

**CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DE OPÇÕES E ESTRATÉGIAS DE GESTÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE UM MODELO DE APOIO À DECISÃO:
O CASO DE ESTUDO DA MARGEM ESQUERDA DO RIO GUADIANA**
**Contribution for the Analysis of Water Management Options and Strategies
Through the Implementation of a Decision Support Tool:
the Left Margin of the Guadiana River Basin Case Study**

DIOGO COSTA (1) e RODRIGO MAIA (2)

⁽¹⁾ Bolseiro de Investigação, FEUP,
Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal, diogoc@fe.up.pt

⁽²⁾ Professor Associado, FEUP,
Rua Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, Portugal, rmaia@fe.up.pt

Resumo

Partilhada por Portugal e Espanha, a Bacia do Rio Guadiana é uma das regiões da Península Ibérica com mais problemas em termos de disponibilidades e utilizações dos recursos hídricos, como resultado de condições meteorológicas e climáticas adversas, frequentemente agravadas por inadequadas práticas, nomeadamente na agricultura, quer de sequeiro quer de regadio. A política da água na região tem sido particularmente orientada para o sector agrícola através da construção de novas infra-estruturas, estando previsto o desenvolvimento de mais 110.000 ha de áreas regadas, das quais 30.000 ha, correspondentes ao perímetro de rega do Ardila, inserido na região do caso de estudo apresentado (que abarca os concelhos de Serpa, Moura e Mértola, estes últimos apenas parcialmente). Este desenvolvimento está a conduzir a região para um novo e complexo paradigma agrícola, envolvendo modificações no uso dos solos, das práticas agrícolas, das necessidades de água, da alocação dos recursos hídricos e da política de preços da água. O trabalho desenvolvido procurou, nesse contexto, e com recurso a um modelo de apoio à decisão, conduzir à definição de estratégias de gestão adequadas dos recursos hídricos integrando aspectos de natureza hidrológica e social. Para o efeito, foram modelados, numa primeira fase e fundamentalmente do ponto de vista quantitativo, os recursos hídricos existentes assim como a utilização dos mesmos, nomeadamente pelos sectores agrícola e doméstico. Posteriormente, com base em cenários de desenvolvimento regional, analisaram-se os efeitos da implementação de diferentes opções de gestão dos recursos hídricos (medidas/acções específicas). Por fim, com base nos resultados obtidos foram seleccionadas as opções com melhor desempenho, direccionadas quer para o sector doméstico quer para o sector agrícola, e definiram-se estratégias (conjugando faseadamente diferentes opções ao longo do período de tempo de análise). O trabalho foi desenvolvido no âmbito do projecto Europeu AquaStress que, através do estudo dos vários aspectos relacionados com a gestão dos recursos hídricos, procurou contribuir para um desenvolvimento mais sustentável da região.

Palavras-chave: Recursos hídricos, gestão integrada, sistema de apoio à decisão, estratégias, opções.

Abstract

Shared by Portugal and Spain, Guadiana Basin is one of the regions of the Iberian Peninsula with major water resources problems in terms of availability and uses, as a result of meteorological and climatic adverse conditions, frequently aggravated by inadequate irrigation and rain fed agriculture practices. The water policy in the region is much oriented to agriculture and is being developed and promoted by the construction of several infrastructures, correspondent to foreseen new 110.000 ha of irrigated areas, of which 30.000 ha are due to the new Ardila irrigation perimeter, located in the case study region (embracing the municipalities of Serpa, Moura and Mértola, these last only partially). The regional development is leading to a real agricultural new and complex paradigm, involving changing in landscape/land uses, agriculture practices, water demands, water resources allocation, and water pricing policies. Under this regional context, the research work developed aimed at the analysis and definition of water management strategies, taking into consideration hydrological and social aspects. As a result, the existing water resources and end-uses were modeled, taking into consideration mainly water quantity aspects. Further, regional development scenarios were defined and used for the analysis of water management options. Finally, after the options with higher performances were identified, water management strategies (plans integrating the implementation of different options during a period of time) were defined integrating options focused on domestic and agricultural sectors. This research work was undertaken under the AquaStress European project that aimed at contributing to a more sustainable development of the study region through the in-depth study of different water resources management related issues.

Keywords: Water resources, integrated management, decision support system, strategies, options.

1. Enquadramento Geral

1.1. Introdução

A região do Alentejo é reconhecida não só como possuindo baixos índices de precipitação mas também, historicamente, pelas reduzidas capacidades de armazenamento dos recursos hídricos e quase inexistentes reservas estratégicas. A escassez de água conduziu, naturalmente, a que uma das principais actividades económicas da região, a agricultura, se desenvolvesse adoptando as formas e práticas correspondentes mais adequadas (i.e., à agricultura de sequeiro e à criação de gado).

Entretanto, as políticas de desenvolvimento adoptadas para a região têm vindo, na realidade, a concentrar-se sobretudo no sector agrícola. Neste sentido, e tendo também em especial atenção a necessidade de criar reservas estratégicas de água, começou já na década de 50 a ser delineado o empreendimento de fins múltiplos do Alqueva, tendo sido iniciada a construção em 1976 (depois suspensa até 1995), estando neste momento construída a barragem do Alqueva propriamente dita (e também a do Pedrógão) e já em funcionamento algumas das infra-estruturas associadas.

Tendo este projecto sido efectivamente direccionado principalmente para a agricultura de regadio (e, actualmente, também para a produção de energia eléctrica), a sua construção marcou o início de um novo paradigma de desenvolvimento da região, até então, como referido, caracterizada por uma agricultura maioritariamente de sequeiro.

1.2. A importância da gestão dos recursos hídricos e a potencial contribuição de ferramentas de apoio à decisão

A gestão dos recursos hídricos tem vindo a assumir grande importância na Europa, nomeadamente por força da Directiva Quadro da Água, aprovada em 2000, e que estabelece um novo paradigma na gestão e utilização dos recursos hídricos na União Europeia. Tendo como principal objectivo a promoção de uma gestão sustentável e integrada de todos os “tipos” de água, essa directiva propõe, nomeadamente que, para tal, entrem em linha de conta aspectos económicos, bem como factores sociais.

Os modelos de suporte à decisão poderão ser uma importante ferramenta no apoio à implementação das correspondentes medidas. De facto, ao permitirem integrar a análise dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos existentes, as diferentes necessidades hídricas alocadas aos vários sectores utilizadores de águas e ter em consideração também outros aspectos de carácter social e económico, apresentam-se como uma importante e útil ferramenta de apoio à identificação de problemas e ao estudo de estratégias de gestão daqueles recursos.

1.3. O modelo WSM-DSS: Capacidades e potencialidades

Desenvolvido no âmbito do projecto Europeu WaterStrategyMan (5.º Programa Quadro da UE), WSM (2004), o modelo WSM-DSS foi aplicado, durante a sua fase de desenvolvimento, a seis casos de estudo, entre os quais o português, correspondente à região do Algarve.

