

MODELO DE APOIO À DECISÃO PARA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DAS RIBEIRAS DO ALGARVE

Decision support system for water resources management in the Ribeiras do Algarve river basin

C. SILVA ⁽¹⁾ e R. MAIA ⁽²⁾

⁽¹⁾ *Bolseira de Investigação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
Rua Dr. Roberto Frias, s.n., 4200-465 Porto, cmsilva@fe.up.pt*

⁽²⁾ *Professor Associado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
Rua Dr. Roberto Frias, s.n., 4200-465 Porto, rmaia@fe.up.pt*

Resumo

Os responsáveis pela tomada de decisão no âmbito da gestão de recursos hídricos, tal como noutros domínios, recorrem cada vez mais a modelos de apoio à decisão. Com base na bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve, que constituiu um caso de estudo no projecto europeu WaterStrategyMan, em que a FEUP participou, este trabalho enfatizará a importância da gestão dos recursos hídricos recorrendo a ferramentas de apoio à decisão. A ferramenta desenvolvida no âmbito daquele projecto, permite realizar uma descrição do estado actual do sistema hídrico, analisar a situação futura, atendendo a diferentes cenários, alternativas técnicas e políticas de gestão, avaliando seguidamente os impactes das acções tomadas. Serão apresentados alguns resultados obtidos na sequência da aplicação da ferramenta de apoio à decisão, nomeadamente os baseados na simulação isolada de diferentes soluções alternativas e no subsequente uso na definição de estratégias, visando minimizar os défices de água existentes, sendo dada ênfase à problemática do abastecimento público na região.

Palavras-chave: sistemas de apoio à decisão, opções de gestão, recuperação de custos.

Abstract

Water resources managers, as well as in other areas, are increasingly making use of decision support system tools. Using the Ribeiras do Algarve river basin case study, developed during the European Project WaterStrategyMan (WSM), in which FEUP participated as a partner, this paper will emphasize the importance of decision support systems tools (DSS) use in water resources management, namely the one developed in the scope of that project. This WSM- DSS tool allows defining the current state of the system, analyzing the future situation considering different scenarios, management options and management policies, then evaluating the impacts of the chosen actions. Some of the results obtained through the application of the referred tool, will be presented, namely the ones based on the isolated simulation of different alternative options and on their subsequent use in the definition of strategies intending to minimise the existing water deficits, emphasising the existing urban water supply approach in the region.

Keywords: water resources management options, cost recovery strategies.

1. Introdução

A gestão integrada de recursos hídricos tem assumido grande relevância e tem sido objecto de importantes debates a nível nacional e internacional. Em Portugal, o período de seca que se verificou entre 2003 e 2005 revelou algumas das deficiências da gestão dos recursos hídricos, realizada a nível regional e nacional, mostrando que as fontes de abastecimento de água actualmente utilizadas apresentam evidentes fragilidades.

Nesse contexto, uma equipa de investigação da FEUP (que integrou os autores deste trabalho), com a colaboração da empresa Águas do Algarve, S.A., tem vindo a dedicar-se especificamente à gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve, mais especificamente ao estudo de soluções alternativas para o abastecimento público.

Este estudo dá continuidade ao trabalho desenvolvido sobre a mesma região no âmbito do Projecto europeu em que a FEUP participou, o projecto WaterStrategyMan – “Developing Strategies for Regulating and Managing Water Resources and Demand in Water Deficient Regions”.

Este trabalho enfatizará, assim, a importância da gestão dos recursos hídricos, principalmente nas regiões que apresentam situações de escassez de água. Incorpora ainda alguns dos aspectos previstos na legislação mais recentes, nomeadamente a avaliação da recuperação de custos dos serviços de água, referida na DQA (Directiva-Quadro da Água) (LA, 2005).

Numa primeira fase do trabalho, foi efectuada a caracterização da região em estudo e assim identificar os principais problemas e pressões existentes.

Nesse âmbito, foi efectuada uma análise DPSIR baseada no modelo apresentado por Walmsley (2002), de forma a identificar as principais “driving forces” (“forças motoras” segundo a terminologia adoptada pela EEA (European Environment Agency), 1999) e pressões, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Principais forças motoras e pressões identificadas na bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve.

