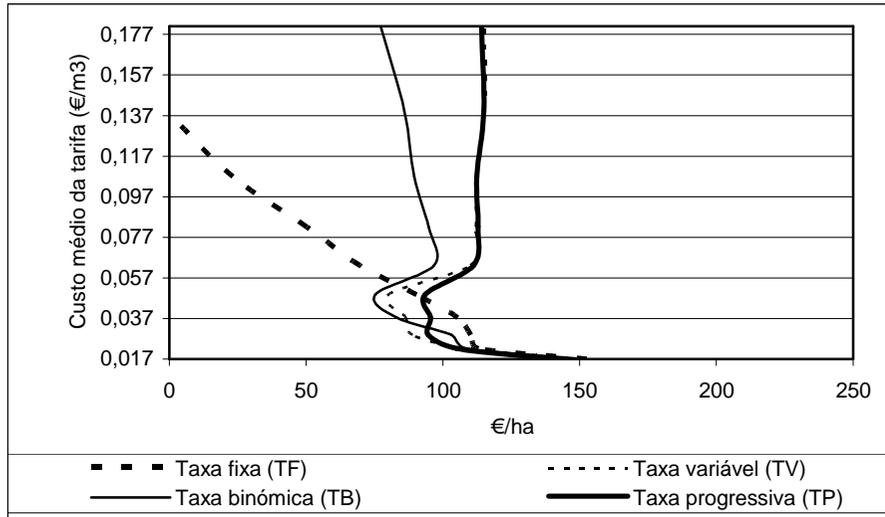
Uma política de revisão de tarifas resulta sempre num aumento dos custos com a água do lado do produtor agrícola e por conseguinte numa diminuição dos seus rendimentos. A magnitude dessa diminuição depende principalmente da elasticidade da procura da água, das estratégias de redução de consumo que os agricultores adoptam para fazer face ao aumento dos custos com a água e no caso das tarifas em função do consumo também da dotação inicial. As maiores perdas de rendimento ocorrem nos segmentos mais inelásticos da curva da procura da água, dado que o aumento percentual do custo médio da tarifa de água é superior à diminuição percentual do seu consumo. Por exemplo, nos segmentos iniciais muito inelásticos da procura da água, em que os agricultores não adoptam estratégias de redução do consumo, o rendimento diminui em função do nível da dotação de água inicial.

No cenário relativo ao perfil produtivo tradicional, um aumento inicial do custo médio da tarifa de 30% leva em todas as simulações a uma perda de rendimento quase da mesma amplitude. A comparação dos vários tipos de tarifas simulados, mostra que para um custo médio da tarifa inferior a 0,063 €/m<sup>3</sup> a TF e a TP são as que menos penalizam o rendimento, sendo a TV e a TB as mais prejudiciais. Para níveis superiores de tarifificação, a TF é a que provoca as maiores perdas de rendimento (Gráfico 5).

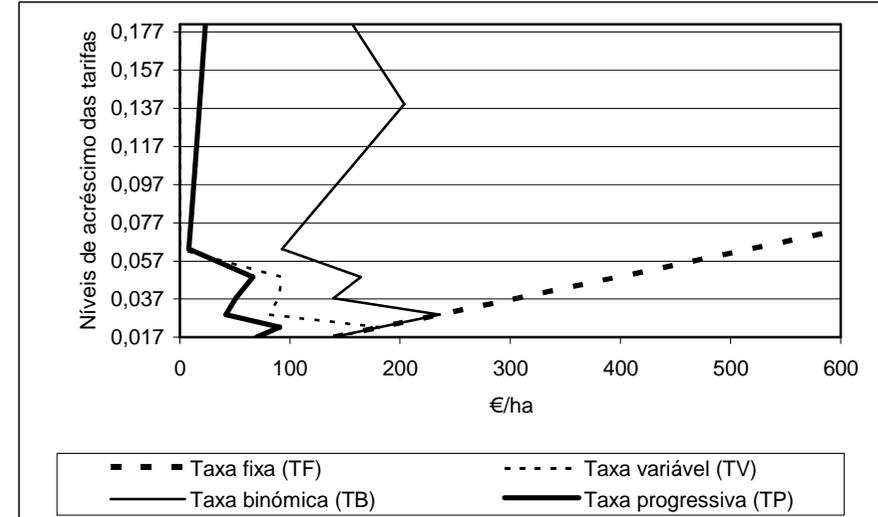
No cenário produtivo alternativo, o efeito da política de revisão de tarifas no rendimento é menor do que no cenário produtivo tradicional, dado que o peso dos custos com água nas receitas é manifestamente inferior. Por exemplo, um aumento inicial nas tarifas de água de 30% provoca apenas reduções marginais no rendimento nas simulações TV, TB e TG e de 15% na TF. Para um custo médio da tarifa inferior a 0,037 €/m<sup>3</sup>, a TF é a que provoca as perdas de rendimento mais elevadas. Acima desse valor médio, a amplitude das perdas de rendimento é superior com a TV e com a TB (gráfico 6).