A ferramenta permite modelar o comportamento dos diferentes recursos hídricos assim como a evolução da procura dos diferentes sectores utilizadores. O modelo funciona com base na formulação de cenários de desenvolvimento, integrando componentes hidro-meteorológicos e de desenvolvimento social (condicionando os primeiros a oferta e os segundos a procura). Assim, com base em cenários de desenvolvimento futuro, é possível analisar o impacto da implementação de opções e estratégias (planos para aplicação faseada de diferentes opções ao longo de um determinado período de tempo) de gestão dos recursos hídricos sobre estes. As diferentes opções e estratégias podem ser avaliadas e comparadas através de indicadores de eficiência (cujos limites deverão traduzir objectivos regionais de exploração e garantia de uso dos recursos hídricos), de que são exemplo de uso mais corrente os seguintes: o *DDC* (domestic demand coverage), expressando a cobertura nas necessidades hídricas do sector doméstico; o *IDC* (irrigation demand coverage), expressando a cobertura das necessidades de rega do sector agrícola; e, um indicador ambiental, o *GWI* (groundwater exploitation index, índice de exploração da água subterrânea), traduzindo a relação entre a água captada e a recarga, indicador com que se pretende analisar o nível de sustentabilidade do uso destes recursos hídricos.

2. Enquadramento do Trabalho e Caracterização da Região em Estudo

O trabalho apresentado foi desenvolvido no âmbito do projecto Europeu AquaStress (6.º Programa-Quadro), desenvolvido com base em oito casos de estudo, entre os quais um Português, sobre a região da bacia do rio Guadiana.

De acordo com a metodologia desse projecto, pôde assim beneficiar (i) de um contacto permanente com entidades internacionais especializadas em diferentes temas (técnicos, operacionais, económicos e sociais) relacionados com o uso e gestão dos recursos hídricos e (ii) também de um contacto privilegiado com entidades locais utilizadoras de água e/ou com poder de decisão no mesmo âmbito.

A região do caso de estudo deste trabalho (e do projecto AquaStress, 2007), localiza-se na margem esquerda do Rio Guadiana, mais especificamente nos concelhos de Moura, Serpa e Mértola (Figura 1). Apresentando os menores índices de densidade populacional (17 hab/km²) e de contribuição para o PIB, esta região apresenta o maior índice de desertificação social do país.

Os registos da evolução da população residente evidenciam uma diminuição nos últimos anos (Fig. 2), seguindo uma tendência das últimas décadas, resultado do envelhecimento e migração da população para os grandes centros urbanos, procurando melhores condições de vida, agravadas pelas fracas condições do solo, especialmente na região de Mértola.

Economicamente, o sector terciário é o mais importante; no entanto, uma parte significativa dos trabalhadores deste sector trabalham também no agrícola, como actividade complementar.

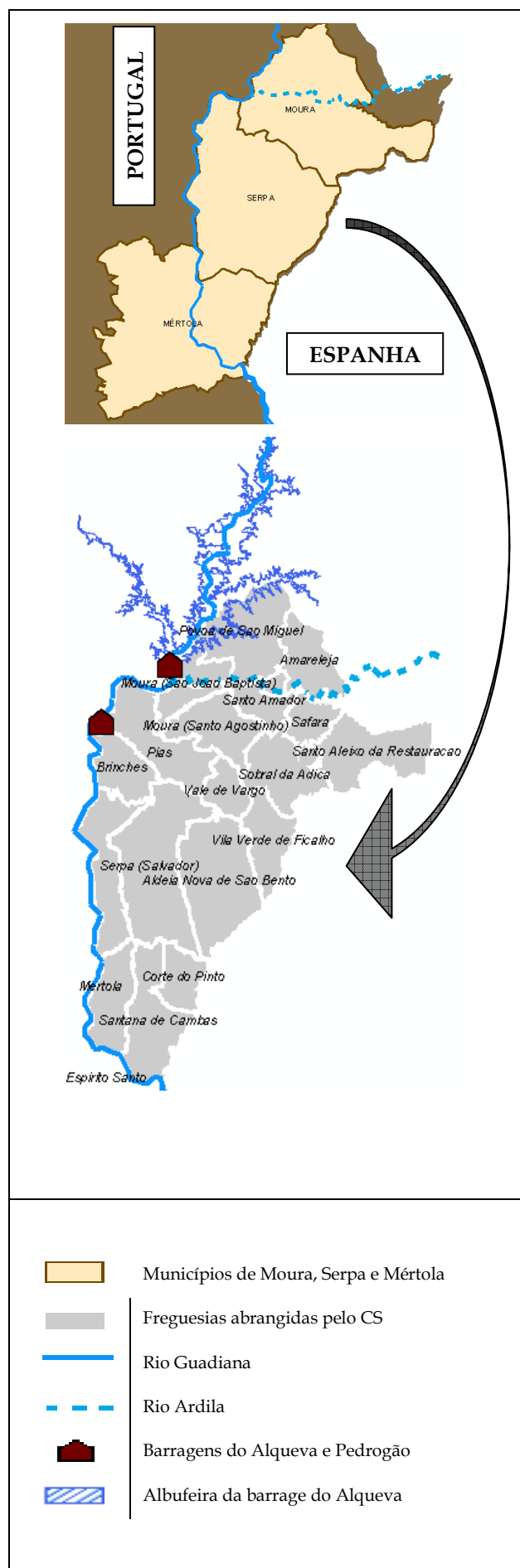


Figura 1. Região do caso de estudo do projecto AquaStress (contexto geral).

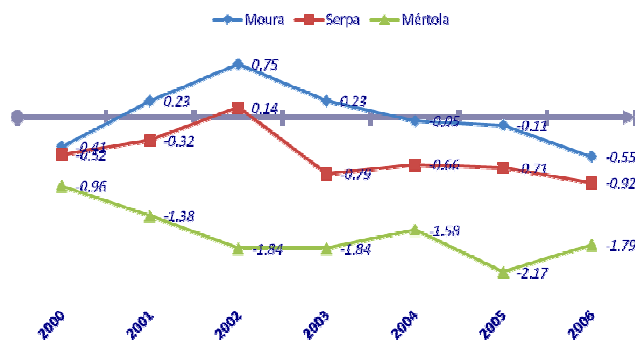


Figura 2. Taxa de crescimento da população residente (%) (2000 - 2006) (informação disponibilizada pelos Municípios).

O sector agrícola entrou num processo de profunda alteração do seu paradigma desde a última década. De facto, apesar da agricultura de sequeiro ser ainda uma prática muito utilizada, o desenvolvimento deste sector tem resultado na intensificação do uso de práticas de regadio (Fig. 3).

Área agrícola regada

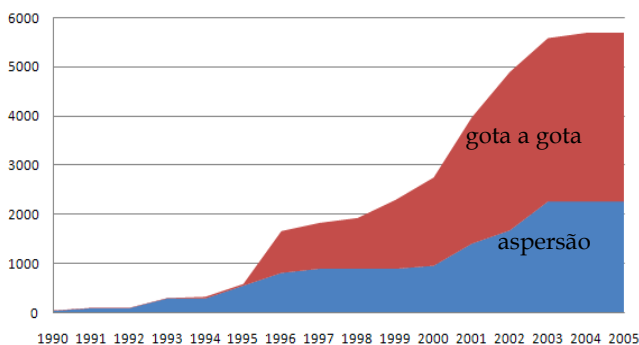


Figura 3. Área agrícola regada nos Municípios de Moura e Serpa (km²) (aspersão e gota a gota) (adaptado de informação disponibilizada pelo COTR - Centro Operativo de Técnicas de Regadio).