FORÇAS MOTORAS
Distribuição temporal da precipitação irregular (mais de 80% concentrada no semestre húmido)
Importante desenvolvimento turístico
Alteração dos usos do solo originada pelo desenvolvimento do turismo
Agricultura intensiva recorrendo a métodos antiquados, e baixa eficiência do uso da água
PRESSÕES
Conflito nos usos - irrigação vs necessidades do turismo
Elevada exploração dos aquíferos
Aumento das necessidades de água durante os períodos de verão
Cargas poluentes elevadas geradas pelos sectores doméstico e agrícola

2. Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve

Com uma área de perto de 4000 km² (Figura 1), o Algarve é conhecido pelas suas praias, campos de golfe e turismo, a que corresponde, no verão, um acréscimo da população que chega a atingir os 200%. Como consequência, a região sofre de uma pressão intensa sobre os recursos hídricos, originando conflitos de interesses, principalmente durante esse período. Até à década de 90, a região do Algarve era quase exclusivamente abastecida por água subterrânea, proveniente dos numerosos furos de captação pertencentes aos diferentes municípios (Figura 1). Desse modo, a gestão dos diferentes sistemas de abastecimento era da responsabilidade dos municípios, desde o tratamento da água captada até ao eventual tratamento e rejeição das águas residuais.

Como consequência, verificavam-se diferentes níveis de qualidade nos serviços prestados pelos municípios nessa área. Nessa altura, a combinação de todos os factores apresentados anteriormente, tais como o crescimento do turismo e o aumento das captações associadas, tiveram como consequência o aparecimento de problemas de qualidade e de quantidade nos aquíferos explorados para o abastecimento.

Para além da óbvia escassez de recursos hídricos que se verificou, os custos associados à manutenção e operação de todos esses sistemas de pequena dimensão e a necessidade de novos investimentos a curto prazo, também se perspectivaram como relevantes. Assim, a política de investimento adoptada para fazer frente aos novos desafios originados pelas exigências crescentes de uma população residente e turística em franca expansão – tradicionalmente correspondente ao desenvolvimento e consequente investimento nos diferentes sistemas de abastecimento municipais, à melhoria das fontes de abastecimento e à formação local de técnicos especializados – passou pela criação de um sistema transversal, multimunicipal, assente em origens de água superficiais comuns para toda a região e na constituição de um corpo técnico fortemente especializado e centralizado.

Esse sistema multimunicipal tem como origens de água as principais albufeiras existentes na região. i.e. Bravura, Funcho, e também o sistema de Odeleite-Beliche, construído na bacia do Guadiana com o fim específico de abastecer a região do Sotavento Algarvio. O sistema, cuja concessão foi outorgada à empresa Águas do Algarve, S.A., foi planeado tendo em conta também a construção da barragem de Odelouca no Barlavento Algarvio para responder às necessidades crescentes em água dessa zona (Maia 2005).

A Figura 2 apresenta as fontes de abastecimento existentes na bacia assim como os sistemas de abastecimento em baixa e o sistema de abastecimento multimunicipal.

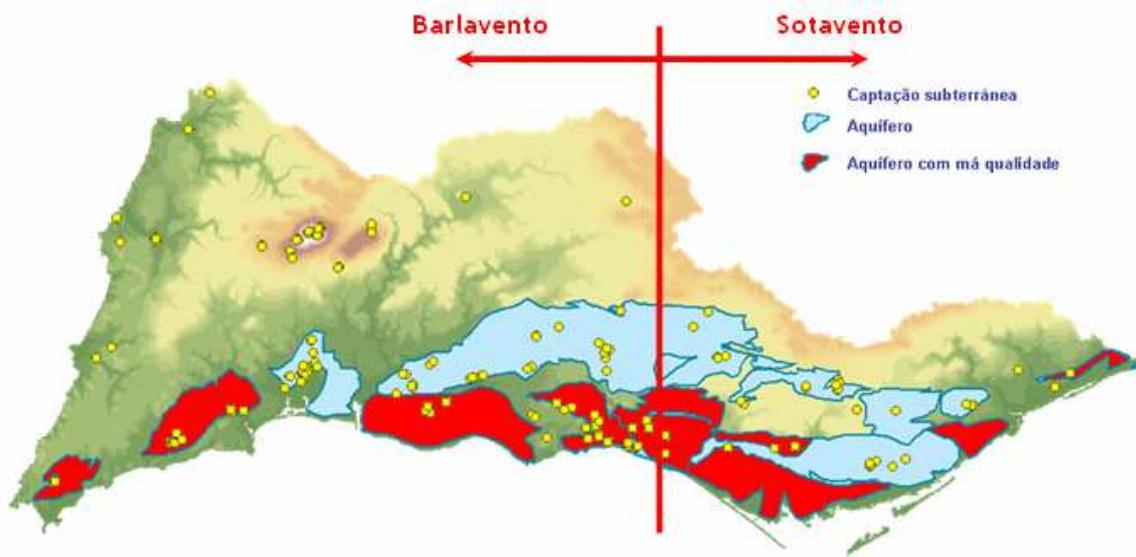


Figura 1. Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve – situação na década de 90 (Silva & Maia, 2006).