O equilíbrio orçamental da oferta de água depende da capacidade de recuperar os custos com a água. Do ponto de vista do produtor agrícola uma maior recuperação dos custos com a água, traduz-se no aumento dos seus custos de produção. Nos segmentos rígidos da curva da procura, a recuperação dos custos com a água é proporcional às perdas de rendimento e depende do nível da dotação inicial de água. Nos segmentos elásticos da curva da procura da água, a recuperação dos custos com a água é inferior e quanto mais nos afastarmos da elasticidade unitária, mas longe estamos do equilíbrio orçamental da oferta.

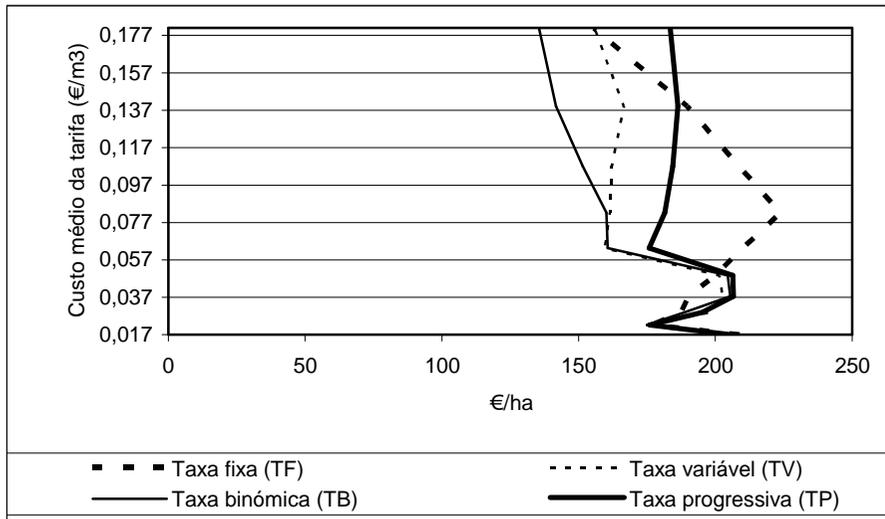
**Gráfico 5 – Rendimento agrícola no cenário produtivo tradicional**



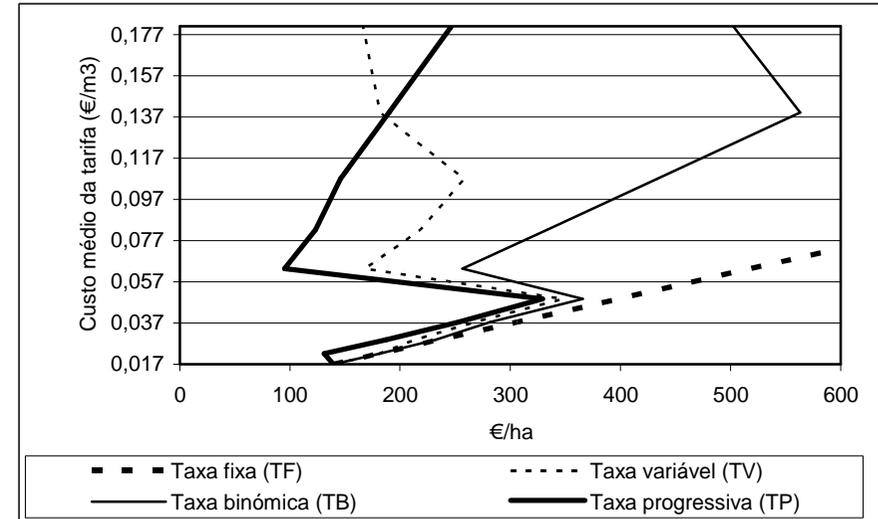
**Gráfico 7 – Recup. dos custos com a água no cenário produtivo tradicional**