A intensificação das práticas de rega na agricultura verificou-se essencialmente a partir de 1995, impulsionado fundamentalmente pela perspectiva do desenvolvimento das infraestruturas de regadio associadas ao empreendimento do Alqueva, nomeadamente, nesta região, o perímetro de rega do Ardila.

O olival aparece nesta região como a principal cultura submetida ao regadio, seguida da vinha e dos cereais de Inverno (COTR, 2005).

Em termos meteorológicos e climáticos, a região apresenta amplitudes anuais bastante acentuadas nos índices da temperatura e precipitação. A região apresenta uma temperatura média anual de 16° e uma precipitação média anual de aproximadamente 500 mm (SNIRH).

Os principais recursos hídricos existentes são os Rios Guadiana, Ardila e Chança e os aquíferos Moura-Ficalho e Gabros-de-Beja (Fig.4).

Os restantes recursos hídricos (i) superficiais são essencialmente sazonais e (ii) os subterrâneos são de fraca produtividade e capacidade de retenção.

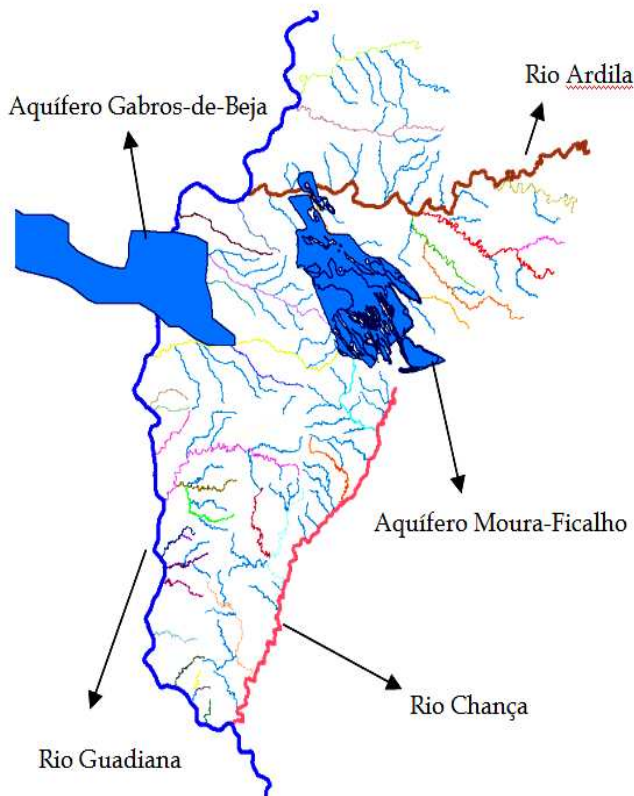


Figura 4. Recursos hídricos superficiais e subterrâneos mais relevantes.

3. Base de Dados e Calibração do Modelo Computacional

3.1. Enquadramento geral

A aplicação da ferramenta de apoio à decisão, WSM-DSS, passa numa primeira fase pela modelação dos diferentes “elementos” que intervêm no balanço hídrico da região, nomeadamente os recursos hídricos e as infra-estruturas e usos correspondentes aos diferentes sectores utilizadores de água.

Relativamente às infra-estruturas de armazenamento e captação existentes na região, foi desenvolvido um levantamento e estudo aprofundado de todas as infra-estruturas de carácter doméstico e agrícola, associadas à captação e transporte, quer de águas subterrâneas (poços e furos), quer de águas superficiais (charcas e barragens).

No que respeita às necessidades hídricas, foram consideradas não só as necessidades da população abastecida pelos sistemas de abastecimento municipais mas também as necessidades associadas à população não ligada à rede de abastecimento doméstico público.

No sector agrícola, foram considerados os consumos correspondentes aos perímetros agrícolas privados inventariados, e também com os relativos aos perímetros de rega públicos ainda em construção, nomeadamente o perímetro de rega do Ardila.

Por outro lado, foram integrados na modelação todos os recursos hídricos relevantes da região, nomeadamente os Rios Ardila e Guadiana, e os aquíferos de elevada ou média produtividade, Moura-Ficalho e Gabros-de-Beja.

Foram também modelados os aquíferos de fraca produtividade, visto que, apesar de apresentarem baixa produtividade e capacidade de armazenamento, cobrem uma significativa área da região de estudo.

A modelação de todos os referidos “elementos” requereu análise profunda e estudo individual dos mesmos, consulta de especialistas, contacto contínuo e reuniões com diversas entidades da região, para além de um processo longo de calibração.

Para a adaptação do modelo às características locais, deverá também salientar-se que foram analisadas e consideradas as necessidades hídricas das diferentes culturas adaptadas à realidade da região (COTR, 2005), nomeadamente, a evolução das necessidades hídricas do olival ao longo do seu crescimento (Fig. 5), através da utilização da ferramenta ISAREG (Teixeira *et al.*, 1992).

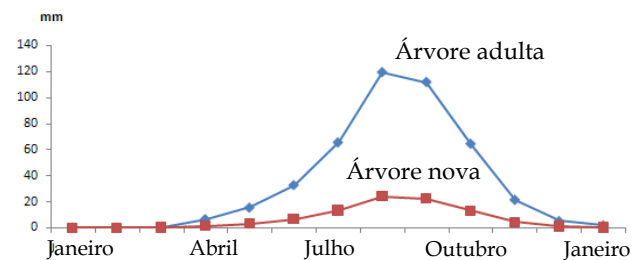


Figura 5. Necessidades hídricas médias do olival.

A especial atenção dada ao olival justifica-se pelo facto de ser a cultura com maior área agrícola coberta na região, ou seja, responsável por uma importante percentagem dos consumos de água.

O sistema público de rega do Ardila, alimentado a montante através de captação na barragem do Pedrógão, foi também modelado, tendo-se entrado em consideração com as diferentes especificidades do sistema hidráulico, barragens, respectivas albufeiras, condutas e blocos de rega (Fig.6).

De acordo com um dos objectivos definidos para esta fase do trabalho, o modelo foi desenvolvido tendo sempre presente a sua utilização futura por entidades da região. Nessa óptica, e entre as várias potencialidades da base de dados desenvolvida, deverá salientar-se a sua flexibilidade em termos de opções de simulação e o facto de possibilitar levar a cabo análises não só a nível global (regional) mas também a nível específico (local) de todos os recursos hídricos, infra-estruturas e sectores utilizadores.

3.2. Análise regional prospectiva de desenvolvimento da região

O esquema geral de funcionamento do modelo baseia-se na formulação de cenários, integrando uma componente hidrológica (condicionante da oferta) e uma de desenvolvimento social (evolução da procura de água).

Nesta fase do trabalho pretendeu-se enquadrar e comparar cenários que traduzissem e pudessem definir casos de referência que servissem como base de comparação para as estratégias (conjunto faseado de medidas) a ensaiar.