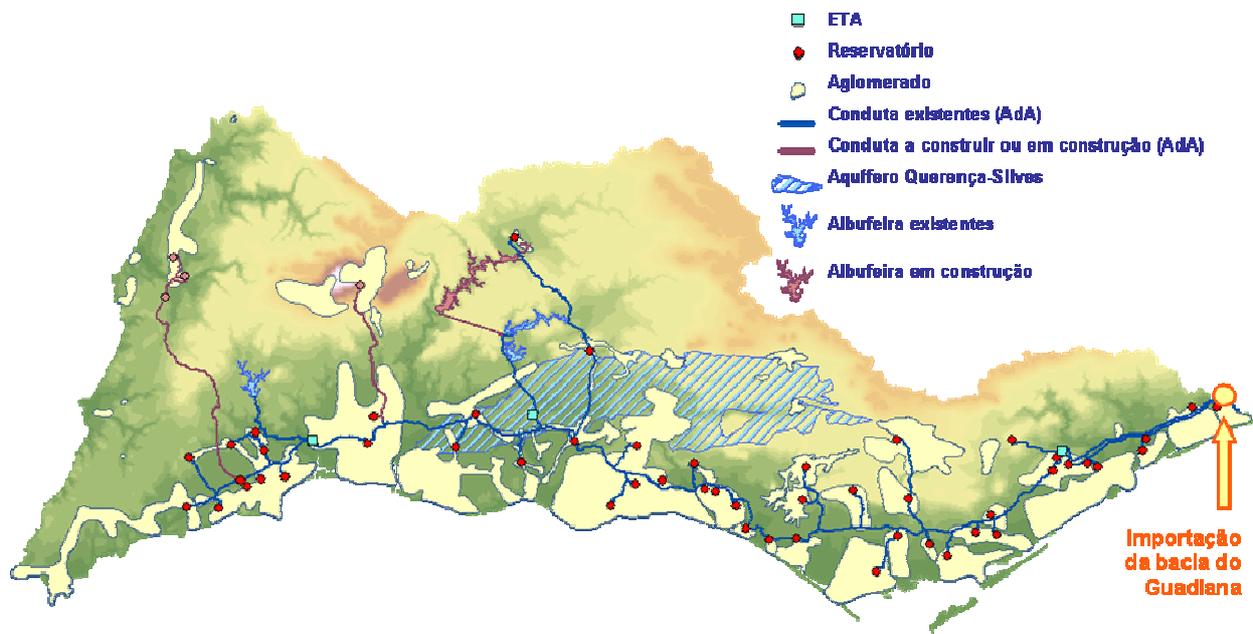


Figura 2. Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve – fontes de abastecimento e sistema multimunicipal de abastecimento (Silva & Maia, 2006).

3. Utilização de um modelo de apoio à decisão: o WSM-DSS

3.1. Introdução

A necessidade cada vez mais imperativa em oferecer à população um serviço de abastecimento com qualidade e quantidade, ao longo de todo o ano, obriga os responsáveis não só a um investimento constante na manutenção das infra-estruturas existentes, mas também à exploração de opções alternativas ou mesmo inovadoras para atingir os objectivos pretendidos.

Nesse contexto, os modelos de apoio à decisão, que possibilitam uma visão integrada dos diferentes aspectos envolvidos no sistema e consideram várias vertentes (económica, social, ambiental...), têm suscitado um interesse crescente, a nível internacional, nas entidades responsáveis pela gestão de sistemas, tais como os sistemas de abastecimento e drenagem, por exemplo.

Como demonstração de interesse na investigação nessa área, a União Europeia financiou o projecto WaterStrategyMan, (referido em 1.) e no qual a FEUP participou como parceiro através do estudo específico da bacia hidrográfica das Ribeiras do Algarve. Um dos principais esforços desenvolvidos centrou-se no desenvolvimento e aplicação de um modelo de apoio à decisão, o WSM-DSS (WaterStrategyMan Decision Support System) que permitisse: (i) desenvolver e avaliar estratégias alternativas para regulação e gestão de recursos hídricos; (ii) permitir aos responsáveis aceder a um conjunto alargado de alternativas de gestão integrada de recursos hídricos, e; (iii) implementar esquemas de recuperação de custos de modo a cumprir com os requisitos da Directiva Quadro da Água.