**Gráfico 6 – Rendimento agrícola no cenário produtivo alternativo**



**Gráfico 8 – Recup. dos custos com a água no cenário produtivo alternativo**



Fonte: Resultados do modelo de programação matemática.

Fonte: Resultados do modelo de programação matemática.

Nos gráficos 7 e 8 apresentam-se os resultados das simulações relativas à recuperação dos custos com a água no cenário produtivo tradicional e no cenário produtivo alternativo, respectivamente. A TF é a que permite obter os melhores resultados, aumentando progressivamente a recuperação dos custos com a água com o incremento do nível da tarifa. A seguir surge a TB, sendo a TV e a TP as que menos contribuem para o equilíbrio orçamental na oferta.

No cenário produtivo tradicional a recuperação dos custos com a água para a tarifa inicial é de 139 €/ha nas simulações TF, TV e TB e apenas de 70 €/ha na TP. Um aumento do custo médio da tarifa de 0,017 €/m<sup>3</sup> para 0,022 €/m<sup>3</sup> permite subir a recuperação dos custos com a água para 182 €/ha nas três primeiras simulações e para 91 €/ha na TP. A partir desse nível de custo médio da tarifa, a recuperação dos custos com a água desce significativamente nos casos da TV e da TP e mantém-se relativamente estável no caso da TB.

No cenário produtivo alternativo como a procura da água é mais inelástica, a recuperação dos custos melhora significativamente para todos os tipos de tarifa, com excepção da TF, dado que sua base de tarifação não tem qualquer relação com o consumo de água. Nas simulações TV, TB e TP a recuperação dos custos com a água sobe dos 139 €/ha iniciais até cerca de 350 €/ha, quando o custo médio da tarifa atinge 0,049 €/m<sup>3</sup>. A partir deste valor de custo médio da tarifa, a recuperação dos custos com água diminui significativamente na TV e na TP e, tal como no cenário produtivo tradicional, mantém-se relativamente estável no caso da TB.

Noéme et al. (2004), estimaram para o perímetro de rega de Odivelas, após as obras de reabilitação, um custo médio na oferta em relação à área beneficiada de 479 €/ha, dos quais 157 €/ha dizem respeito aos custos de curto prazo com a exploração e conservação da obra e 322 €/ha são relativos aos custos anualizados do investimento público. Estes níveis de custo são recuperados na totalidade apenas com a adopção da TF e para um custo médio da tarifa próximo de 0,063 €/m<sup>3</sup>. No entanto, em qualquer das tarifas simuladas é possível recuperar os custos de exploração e de conservação com um custo médio da tarifa de 0,022 €/m<sup>3</sup>. No cenário produtivo alternativo, a recuperação dos custos que se obtém quando o custo médio da tarifa nas simulações TV, TB e TP é de 0,049 €/m<sup>3</sup> (350 €/ha), permite cobrir para além dos custos de exploração e conservação, cerca de 60% dos custos do investimento público nas infra-estruturas.

No quadro seguinte apresentam-se os valores por hectare do VAL e do investimento agrícola no curto e no longo prazo. A análise destes indicadores permite aferir o efeito das tarifas simuladas no nível de consumo do produtor e no desenvolvimento agrícola. Em termos do consumo do produtor os melhores resultados obtém-se com as simulações TP e TV. Contrariamente os níveis mais elevados de investimento agrícola ocorrem na TF e na TV.