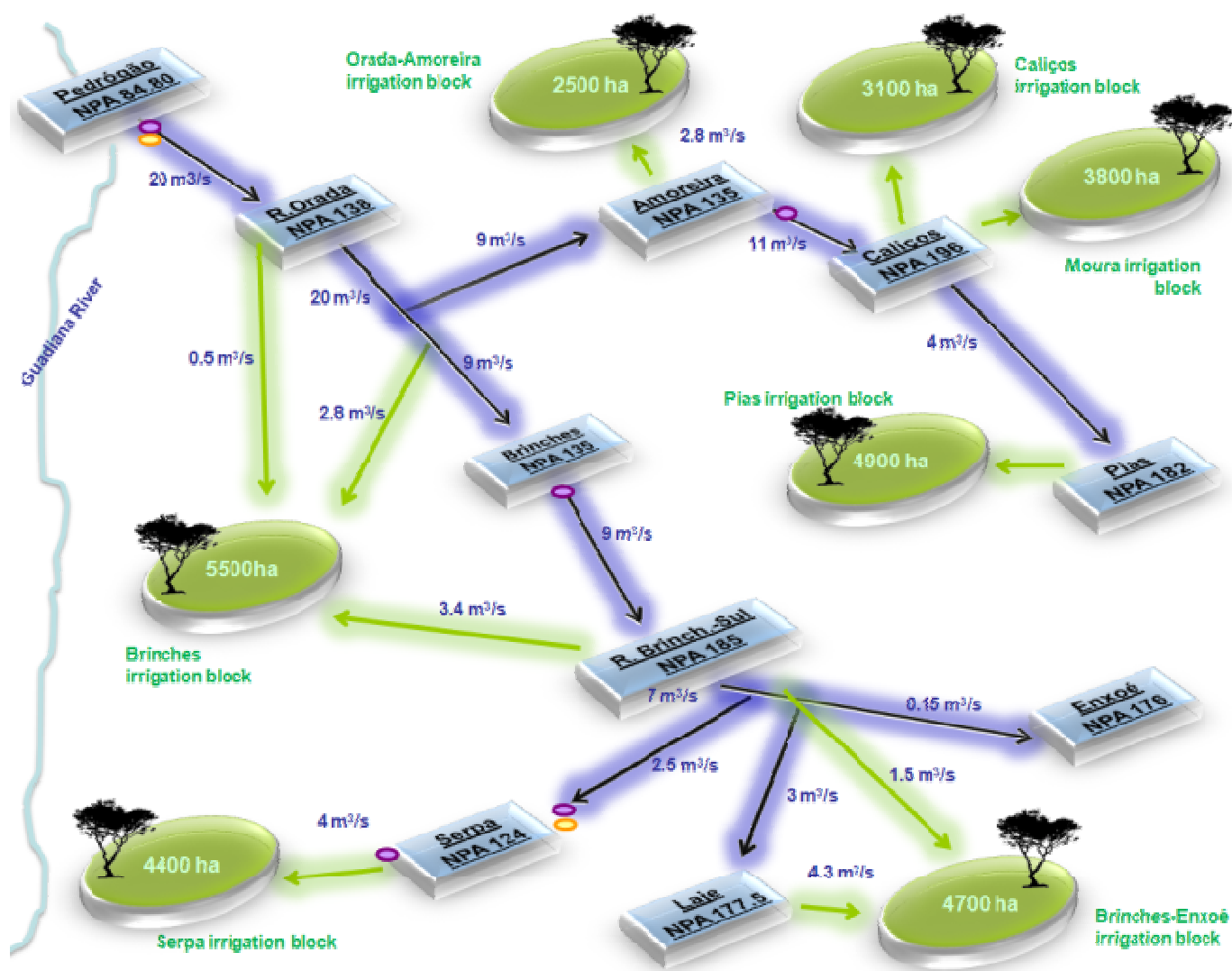


Figura 6. Circuito hidráulico do subsistema de rega do Ardila.

Para tal, definido o período de análise (os próximos 25 anos), considerou-se uma sequência hidrológica idêntica à ocorrida nos últimos anos, para aquele período de tempo, pretendendo-se assim traduzir um cenário hidrológico normal (referenciado Normal).

Por outro lado, definiram-se três cenários de procura traduzindo o desenvolvimento regional da região, pretendendo corresponder a diferentes paradigmas de desenvolvimento agrícola, nomeadamente: o “velho” paradigma agrícola do Alentejo (Bitp), no qual a agricultura de sequeiro se apresenta como principal prática agrícola; o (mais provável) futuro paradigma de desenvolvimento agrícola da região (BauAP), caracterizado essencialmente pelo aparecimento do novo perímetro de rega do Ardila; e, finalmente, o paradigma de transição (Bau), que traduz como o nome indica, o período de transição entre os modelos de desenvolvimento referidos anteriormente.

De facto, este último cenário de procura é caracterizado essencialmente pelo aparecimento de novas áreas regadas dentro do novo perímetro de rega público do Ardila, mas sem que aquele sistema hidráulico esteja ainda em funcionamento.

Como referido anteriormente, os cenários globais são constituídos por uma componente hidrológica e uma componente de procura. Desta forma, aqueles cenários de desenvolvimento foram associados ao cenário hidrológico Normal, constituindo os três casos de referência considerados, assim correspondentemente referenciados: Bitp+Normal; Bau+Normal; e BauAP+Normal. Foram comparados os indicadores correspondentes a esses casos de referência (todos eles do tipo “Business as Usual”, isto é, sem considerar a aplicação de quaisquer medidas ou opções de gestão de recursos hídricos para além das inerentes ao cenário de desenvolvimento). Após uma análise exaustiva destes resultados, quer ao nível regional como ao nível específico local, conduzida essencialmente com o apoio nos indicadores referidos em 1.3, obtiveram-se alguns resultados bastante interessantes. A título de exemplo, apresenta-se para a análise regional o indicador IDC para os diferentes casos de referência definidos (Fig. 7).

A análise do gráfico permite verificar que a cobertura média das necessidades agrícolas diminui significativamente durante a fase transitória (Bau+Normal) mas atingirá valores da ordem dos 90% no futuro próximo (BauA+Normal), mesmo durante anos secos e muito secos.

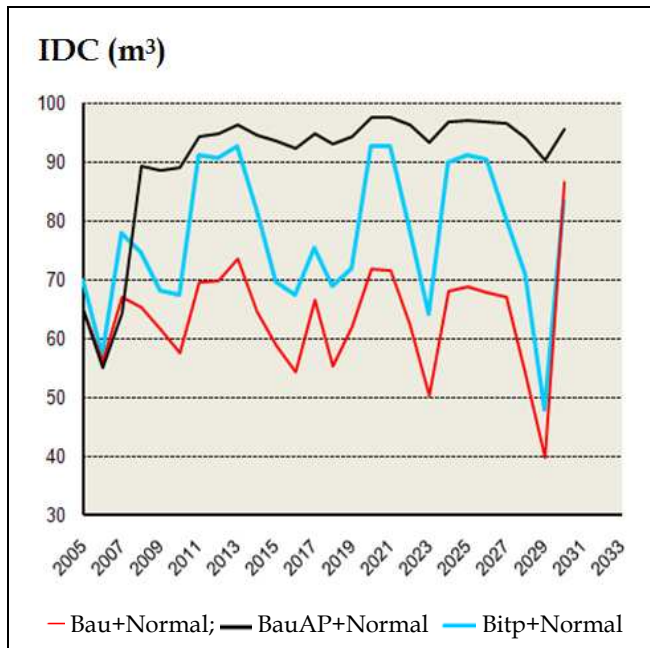


Figura 7. Cobertura das necessidades para rega do sector agrícola (IDC) (m^3), para os (3) casos de referência considerados.