3.2. O WSM-DSS

O Modelo de apoio à decisão desenvolvido no âmbito do projecto, o WSM-DSS (WaterStrategyMan Decision Support Sistema) permite, como já foi referido anteriormente, uma análise de estratégias de gestão da água a nível regional, uma comparação de estratégias com base em diferentes indicadores (ambientais, económicos e de eficiência) e uma tendo em consideração as prioridades de desenvolvimento regional, as limitações sociais e económicas, as limitações ambientais e as limitações legais e directivas a nível nacional ou internacional (ProGEA, 2004).

Assim, de forma simplificada, tal como é apresentado na Figura 3, poder-se-á dizer que o WSM-DSS permite ao utilizador definir e simular diferentes combinações de cenários hidrológicos e de procura, de acordo com as características da região e assim caracterizar o estado actual do sistema. Seguidamente, é possível aplicar e avaliar diferentes opções estruturais e não-estruturais, assim como combinações de diferentes opções que poderão ser combinadas e desfasadas temporalmente, permitindo a definição de diferentes estratégias. Finalmente, essas estratégias podem ser reavaliadas introduzindo uma estratégia de recuperação de custos directos, ambientais e de recurso.

Seguindo essa metodologia, serão aqui apresentados alguns resultados obtidos na sequência da aplicação da ferramenta de apoio à decisão, desenvolvida durante o Projecto WaterStrategyMan, à bacia das Ribeiras do Algarve. Essa aplicação traduziu-se essencialmente, numa primeira fase, na simulação isolada de diferentes soluções alternativas que serviram de base à definição e formulação de diferentes estratégias para minimizar os défices de água existentes no abastecimento público na região. Essas estratégias foram depois avaliadas segundo critérios que serão também aqui referidos.

3.3. Formulação de cenários

Antes de iniciar as simulações propriamente ditas, é obviamente necessário definir o(s) cenário(s) hidrológicos e de desenvolvimento que se pretendem testar. No Quadro 2 são apresentados dois dos cenários desenvolvidos, tendo em conta as projecções existentes e as expectativas das instituições envolvidas no Projecto (NTUA, 2005). Assim:

- o cenário 1, pretende reflectir as tendências actuais, considerando um cenário hidrológico definido de acordo com a sequência histórica verificada entre 1970 e 2000.
- o cenário 2, representa um cenário hidrológico mais gravoso, definido por um decréscimo de 10% nos valores de precipitação admitidos no cenário 1.

O cenário de desenvolvimento/procura é comum, sendo definido por um aumento anual fixo idêntico ao referido no Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (PBHRA, 2001).

4. Opções de gestão de recursos hídricos

4.1. Opções de gestão de recursos hídricos existentes no modelo de apoio à decisão

De acordo com a metodologia adoptada no modelo de apoio à decisão aqui utilizado, com o WSM-DSS é possível simular um leque de opções estratégicas que podem ser subdivididas nas três seguintes categorias (Quadro 2):

Quadro 2. Opções de gestão de recursos hídricos disponibilizadas pelo modelo de apoio à decisão, WSM-DSS.

Aumento da oferta disponível	Barragens
	Importação
	Captações subterrâneas
	Reutilização da água
	Dessalinização
Gestão da procura	Redução de perdas
	Melhoria dos métodos de irrigação
	Introdução de quotas
	Substituição de culturas agrícolas
	Alteração de processos utilizados na indústria
Política de desenvolvimento regional e políticas institucionais	Políticas de preços

4.2. Exemplos de opções de gestão de recursos hídricos

Como se pode verificar no Quadro 2, o modelo WSM-DSS permite simular um leque variado de opções de gestão de recursos hídricos. Neste trabalho, optou-se por analisar o efeito isolado de duas das opções mais significativas para a região: a implementação da barragem de Odelouca e a construção de novas captações de água no aquífero Querença-Silves, considerando os dois cenários apresentados no Quadro 3. Numa fase posterior, a combinação destas com outras opções desfasadas no tempo permitiu definir/analisar estratégias alternativas globais de abastecimento público na região.