No cenário produtivo tradicional o VAL nas simulações TV, TB e TP é superior a 1000 €/ha, sendo os valores do investimento no curto prazo de 1112 a 1431 €/ha e de longo prazo superiores a 300 €/ha. No caso da TF esses valores são, respectivamente, 661 €/ha, 770 €/ha e 3287 €/ha. Com a adopção do perfil produtivo alternativo esses valores aumentam substancialmente. O VAL quase que triplica no caso da TF e sobe 50% nas simulações TV, TB e TP. No que diz respeito ao investimento agrícola, os acréscimos são, respectivamente, de 11%, 79%, 72% e 47%. Os valores inferiores do VAL registados no caso da TF devem-se ao facto dos produtores não poderem adoptar estratégias de minimização dos custos com a água, sendo sempre obrigados a suportar o custo da tarifa independentemente do valor da água.

**Quadro 2. Indicadores de desenvolvimento agrícola**

	Tarifa fixa (TF)	Tarifa variável (TV)	Tarifa binómica (TB)	Tarifa progressiva (TP)
<b>Cenário: Perfil produtivo tradicional<sup>3</sup></b>				
Valor actualizado líquido (VAL)	661	1142	1041	1153
Investimento de longo prazo	770	304	304	329
Investimento de curto prazo	3287	1112	1431	1431
<b>Cenário: Perfil produtivo alternativo e PAC 2003</b>				
Valor actualizado líquido (VAL)	1737	1705	1639	1798
Investimento de longo prazo	1435	708	789	740
Investimento de curto prazo	3078	1833	2197	1844

Fonte: Resultados do modelo de programação matemática.

## 5. Conclusões

Neste artigo avalia-se a adopção de uma política de revisão de tarifas da água no regadio, em termos dos seus efeitos nos níveis de consumo de água, no aproveitamento das áreas beneficiadas com regadio, no rendimento do produtor agrícola, na recuperação dos custos com a água e no desenvolvimento agrícola. O estudo foi aplicado a uma exploração agrícola representativa da estrutura agrícola empresarial do perímetro de rega de Odivelas, situado no Sul de Portugal na Região Alentejo.

A metodologia utilizada baseia-se na elaboração de um modelo de programação matemática multiperíodo. Este modelo determina a combinação óptima das actividades de produção agrícola, em função do consumo do produtor e da sua distribuição, tendo em conta a probabilidade de ocorrência da dotação bruta de água. O modelo prevê as estratégias do produtor face a uma eventual alteração da tarifa de água, nomeadamente, a substituição entre culturas de regadio, a substituição de culturas de regadio por culturas de sequeiro e o abandono da actividade.

Na avaliação da política de revisão de tarifas foram analisadas: a tarifa fixa por área beneficiada, a tarifa proporcional ou volumétrica por metro cúbico de água consumida, a tarifa binómica; e a tarifa progressiva. Partindo do nível da tarifa actual, consideram-se vários níveis de tarifa, sendo as simulações efectuadas para o cenário da Política Agrícola Comum de 2003, considerando o perfil produtivo tradicional e um perfil produtivo alternativo, que introduz culturas de valor acrescentado.

Do ponto de vista da utilização eficiente da água no uso agrícola, a tarifa progressiva é a que permite os melhores resultados, dado que se obtêm maiores reduções no consumo de água com níveis inferiores de custo médio da tarifa. A tarifa volumétrica e a tarifa binómica também induzem significativamente ao uso eficiente da água. A diminuição do consumo e por conseguinte a poupança de água só ocorre nos segmentos elásticos das curvas da procura, o que acontece quando o custo médio da tarifa é de 0,029 €/m<sup>3</sup> nos casos da tarifa progressiva e da tarifa variável e de 0,037 €/m<sup>3</sup> no caso da tarifa binómica. Quando se introduz no perfil produtivo actividades agrícolas alternativas de valor acrescentado, essas diminuições do consumo só ocorrerem quando o custo médio da tarifa é superior a 0,063 €/m<sup>3</sup>.

