

ODEANA – UM AMBIENTE HIDROINFORMÁTICO DE SUPORTE À DECISÃO NA GESTÃO DA ÁGUA NUMA BACIA HIDROGRÁFICA

José M. P. VIEIRA

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Braga Portugal, tel: 351+253604722, jvieira@civil.uminho.pt

José L. S. PINHO

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Braga Portugal, tel: 351+253604725, jpinho@civil.uminho.pt

Maria Manuela C. L. LIMA

Prof. Auxiliar, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Guimarães-Portugal, tel: 351+2535103207, mmlima@civil.uminho.pt

RESUMO

A aplicação da Directiva-Quadro da Água traduz-se em novos desafios para a gestão da qualidade da água no espaço da União Europeia, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável, acentuando-se a necessidade de se poder dispor de ferramentas efectivas de suporte à decisão.

O crescimento exponencial das capacidades informáticas dos últimos anos, que tem possibilitado a criação de bases de dados e a aplicação de modelos matemáticos de crescente alcance e sofisticação, favorece o desenvolvimento e a instalação de novas competências nas tarefas de planear e gerir a água no âmbito de uma bacia hidrográfica.

Este trabalho faz uma apresentação do ODeAnA, sistema de suporte à decisão (SSD), presentemente em fase de desenvolvimento, para a gestão da água no Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA), que incorpora plataformas inovadoras e adaptadas às necessidades da gestão da água naquele empreendimento. Descreve-se a sua estrutura, objectivos, componentes principais e a forma como são integradas no sistema global.

O ODeAnA foi concebido para funcionar em plataforma *Web* e compõe-se de três sistemas principais: informação, modelação e análise. O sistema de informação compreende o sistema de informação geográfica, as bases de dados e os meios de difusão de informação. O sistema de modelação constitui o núcleo central do ODeAnA e é formado pelos modelos hidrológicos, hidrodinâmicos e de qualidade da água dos principais sistemas de massas de água lótic e lénticas e pelos modelos hidráulicos e de qualidade da água das diferentes infra-estruturas que compõem o EFMA. É apoiado no sistema de informação e alimenta o sistema de análise que contempla a definição estratégica de cenários e a análise de casos. Cada um destes sistemas é operado a partir de interfaces gráficas, especificamente desenvolvidas para o efeito, considerando o perfil definido para os seus utilizadores. A necessidade de integrar modelos, informação espacial e não-espacial e ferramentas de análise, determinou um cuidado especial no desenho de interfaces SIG amigáveis, contemplando a avaliação de múltiplos objectivos de gestão.

Palavras-chave: sistema de suporte à decisão, SIG, modelos matemáticos, bases de dados, plataforma *Web*.

1 INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento económico e tecnológico determinaram uma contínua degradação da qualidade dos recursos hídricos disponíveis, verificando-se, actualmente, grandes preocupações no controlo da sua qualidade. Esta sensibilização para o problema da qualidade da água, que, de início, se baseava primordialmente em conceitos económicos de minimização de custos associados a doenças transmitidas por via hídrica e de custos de tratamento de água indispensáveis aos processos de fabrico nas indústrias foi, paulatinamente, ganhando novas dimensões baseadas em conceitos inovadores de protecção da Natureza, considerando os meios hídricos não só como um recurso mas também como sistemas ambientais a preservar.

A absoluta dependência humana do funcionamento contínuo e equilibrado do ecossistema global aconselha a que sejam promovidas e aplicadas políticas de gestão baseadas num uso sustentável da água à escala da bacia hidrográfica. O desafio que se coloca é, pois, o de satisfazer as necessidades da sociedade actual (em energia e usos domésticos, agrícolas e industriais) e suas perspectivas de evolução social e económica (crescimento populacional, desenvolvimento industrial), num cenário de progressiva escassez de água em quantidade e qualidade aceitáveis, protegendo, simultaneamente, a saúde do ambiente aquático e o serviço prestado pelo ecossistema de água doce.

Esta atitude deve reflectir-se nas componentes essenciais da política de gestão da água, nomeadamente no seu uso eficiente e na protecção e recuperação das águas naturais procurando, assim, satisfazer as necessidades das actividades humanas de forma sustentada e impor regimes de exploração de infra-estruturas hidráulicas que salvaguardem as funções críticas dos ecossistemas.