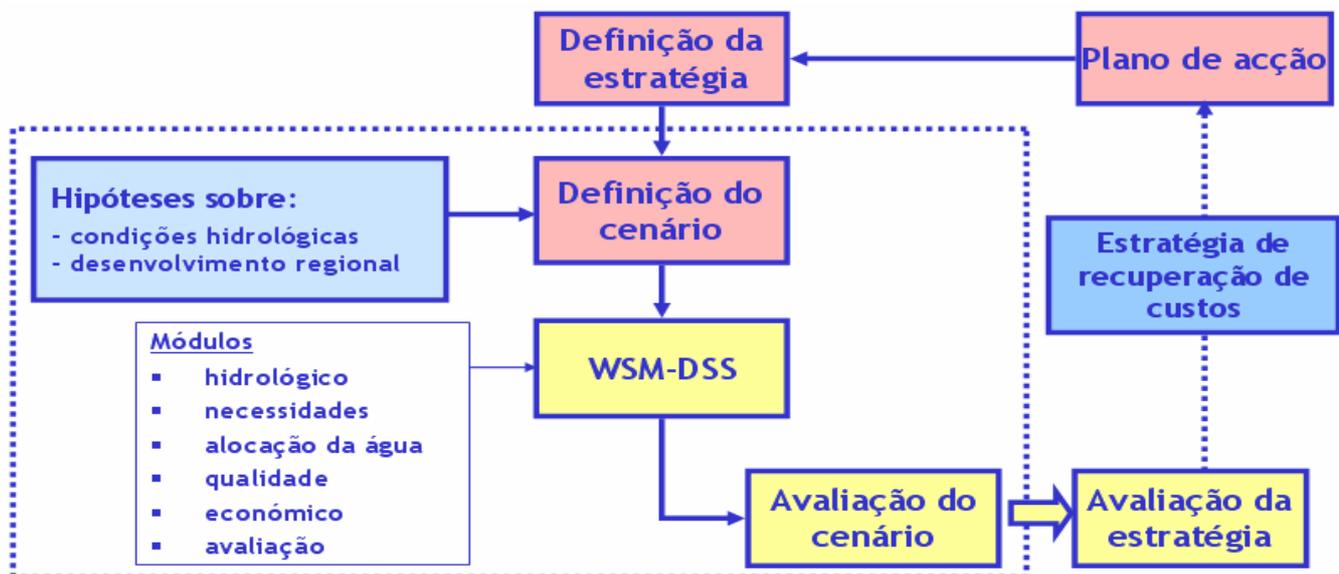


Figura 3. Modelo de Apoio à Decisão: o WSM-DSS (adaptado de Silva & Maia, 2006).

Quadro 3. Cenários de disponibilidade e de procura estudados.

	Cenário de disponibilidade	Cenário de procura	
		Usos urbanos	Usos agrícolas
Cenário 1	Normal	Taxas de crescimento diferenciadas por concelho*	Regadios privados: 1.3%
Cenário 2	Elevada frequência de anos secos		Regadios públicos: Taxas de crescimento diferenciadas*

* De acordo com Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve (PBHRA)