Para níveis inferiores de custo médio da tarifa, a diminuição do consumo de água tem um impacto directo na diminuição da área beneficiada. A tarifa fixa como não tem relação com o consumo de água, mas antes com a área beneficiada, é a que proporciona os melhores resultados do ponto de vista do aproveitamento do regadio.

A política de revisão de tarifas resulta sempre numa diminuição dos rendimentos agrícolas. As maiores perdas de rendimento ocorrem nos segmentos mais inelásticos das curvas da procura da água, dado que o aumento percentual do custo médio da tarifa de água é superior à diminuição percentual do consumo. Nestes segmentos a tarifa fixa e a tarifa progressiva são que menos penalizam o rendimento. No entanto, para níveis elevados de tarifação, em que o consumo de água já é bastante inferior à dotação inicial, a tarifa fixa é que provoca as perdas de rendimento de maior amplitude.

O equilíbrio orçamental da oferta de água depende da capacidade de recuperar os custos com a água, sendo essa capacidade mais elevada nos segmentos rígidos das curvas da procura da água. Deste ponto de vista, a tarifa fixa é a preferível, dado que as receitas não estão dependentes da diminuição do consumo de água. Nos casos da tarifa volumétrica, da tarifa binómica e da tarifa progressiva é possível cobrir os custos de exploração e conservação aumentando o custo médio da tarifa para 0,022 €/m<sup>3</sup>. Com a introdução de culturas de valor acrescentado, ao custo médio da tarifa de 0,049 €/m<sup>3</sup>, recuperam-se os custos de exploração e de conservação e cerca de 60% dos custos do investimento público nas infra-estruturas. A partir desses níveis de custo médio da tarifa, a recuperação dos custos com a água desce significativamente, no caso da tarifa volumétrica e da tarifa progressiva e mantém-se relativamente estável no caso da tarifa binómica.

No que diz respeito aos indicadores de desenvolvimento agrícola, a tarifa progressiva e a tarifa volumétrica proporcionam melhores resultados em termos do consumo do produtor agrícola, enquanto que a tarifa fixa e a tarifa binómica privilegiam o investimento.

Pode então concluir-se que a política de revisão de tarifas no perímetro de rega de Odivelas deverá privilegiar a adopção de uma tarifa binómica, dado que este tipo de tarifa permite simultaneamente induzir o uso eficiente da água na agricultura e o equilíbrio orçamental da oferta de água. Tendo em conta o objecto do uso sustentável da água, esta tarifa é também a que menos penaliza a competitividade e por conseguinte o desenvolvimento agrícola, nomeadamente em termos do consumo do produtor e do investimento de curto e de longo prazo. O nível a fixar para a tarifa nunca deverá situar-se, em termos do custo médio da tarifa, entre 0,037 e 0,049 €/m<sup>3</sup>. Estes valores correspondem a um valor da componente fixa entre 54,9 e 71,4 €/ha e a um valor da componente variável de 0,031 a 0,040 €/m<sup>3</sup>. É de referir que estes valores são relativamente inferiores aos propostos para o novo regadio de Alqueva com uma tarifa volumétrica (0,063 a 0,09 €/m<sup>3</sup>). No entanto, é necessária alguma prudência na sua comparação, dado que o regadio de Alqueva oferece uma eficiência de distribuição da água bastante superior à que verifica actualmente em Odivelas.

## Referências

BARDE, J.P. (1993): Quel instrument choisir face à un problème d'environnement ?. Actes du Colloque *INSEE Méthodes*, Paris, 15 et 16 de février, pp. 215-233

BARR, N (1992): Economic theory and the welfare state: a survey and interpretation. *Jornal of Economic Literature*, 30 (2), pp. 671-764.

BLANCO (1996): *Analyse des impacts socio-économiques et des effets sur l'environnement des politiques agricoles: modélisation de l'utilisation des ressources en eau dans la région espagnole de Castille-León*. CIHEAM-IAMM, Collection de Thèses et Masters IAMM, n.º 32, Montpellier.