Esta diferença clara entre os cenários traduz-se também ao nível da capacidade de armazenamento, ou seja, na maior regularidade interanual da cobertura das necessidades.

Ao nível específico local, analisaram-se detalhadamente: os diferentes recursos hídricos da região, os seus utilizadores e as infra-estruturas de armazenamento e captação, com o objectivo de identificar problemas, fragilidades e debilidades da região. Apresentam-se a título de exemplo os resultados obtidos para uma zona específica do aquífero Moura-Ficalho, nomeadamente a zona oeste (zona 2).

Ao nível específico local, analisaram-se detalhadamente: os diferentes recursos hídricos da região, os seus utilizadores e as infra-estruturas de armazenamento e captação, com o objectivo de identificar problemas, fragilidades e debilidades da região. Apresentam-se a título de exemplo os resultados obtidos para uma zona específica do aquífero Moura-Ficalho, nomeadamente a zona oeste (zona 2).

De facto, é nesta zona (Figura 8) que se localiza a grande maioria das explorações regadas e também uma captação subterrânea (Fonte-da-Telha) muito importante, responsável pelo abastecimento de um elevado número de habitantes do município de Moura.

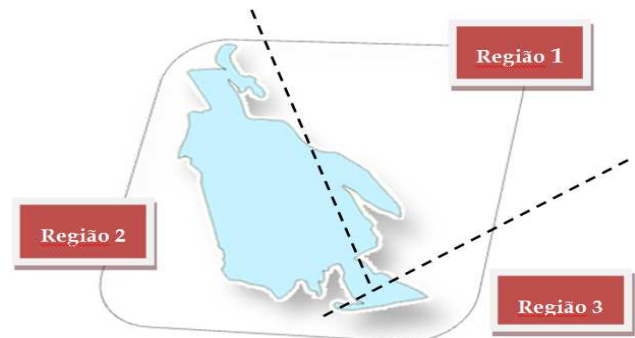


Figura 8. Regiões do aquífero Moura-Ficalho com escoamentos quase independentes.

A Figura 9, relativa a essa zona, identifica (à direita) os sectores utilizadores de recursos hídricos nesta região, nomeadamente os sectores doméstico e agrícola, a existência de furos de captação (sendo que, neste caso, os furos atingem profundidades médias “confortavelmente” abaixo da zona de flutuação do nível de água, associado à variação do volume armazenado).

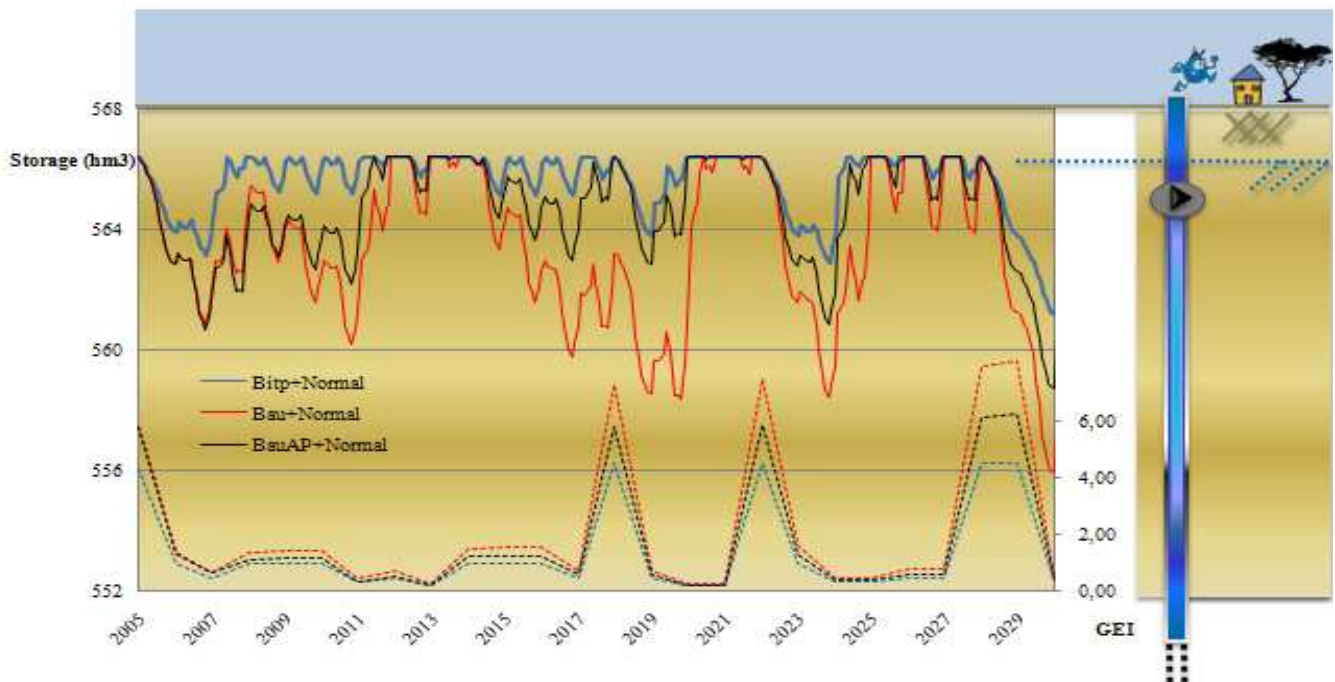


Figura 9. Volume armazenado (hm^3) e índice de exploração (GEI) da região 2 do aquífero Moura-Ficalho (Casos de Ref.: Bitp+Normal, Bau+Normal e BauAP+Normal)  - Utilizadores agrícolas,  - Utilizadores domésticos.

A análise conjunta da variação temporal do volume armazenado (linhas da parte superior do gráfico; escala da esquerda, “storage”) e do índice de exploração do aquífero (linhas da parte inferior do gráfico; escala da direita, GEI) apresentados nessa figura permite verificar que, interanualmente, as recargas e a capacidade de armazenamento do aquífero são suficientes para atender sustentadamente aos volumes captados e recuperar os níveis médios. No entanto, especialmente no caso de referência Bau+Normal, mas também, de alguma forma, no caso BauAP+Normal, a amplitude de variação dos níveis é, ao longo do período de análise, progressivamente mais significativa. Esta situação poderá levar a concluir que o crescimento das áreas agrícolas regadas no perímetro desta região do aquífero deverá ser monitorizado e controlado, sob pena de o aquífero entrar em situação de sobreexploração e insustentabilidade.