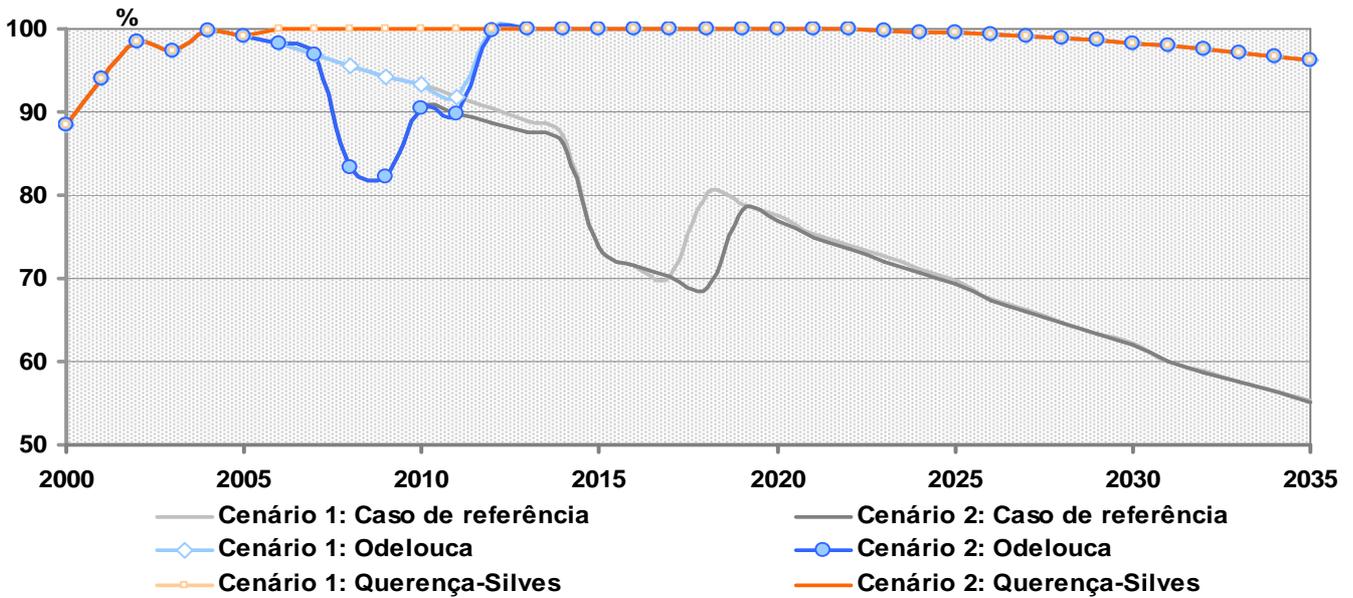


Figura 4. Zona do Barlavento Algarvio: Taxa de cobertura (uso doméstico) vs tempo, comparando as duas opções de gestão de recursos hídricos (barragem de Odelouca e aquífero Querença-Silves) com a situação de referência.

A escolha destas opções (“Odelouca” e “Querença-Silves”) foi também influenciada pelo período seco ocorrido entre 2003 a 2005 e que agravou ainda mais a problemática existente, uma vez que a importante diminuição das reservas de água verificada nas albufeiras existentes (e a impossibilidade de recorrer à prevista – mas com construção adiada – barragem de Odelouca) implicou recorrer a soluções alternativas a muito curto prazo. Estas soluções tinham como objectivo minimizar as dificuldades em assegurar um abastecimento público, de acordo com os compromissos assumidos, sendo a solução mais óbvia recorrer a várias captações subterrâneas municipais do aquífero Querença-Silves que tinham sido desactivadas com a entrada em funcionamento do sistema de abastecimento multimunicipal (Silva & Maia, 2006).

Para dar ênfase à problemática do abastecimento público, optou-se por apresentar como principais resultados a taxa de cobertura para o uso doméstico atingida na zona de Barlavento Algarvio (Figura 4) através da aplicação isolada das duas opções referidas, comparando-as com o situação de referência, isto é a situação em que não é introduzida qualquer medida de gestão de recursos hídricos.

A Figura 4 mostra os resultados obtidos para o período de simulação considerado, sendo necessário referir que, numa tentativa de respeitar os prazos de execução previstos, admitiu-se que as captações subterrâneas tiveram início em 2006 e que a barragem de Odelouca somente poderia entrar em funcionamento em 2010. Verifica-se então que, nos dois casos, é possível minimizar os défices observados na situação de referência, nomeadamente os picos previstos existir no período seco de 2015 a 2018 nas situações de referência.

No entanto, é necessário analisar estas opções de gestão dos recursos hídricos numa perspectiva regional mais alargada, dentro de um contexto multi-sectorial, conducente à formulação de estratégias.

5. Estratégias de gestão de recursos hídricos

5.1. Definição de estratégias

Apresentam-se seguidamente dois exemplos das estratégias formuladas. A primeira está baseada maioritariamente na implementação de medidas estruturais, sendo a construção da barragem de Odelouca, o elemento central. Por outro lado, a estratégia 2 constitui uma estratégia alternativa, baseada na intensificação do uso de recursos hídricos subterrâneos existentes no aquífero Querença-Silves e também na introdução de soluções inovadoras, tais como dessalinizadoras e outras opções de pequena escala, já estudadas pela empresa Águas do Algarve, S.A. (AdA).

Para poder comparar estas duas estratégias, foi necessário definir os objectivos a atingir com a implementação de cada uma das estratégias formuladas. Assim, pretendeu-se atingir uma taxa de cobertura de: (i) 95%, todo o ano, para o uso doméstico; (ii) 90%, todo o ano, para os regadios públicos; (iii) 80%, todo o ano, para os regadios privados; (iv) 90%, durante os meses de verão, para os campos de golfe. Finalmente, exige-se que a utilização anual máxima da recarga dos diferentes aquíferos não ultrapasse os 80%. A Figura 5 apresenta o faseamento temporal das diferentes opções consideradas nas duas estratégias analisadas.