BOS, M.G. ; et NUGTEREN, J. (1990): *On irrigation efficiencies*. International Institut for Land Reclamation and Improvement, 4ª edição, Wagnigen.

BOWEN, R.L.; et YOUNG, R.A. (1996): Appraising alternatives for allocation and cost recovery for irrigation water in Egypt. *Agricultural Economics*, 1, pp. 35-52

CUMMINGS, R.; et NESCISSANTZ, V. (1992): The use of water pricing as means for exchanging water use efficiency in irrigation : case studies in Mexico and United States, *Natural Resources Journal*, 32 (4), pp.731-755.

DECRETO LEI nº 47/94 de 22 de Fevereiro.

DECRETO LEI nº 269/82 de 10 de Julho.

DIRECTIVA 2000/60/EC (2000) : *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy*. Official Journal of European Communities 22.12.2000, L327 pp. 1-72.

FERRERO (1994)

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 de 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, Évora.

FRAGOSO, R.M.S. et MARQUES, C.A.F. (2005): A Competitividade do Regadio em Portugal no Contexto da Nova Política Agrícola Comum: O caso de uma exploração agrícola no Alentejo. *XLII Congresso SOBER*.

GODINHO, L. (1997): *The Impact of 1992 CAP Reform on Soil Erosion in the Alentejo Region of Portugal*. Wye College, University of London, Ph.D. Dissertation, London.

HENRIQUES, P.D.S. (1995): *Technical Efficiency and Changes in Alentejan Farming Systems*. The University of Reading, PhD. Dissertation, Reading.

HENRIQUES, P.; BRANCO, M; FRAGOSO, R.; et CARVALHO, M.L.S. (2006): Direito ao acesso à água - Princípios económicos para a sua aplicação na agricultura. In: *Obra de homenagem a José Sena*.

INSTITUTO NACIONAL DA ÁGUA (2004): *Economia da Água do Plano Nacional da Água*. Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente.

MAMVA (Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole) du Maroc (1996): *Tarifification de l'eau d'irrigation au Maroc. Identification des principes et des structures de tarifification. Phase II*. Administration du Génie Rural, Maroc, juin.

MONNIER, L (1983): La tarification de l'électricité en France. *Economica*, Paris.

MONTGINOUL, M. (1997): *Une approche économique de la gestion de l'eau d'irrigation: des instruments, de l'information et des acteurs*. These Doctorat, Université de Montpellier I, Montpellier, France.

NOÉME, C.; FRAGOSO, R. et COELHO, L. (2004): *Avaliação económica da utilização da água em Portugal - Determinação do preço da água para fins agrícolas: Aplicação nos*

*Aproveitamentos Hidro-Agrícolas de Odivelas, da Vigia e do Sotavento Algarvio*, estudo realizado para o Ministério da Agricultura e do Desenvolvimento Rural, IDRHa.

OCDE (1987): *Tarification des services relatifs à l'eau*. Paris.

PEARCE, D.W. (1986): *The dictionary of modern economics*. EL-BS, Macmillan, 3ª Edição, Reino Unido.

RANDALL, A. (1981): Property Entitlements and Pricing Policies for a Maturing Water Economie. *The Australian Journal of Agricultural Economics* 25, pp. 195-220.

ROGERS, P.; BHATIA, R.; et HUBER, A. (1996): Water as a social and economic good: how to put into practice. *Draff Paper*, November.

SUMPSI, J.M.; GARRIDO, A.; BLANCO, M.; VARELA ORTEGA, C.; et IGLESIAS, E. (1998): *Economía et política de gestión del agua en la agricultura*. (Eds. Mundi-Prensa), Secretaría General Técnica de Desarrollo Rural y Conservación de Naturaleza, MAPA, Madrid.

TSUR; Y. et DINAR, A. (1995): Efficiency and equity considerations in pricing and allocating irrigation water. World Bank, *Policy Research Working Paper* 1460, 40 p, May.

WINPENNY, J. (1994): *Managing water as an economic resource*. Routledge, ODI (Overseas Development Institut), London, United Kingdom.