4. Estratégias

4.1. Metodologia para análise e formulação de estratégias

Em linhas gerais, estratégias são planos de acção que prevêem a implementação faseada de um conjunto diverso de medidas/opções, ao longo de um determinado período de tempo. Assim, decidiu-se nesta fase do trabalho pela definição de duas estratégias (ST1 e ST2). O objectivo pretendido com a definição das duas estratégias foi o de avaliar e comparar o nível de impacto e de desempenho dos correspondentes conjuntos de medidas, umas porventura de carácter mais estrutural (estratégia ST1), outra de carácter mais específico e localizado (estratégia ST2). De forma a sustentar a formulação destas estratégias, o comportamento e eficiência de diferentes medidas/opções de gestão dos recursos hídricos foram, numa primeira fase, analisadas individualmente. Assim, seguindo o esquema de funcionamento do modelo descrito em 1.3, foram inicialmente identificados e formulados cenários a serem utilizados como casos de referência/comparação. Para tal escolheu-se como Cenário de Referência Base o BauAP+Normal. Entretanto, para balizar a eficácia das opções estratégias em situações críticas/extremas, definiram-se dois cenários de referência extremos, um para traduzir as situações críticas no âmbito do abastecimento doméstico, D12; outro para as situações críticas no âmbito do abastecimento agrícola, A123. No âmbito hidrológico, estes cenários críticos foram combinados com um cenário hidrometereológico mais severo, HD (High Dry), traduzindo um decréscimo da precipitação em 10% em relação ao cenário Normal, resultando então nos cenários A123+HD e D12+HD.

O objectivo pretendido com a formulação destes três cenários está relacionado com a intenção de abranger a maior banda de cenários possível. Ou seja, ao analisar as opções ou estratégias comparando os seus efeitos aquando da ocorrência de cenários BauAP+Normal e A123+HD, no âmbito agrícola, e de cenários BauAP+Normal e D12+HD, no âmbito doméstico, procura-se abranger, através da banda de cenários que limitam, um grande número de situações possíveis.

A estes cenários deu-se o nome de caso de referência base (BauAP+Normal) e casos de referência extremos (A123+HD e D12+HD).

A performance e eficiência das opções e estratégias foi estudada com base nos indicadores referidos em 1.3 (*DDC*, *IDC* e *GEI*). A avaliação levada a cabo teve em consideração objectivos e níveis de importância definidos para a realidade da região, traduzidos através de limites mínimos e máximos para os indicadores referidos e para o peso relativo dos mesmos, Quadro 1.

Quadro 1. Objectivos para a região do caso de estudo.

Indicador	Objectivo	Peso
DDC – Cobertura das necessidades do sector doméstico	≥ 95%	0.5
IDC – Cobertura das necessidades do sector agrícola	≥ 80%	0.4
GEI – Índice de exploração da água subterrânea	≤ 100%	0.1

4.2. Análise de opções de gestão dos recursos hídricos

De acordo com a metodologia definida, foram primeiramente analisados os efeitos introduzidos pelas diferentes opções individualmente.

Entre as várias opções analisadas, e como anteriormente referido, encontram-se opções direccionadas para o sector doméstico e opções direccionadas para o sector agrícola. Dentro das opções de carácter doméstico, foram analisadas:

- opções relacionadas com a substituição de fontes de água associadas a sistemas de abastecimento,
- reforço de sistemas de abastecimento através da associação de novas fontes de água de apoio ou reserva, e
- redução de perdas de água nos sistemas de distribuição de água.

Por outro lado, no âmbito agrícola, analisaram-se opções relacionadas:

- com a alteração de padrões de cultivo na região, nomeadamente ao nível das culturas utilizadas, e
- redução de perdas nos sistemas de distribuição de água.

Como exemplo, apresentam-se os resultados obtidos para o indicador *IDC*, em correspondência com a implementação da opção agrícola referenciada por *OA_CCP1*, em que se prevê a mudança dos padrões de cultura, nomeadamente a substituição do olival regado por cereais de inverno em toda a região do caso de estudo, atentos os cenários de referência BauAP+Normal e A123+HD, Figura 10.

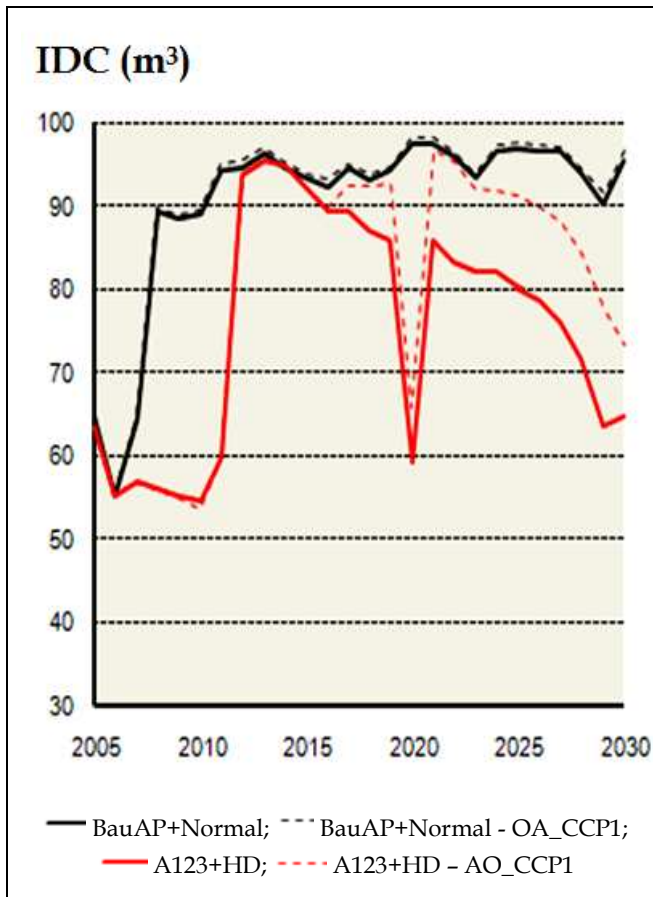


Figura 10. Análise do IDC: comparação dos efeitos da opção OA_CCP1 nos Casos de Referência Base (BauAP+Normal) e Agrícola extremo (A123+HD).

Apesar de não traduzir resultados muito expressivos no Caso de Referência Base, esta opção foi identificada como sendo bastante interessante para integrar uma estratégia mais abrangente. A análise do gráfico obtido permite-nos concluir que a opção é bastante eficaz especialmente na situação do Caso de Referência Agrícola extremo (A123+HD).

No entanto, à semelhança de todas as outras opções analisadas, pode-se dizer que a sua implementação isolada é claramente insuficiente, ou seja, a definição de estratégias integrando diferentes opções é fundamental para atingir os objectivos preconizados inicialmente.

Para além da análise isolada de cada um dos indicadores (eixo e legenda referenciada na parte direita do gráfico), levou-se também a cabo a avaliação (eixo na parte esquerda do gráfico) da opção (classificação máxima 1) tendo em consideração o seu desempenho global de acordo com os objectivos definidos para a região (ver 4.1).

Assim, a Figura 11 permite concluir que a avaliação do comportamento da opção é bastante positiva, revelando uma subida de 20% em relação ao Caso de Referência Base, BauAP+Normal.

No entanto a avaliação global do desempenho da opção permitiu verificar que, apesar dos resultados interessantes obtidos para o indicador IDC no Caso de Referência Agrícola extremo, A123+HD, a mesma figura permite constatar que estes são claramente insuficientes para se atingirem resultados significativos e adequados.