5.2. Principais resultados

No que diz respeito à avaliação das duas estratégias estudadas, o Quadro 4 apresenta, para cada uma delas, os resultados para o cenário 1, sem e com estratégia de recuperação de custos, admitindo os objectivos referidos anteriormente.

A eficiência apresentada na primeira coluna foi avaliada com base no peso relativo de três indicadores, escolhidos de acordo com os objectivos fixados em 5.1. Esses indicadores são a “taxa de cobertura para o abastecimento doméstico”, a “taxa de cobertura para o abastecimento à agricultura (incluindo o golfe)” e o “índice de exploração dos aquíferos”.

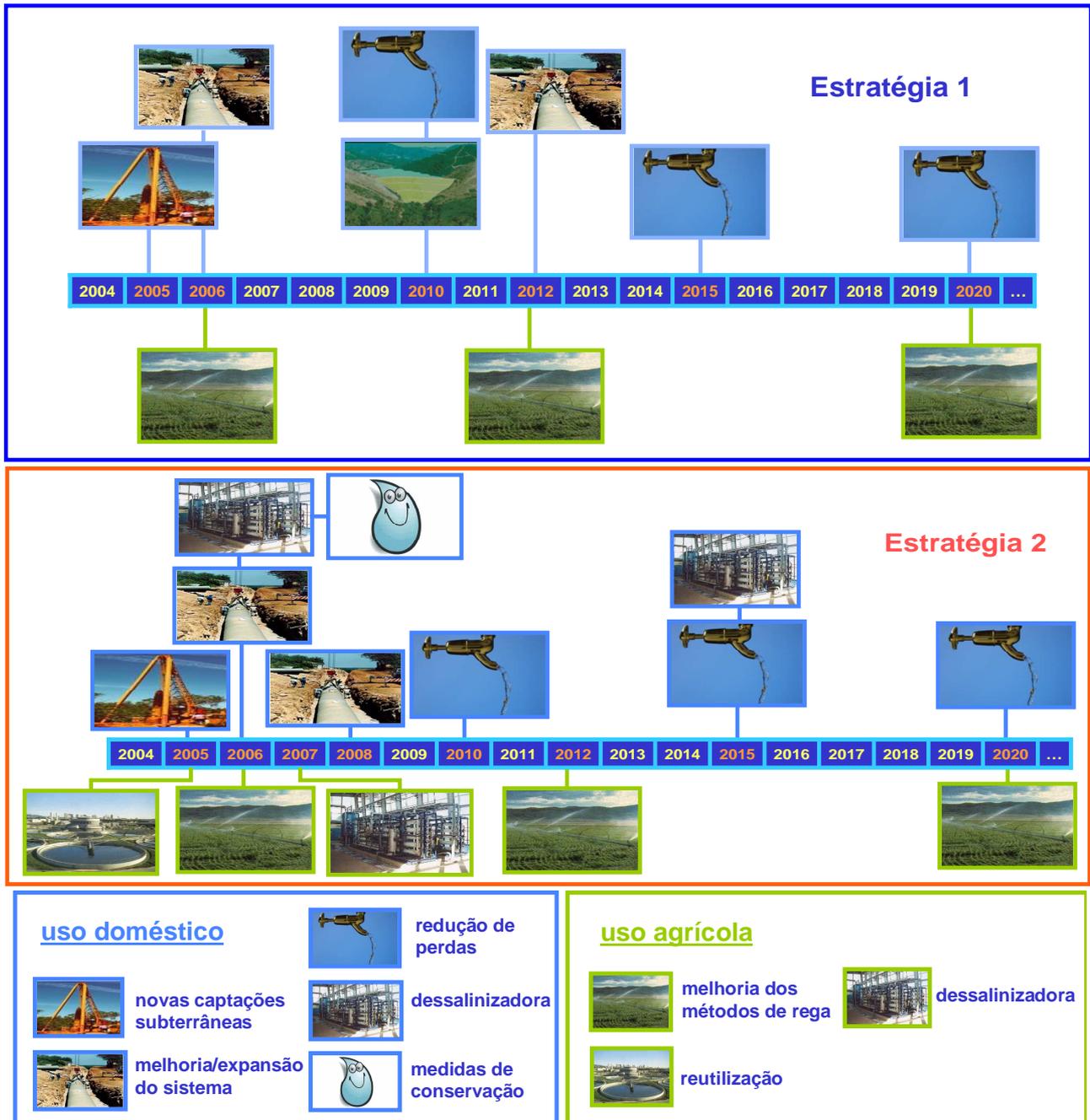


Figura 5. Exemplos de duas das estratégias formuladas e distribuição temporal das diferentes opções de gestão de recursos hídricos implementadas nas mesmas (adaptado de Silva & Maia, 2006).