No conjunto dos países da União Europeia tem-se assistido a uma progressiva integração de políticas ambientais, constituindo a Directiva 2000/60/CE (Directiva-Quadro da Água-DQA) (UE, 2000), um instrumento de actuação extremamente ambicioso para a gestão da água, numa perspectiva de sustentabilidade ao nível da bacia hidrográfica. Neste contexto, a DQA assume particular relevância para a fundamentação da necessidade de harmonização de metodologias e compatibilização de estratégias a adoptar na gestão da água. Devido a vários factores de difícil previsão e conciliação, nomeadamente ao conflito de interesses na utilização da água, ao carácter aleatório dos fenómenos hidrológicos e às limitações de ordem técnica, económica e social, esta abordagem integrada constitui uma tarefa de enorme complexidade.

O rápido desenvolvimento das tecnologias da informação, as capacidades para a gestão e modelação de bases de dados e, em particular, o processamento de informação espacial e de representação gráfica, têm criado condições para o aparecimento de novos e melhorados meios de suporte à gestão da água à escala da bacia hidrográfica. Contudo, a utilização destas novas ferramentas informáticas deve ser precedida de um processo de adequação a cada caso de aplicação, para o qual se devem considerar todos os elementos relevantes necessários à perfeita caracterização dos meios hídricos e à definição rigorosa dos objectivos de gestão.

A identificação de objectivos num processo de gestão de qualidade da água deve reflectir o nível de detalhe pretendido para a análise do problema em estudo, o qual está intimamente relacionado com o âmbito espacial da sua aplicação. Após o estabelecimento de um quadro de objectivos, o processo de gestão da qualidade da água à escala da bacia hidrográfica deverá resultar numa avaliação de diferentes alternativas e no estabelecimento de prioridades e calendarização de potenciais projectos, considerando as oportunidades e limitações físicas e de gestão do sistema.

No processo de planeamento e gestão de meios hídricos, a reprodução consistente e simplificadora da realidade através de modelos matemáticos, tem-se revelado, na prática, muito atraente. Na última década, modelos de simulação, modelos de optimização, modelos de decisão, bases de dados, sistemas periciais e sistemas de informação geográfica têm sido ferramentas largamente utilizadas, isoladamente, na investigação e na gestão de sistemas aquáticos. A integração coerente destas ferramentas informáticas constitui um Sistema de Suporte à Decisão (SSD),

proporcionando aos seus utilizadores uma ferramenta poderosa para manuseamento de toda a informação necessária ao processo de decisão (Verhaeghe, R.J. *et al.*, 1996; Vieira, J.M.P., 1999).

A gestão da água no âmbito da bacia hidrográfica, deve basear-se numa informação muito vasta que pode ser agrupada da seguinte forma: informação científica e técnica (abrangendo dados relativos ao sistema natural em estudo, nomeadamente físicos, químicos, biológicos e sócio-económicos); informação de gestão (relacionada com as disponibilidades financeiras, de recursos humanos e de programação de actividades); informação pública (responsável pelo fluxo de informação com as populações interessadas).

A tarefa de tratamento desta informação, assume a forma de um problema de elevada dimensionalidade, que pressupõe a disponibilidade de meios eficientes para o processamento dos dados necessários ao estabelecimento de diferentes opções de planeamento e de gestão. A análise e a avaliação de diferentes estratégias podem ser realizadas através de esquemas relacionais estruturados e de um conjunto de modelos matemáticos adequados ao problema a equacionar.

O Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) pretende contribuir para o desenvolvimento económico e social do Alentejo a partir do aproveitamento da água armazenada nas albufeiras de Alqueva e Pedrógão e do conjunto das suas estruturas hidráulicas, tendo como objectivos de gestão a garantia de quantidade e qualidade da água adequadas para os seus usos definidos: conservação da natureza; abastecimento de água para consumo; energia eléctrica; irrigação e recreio.