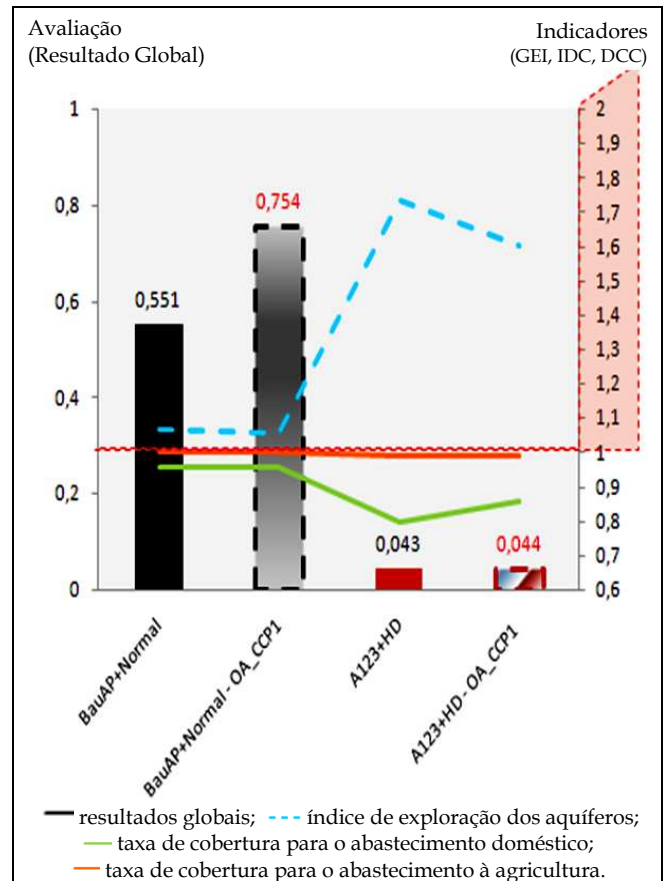


Figura 11. Indicadores e avaliação global da opção agrícola OA_CCP1: comparação dos efeitos nos Casos de Referência Base (BauAP+Normal) e Agrícola extremo (A123+HD).

4.3. Análise de estratégias de gestão dos recursos hídricos

Com base nas opções analisadas e de acordo com o referido em 4.1, definiram-se e analisaram-se duas estratégias, ST1 e ST2 (Quadros 1 e 2, respectivamente).

Quadro 2. Estratégias ST 1: opções implementadas.

Sector	Opção
Doméstico	Substituição da captação superficial no rio Ardila por uma captação subterrânea no aquífero Moura-Ficalho
	Construção de uma nova captação no Rio Guadiana para substituição de captações subterrâneas, de carácter doméstico, no aquífero indiferenciado de Mértola
	Duplicação da capacidade de tratamento da ETA do Enxoé
	Redução em 15% das perdas nos sistemas de distribuição
Agrícola	Substituição em 60% das culturas existentes por culturas de sequeiro nas regiões com fracos recursos hídricos
	Redução de 10% de perdas em 60% da área regada por sistemas de rega do tipo aspersão

As estratégias foram formuladas considerando a aplicação (potencialmente desfasada) de diferentes opções, cada uma com um período de implementação adequado (instantâneo, para algumas opções pontuais; contínuo e/ou faseado, para as restantes, num máximo de 15 anos), estendendo-se, como é óbvio a análise dos correspondentes efeitos até ao final do período em análise de 25 anos.

A estratégia ST1 (Tabela 2) integra: opções (nomeadamente de carácter mais estrutural, como a construção de uma nova captação no Rio Guadiana) que envolvem acções de criação, modificação, reabilitação e ampliação de infra-estruturas afectas aos sistemas de abastecimento urbano, para o sector doméstico; e, opções relacionadas com a alteração das culturas exploradas na região, tendo em vista à adaptação dos padrões de cultivo às características da região, assim como a reabilitação dos sistemas de abastecimento de água para rega, no sector agrícola. A implementação da estratégia 1 (ST1) definida, integrando as diferentes opções, atinge resultados globais bastante interessantes em todos os Casos de Referência definidos (Figura 12).

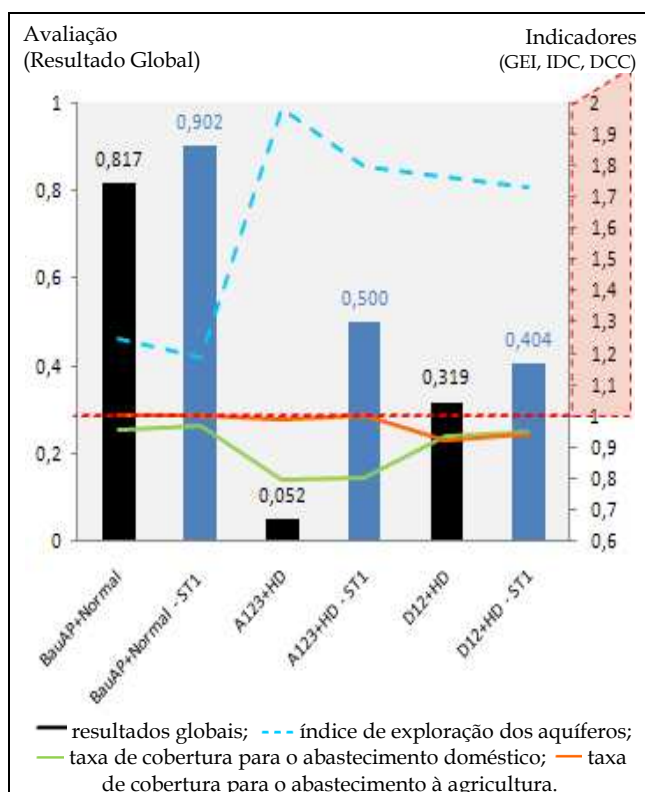


Figura 12. Indicadores e avaliação global da Estratégia 1 (ST1): efeitos da sua implementação, para os diferentes Casos de Referência (Base, Agrícola e Doméstico extremos).

De facto, a análise dos gráficos, que traduzem a comparação dos diferentes Casos de Referência com (cor azul) e sem a implementação da estratégia (cor preta), permite avaliar a eficiência dessa estratégia face aos objectivos que foram definidos para a região. Será importante referir que os resultados obtidos para a implementação da estratégia nos Casos de Referência extremos, Agrícola (A123+HD) e Doméstico (D12+HD), não são tão expressivos como os que se obtêm no Caso de Referência Base (BauAP+Normal), o que se poderá entender, ainda assim, como razoável, visto cada um daqueles traduzir um cenário combinado (de desenvolvimento e hidrológico) realmente severo e extremo e, em boa verdade, pouco provável. A estratégia ST2 integra opções semelhantes, quer para o sector doméstico quer para o sector agrícola, tendo como diferença de base o facto de propor para o mesmo tipo de problemas/objectivos, medidas de menor dimensão e, à partida, menos dispendiosas (Quadro 3).

Quadro 3. Estratégias ST 2: opções implementadas.