Sendo dada ênfase à problemática do abastecimento público, o peso considerado para o respectivo indicador foi de 0.7, correspondendo aos dois restantes indicadores um peso idêntico de 0.15. Adicionalmente, o Quadro 4

também apresenta os custos directos e ambientais associados aos aglomerados urbanos abastecidos pelo sistema multimunicipal.

Quadro 4: Principais resultados da avaliação das estratégias de gestão de recursos hídricos.

	Toda a bacia	Aglomerados abastecidos pela AdA	
	Eficiência	Custos - PV, milhões €	
		directos	ambientais
Sem estratégia de recuperação de custos			
Situação de referência	0.15	1040	114
Estratégia 1	0.62	1233	134
Estratégia 2	0.74	1104	118
Com estratégia de recuperação de custos			
Estratégia 1	0.85	1022	103
Estratégia 2	0.85	941	94

Assim, verifica-se que, sem aplicação de uma estratégia de recuperação de custos, a estratégia 1 implica um acréscimo de cerca de 18% nos custos directos e 17% nos custos ambientais relativamente à situação de referência, enquanto a estratégia 2 somente apresenta acréscimos de 6% e 3%, respectivamente. Se for aplicada uma estratégia específica de recuperação de custos com o objectivo de atingir 100% de recuperação de custos directos a partir de 2020 e um mínimo de 70% de custos ambientais a partir em 2025, verifica-se que em 2035 a estratégia 2 implica um menor aumento do custo para o utilizador (10.1%) do que para a estratégia 1 (19.7%) relativamente ao preço verificado para o caso de referência (0.68 €/m³) nesse mesmo ano.

6. Conclusões

O trabalho apresentado permitiu enfatizar as potencialidades e a importância crescente dos modelos de apoio à decisão na gestão dos recursos hídricos. De facto, o conjunto alargado de opções de gestão que é possível simular, e os aspectos económicos, sociais e institucionais que podem ser introduzidos são valências importantes numa tomada de decisão que se pretende cada vez mais rápida e eficiente.

As simulações de opções de gestão, consideradas isoladamente, permitem de antemão analisar quais as potencialidades das mesmas e o seu efeito na região, de forma a formular estratégias de gestão de recursos hídricos adequadas e inovadoras.

Mau grado as duas opções apresentadas isoladamente serem ambas do “tipo estrutural”, os resultados obtidos com as duas estratégias consideradas não só confirmam a importância de soluções estruturais de pequena dimensão, aplicadas a nível local como também enfatizam o papel das opções ditas “não-estruturais” que, combinadas de forma adequada e desfasadas no tempo, permitem alcançar resultados idênticos mas com custos directos e ambientais associados muitas vezes inferiores.

Finalmente, é importante ter em conta que as opções e as estratégias aqui apresentadas devem ser consideradas como exemplificativas. A consideração de objectivos e indicadores diferentes dos indicados poderia eventualmente conduzir à obtenção de resultados qualitativamente não-coincidentes.

Referências

- EEA (1999). Environmental indicators: Typology and overview. Technical report No 25, European Environment Agency.
- Maia, R. (2005). *Chapter 7: Application to the development and performance assessment of water management strategies in Ribeiras do Algarve River Basin – Portugal*, Water management in arid and semi-arid regions: interdisciplinary perspectives, Edward Elgar Publishing, pp 41-104, ISBN: 1845424239.
- LA (2005). Lei 58/2005, Nova Lei da Água. Diário da República 249/2005.
- NTUA (2005). *Deliverable 16: Coherent water management scenarios*, Relatório interno do Projecto WaterStrategyMan, Grécia.
- PBHRA (2001). *Plano de Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Algarve*, 3ª Fase, Anexo 1 – Cálculo das Utilizações e Necessidades de Água.
- ProGEA (2004). *The WaterStrategyMan DSS – A comprehensive Decision Support System for the Development of Sustainable Water Management Strategies*, Relatório do Projecto WaterStrategyMan, Itália.
- Silva, C. e Maia, R. (2006). *Water management solutions for the Algarve river basin*, Special issue of the IAHS Red Book Series (submetido).
- Walmsley, J.J. (2002). *Framework for Measuring Sustainable Development*, Catchment Systems. Environmental Management, Volume 29, Number 2, pp 195-206.