Com o objectivo de contribuir para um desempenho eficaz da Empresa de Desenvolvimento e Infra-estruturas de Alqueva (EDIA) na gestão da água na região de influência do EFMA, está, presentemente, a ser desenvolvido pelo Laboratório de Hidráulica e Recursos Hídricos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, o projecto ODeAnA – Operação, Decisão e Análise para a Gestão da Água em Alqueva, reforçando-se, assim, competências da empresa nesta área, dotando-a de meios tecnologicamente avançados que sustentem as suas políticas de gestão da qualidade da água em todo o empreendimento.

2 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EFMA

O rio Guadiana nasce em Espanha, nas lagoas de Ruidera, a 1700 m de altitude, desenvolvendo-se ao longo de 810 km até à foz, na costa sul atlântica de Portugal, junto a Vila Real de Santo António. Parte do seu percurso situa-se em Portugal, cerca de 260 km, 150 dos quais estritamente em território português e 110 definindo fronteira com Espanha.

A área total de drenagem da bacia do Guadiana, de forma alongada, é de 66800 km², repartindo-se por 83% em Espanha e 17% em Portugal. A população residente no interior da bacia é de 1,9 milhões de habitantes, sendo de 230 mil (12%) em Portugal. A densidade populacional média na bacia aproxima-se dos 28 habitantes/km², sendo de 20 habitantes/km², na parte portuguesa. A precipitação média anual (80% no período de Outubro-Abril), é de 550 mm (561 mm em Portugal e 540 mm em Espanha), oscilando entre um mínimo de 450 mm na zona de Mértola e Moura e um máximo de 1000 mm nas cabeceiras do Ardila, do Odeleite e do Caia.

O EFMA tem como objectivo garantir o abastecimento de água para rega, para consumo humano e indústria, para a produção de energia eléctrica, bem como assegurar caudais adequados à conservação da natureza. Compreende as barragens de Alqueva e Pedrógão e respectivas albufeiras, centrais hidroeléctricas, o sistema adutor e as redes de rega distribuídas pelos subsistemas de Alqueva (62595 ha), Pedrógão (21860 ha) e Ardila (30125 ha). A rede de canais de rega é constituída por 2554 km de extensão, repartida por 314 km na rede primária e 2240 km na rede secundária (EDIA, 2006).

A albufeira de Alqueva, à cota do seu nível de pleno armazenamento (152 m), abrange uma área de 250 km² e possui uma capacidade total de 4150 milhões de m³. Esta, desenvolvendo-se ao longo de 83 km do rio Guadiana, abrange territorialmente 19 concelhos do Alto e Baixo Alentejo e constitui a reserva de água fundamental de alimentação da maioria das infra-estruturas do EFMA (Quadro 1).

Quadro 1 – Características das infra-estruturas do EFMA (adaptado de EDIA, 2006)

Barragem de Alqueva				
Tipo	Cota de coroamento	Altura máxima	Desenvolvimento do coroamento	Potência
Abobadada	154,00 m	96,00 m	458,00 m	2 × 135 MVA
Albufeira de Alqueva				
Área total	Volume total	Volume útil	Nível de pleno armazenamento	Nível mínimo de exploração
250 km ²	4.150 hm ³	3.150 hm ³	152,00 m	135,00 m
Rede de rega				
Alqueva	Pedrogão	Ardila	Rede primária	Rede secundária
62.595 ha	21.860 ha	30.125 ha	314 km	2.240 km

Com o objectivo de conciliar o desenvolvimento do SSD com o calendário de execução das infra-estruturas, foi estabelecido que a área de estudo prioritária seria constituída pelo subsistema de Alqueva, a montante da albufeira de Alvito. Neste subsistema, o adutor principal tem origem num dos braços da albufeira de Alqueva (Álamos, no rio Degebe) e desenvolve-se até à albufeira do Roxo. A água é bombeada em Álamos e segue para Alvito, através das albufeiras de Álamos e de Loureiro. Desta última deriva um canal para norte até à albufeira de Monte Novo (Figura 1).