Sector	Opção
Doméstico	Substituição da captação superficial no rio Ardila por uma captação subterrânea no aquífero Moura-Ficalho
	Redução em 15% das perdas nos sistemas de distribuição
	Substituição das fontes de abastecimento subterrâneo de baixa produtividade por ligações ao sistema do Enxoé, sequencialmente em Mértola, em Corte de Pinto e em Santana de Cambas
	Ligação da captação subterrânea existente no aquífero Moura-Ficalho (Fonte da Telha) à ETA do Enxoé (para amenizar as variações de qualidade da água na albufeira do Enxoé, potenciando assim utilizações de toda a capacidade da ETA)
	Duplicação da capacidade de tratamento da ETA da Fonte da Telha (captação no aquífero Moura-Ficalho)
Agrícola	Substituição (em 60% das áreas) de olival adulto na zona abrangida pelo perímetro de rega do Ardila, por cereais de Inverno
	Substituição (em 60% das áreas) de olival adulto na zona localizada fora do perímetro de rega do Ardila, por culturas de sequeiro
	Redução de 10% de perdas em 60% da área regada por sistemas de rega do tipo aspersão

Os resultados obtidos para esta estratégia são, à semelhança do assinalado para a estratégia ST1, globalmente bastante interessantes (Figura 13).

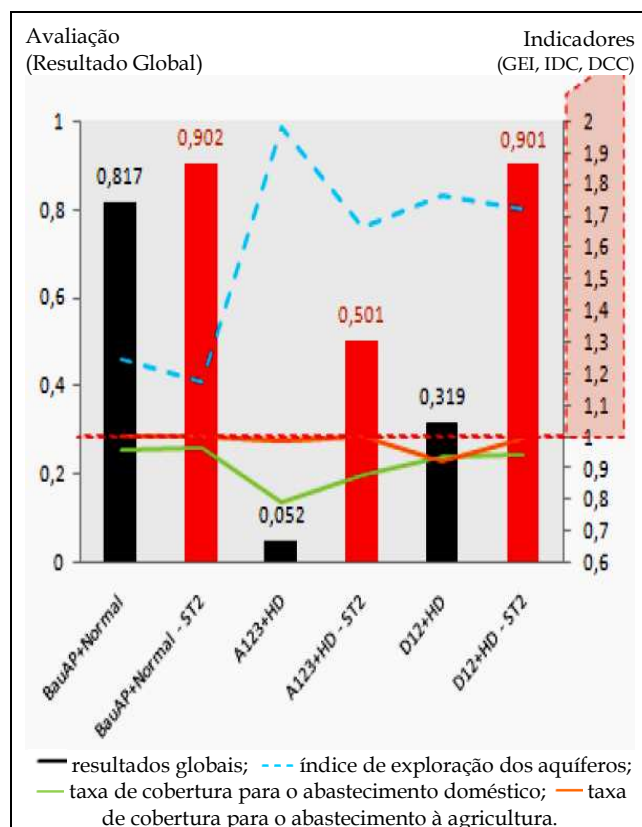


Figura 13. Indicadores e avaliação global da Estratégia 2 (ST2): efeitos da sua implementação, para os diferentes Casos de Referência (Base, Agrícola e Doméstico extremos).

A análise dos gráficos, resumindo a avaliação das implementações da estratégia ST2 sobre os diferentes casos de referência, permite verificar os bons resultados (cor vermelha) da aplicação da estratégia, de acordo com os objectivos que foram definidos para a região. Os resultados obtidos, quer para o caso de referência Base (BauAP+Normal) quer para o caso de referência Agrícola extremo (A123+HD), são similares aos obtidos para a estratégia ST1. No entanto, e ao contrário do que acontece com aquela, o desempenho da estratégia ST2 no Caso de Referência Doméstico extremo (D12+HD) é, de facto, bastante positivo, permitindo, aliás, obter resultados semelhantes aos obtidos sobre o caso de referência Base.

5. Conclusões

Este trabalho permitiu identificar os principais problemas ou fragilidades da região da margem esquerda da bacia portuguesa do rio Guadiana, e que, resumidamente, são: (i) a mudança radical no paradigma de utilização dos recursos hídricos, (ii) a situação actual da região que, apesar de transitória, se pode caracterizar como insustentável e incapaz de dar resposta às necessidades hídricas (e que se prolongará até à entrada em funcionamento do sistema de rega do Ardila). Foi possível concluir também que o velho paradigma agrícola do Alentejo continua a ser uma realidade em muitas zonas da região de estudo e que, o desenvolvimento promovido pelo novo sistema público de rega afectará de forma bastante diferente os vários municípios do caso de estudo, salientando-se a especificidade do Município de Mértola que não será abrangido pelo novo sistema público de rega.

Foi também possível verificar que o Município de Mértola apresenta algumas fragilidades no abastecimento doméstico. A este nível, mas no âmbito do sector agrícola, foi possível verificar a incapacidade de, com base nos recursos existentes, responder às necessidades hídricas que se prevêem vir a acompanhar as regiões não abrangidas pelo novo perímetro público de rega. Em termos ambientais, o índice de exploração das águas subterrâneas poderá vir a apresentar valores que levanten algumas preocupações, visto que os actuais evidenciam já a possibilidade das recargas dos aquíferos serem inferiores às captações previstas.

O estudo desenvolvido para as diferentes opções, permitiu identificar as que apresentaram melhores respostas e resultados mais interessantes. Assim, essas opções, no caso do sector doméstico, passam (i) pela substituição das captações subterrâneas públicas do Município de Mértola, com base nas quais é feito o abastecimento de algumas localidades de Mértola, (ii) pela ampliação da capacidade de algumas das ETA's da região, no caso de vir a ocorrer uma inversão da tendência demográfica decrescente que se verifica presentemente, e, (iii) finalmente, pela reabilitação dos sistemas de distribuição domésticos municipais com o objectivo de reduzir as perdas nos sistemas.

No sector agrícola, a opção que apresentou melhores resultados está relacionada com a adopção de medidas especiais nas zonas não abrangidas pelo novo perímetro agrícola público, como sendo a promoção de culturas menos exigentes em água ou de culturas de sequeiro, alterando padrões de cultivo, como é o caso da opção exemplificada em 4.2.

Finalmente, a análise das estratégias permitiu verificar que ambas apresentam resultados bastante interessantes em todos os cenários. No entanto, o desempenho da estratégia ST2, propondo medidas de carácter mais localizado e menos estrutural, consegue alcançar resultados mais interessantes, nomeadamente no caso de um cenário de desenvolvimento mais severo, no âmbito doméstico. Uma análise económica complementar, semelhante à que está a ser realizada, também no âmbito do projecto AquaStress, apresenta-se como bastante importante para o apoio à decisão na escolha entre as estratégias analisadas.

Agradecimentos

Ao projecto AquaStress, que financiou o trabalho de um dos autores através de uma bolsa de investigação, Eng. Isaurindo Oliveira (COTR), e aos bolseiros de investigação do mesmo projecto e Mestres (FEUP) Juliana Mendes, Cristina Silva, Luis Oliveira.

Referências

- AquaStress. (2007). Water stress and mitigation options already applied in the test sites - towards defining the Case Studies, FEUP, Porto
- COTR. (2003). Guia de Rega. Necessidades Hídricas das Culturas. Considerações gerais, COTR, Beja
- COTR. (2005). Inventário das explorações regadas com mais de 5 hectares, COTR, Beja
- Teixeira, J. L., Pereira, L.S. (1992). ISAREG, na irrigation scheduling model. ICID Bulletin, 41 (2): 29-48
- WaterStrategyMan (WSM). (2004). The WaterStrategyMan DSS, ProGEA, Italy.