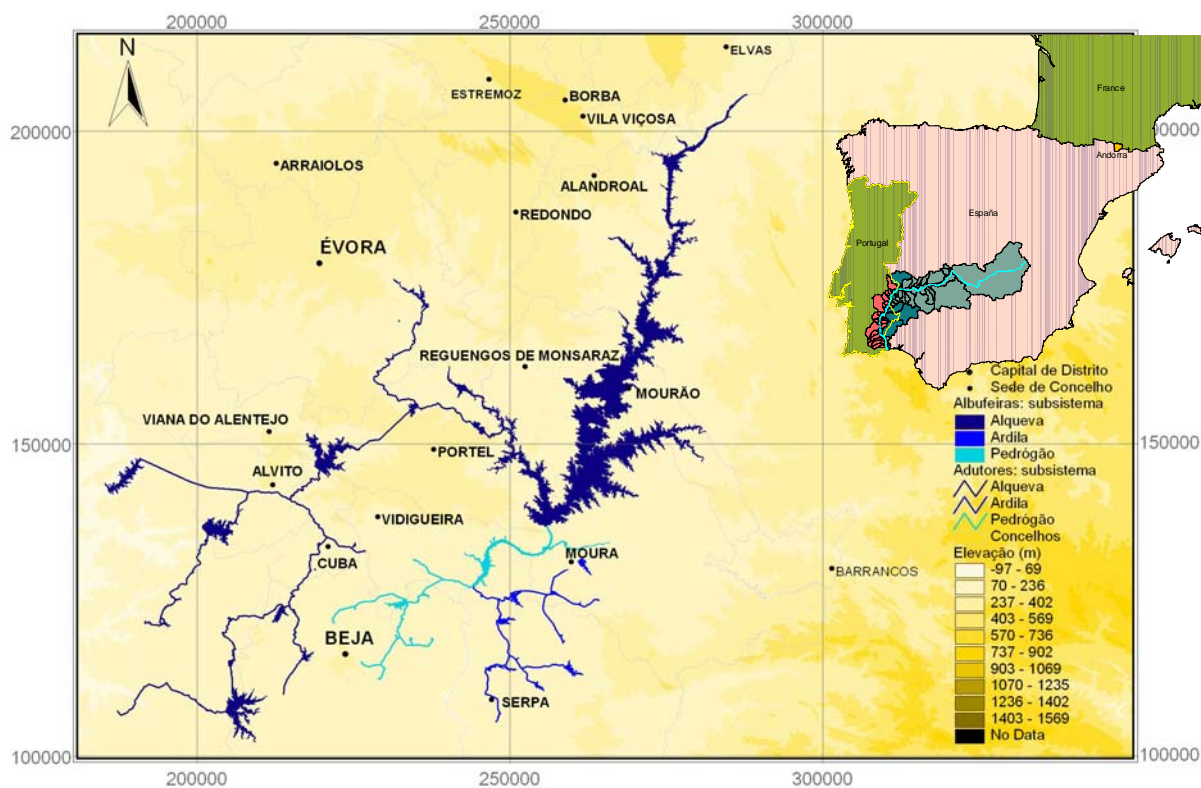


Figura 1 – Área objecto de estudo

3 DESCRIÇÃO DO SSD-ODeAnA

3.1 Introdução

De uma forma genérica, podemos definir um SSD como uma solução tecnológica interactiva, flexível e adaptável, especialmente desenhada para apoiar o processo de decisão em problemas complexos de gestão estratégica deficientemente estruturados, nomeadamente na avaliação de impactos de medidas de política, contemplando cenários diferenciados.

A aplicabilidade a um problema de gestão concreto, aconselha a que a construção de um SSD seja destinada a um caso específico e acompanhada pelos seus utilizadores, evitando-se a utilização de soluções pré-concebidas. Uma ferramenta clássica inclui três componentes básicas: (i) capacidades de gestão de sofisticadas bases de dados com acesso interno e externo a dados, informação e conhecimento; (ii) ambiente de acesso a modelos matemáticos; (iii) interfaces amigáveis simples, proporcionando interactividade ao utilizador na avaliação de impactos a medidas de política, com capacidades gráficas e de elaboração de relatórios (Haagsma, 1996; Shim *et al.*, 2002).

Estas soluções tecnológicas, originalmente desenvolvidas para empresas financeiras, têm vindo a despertar muito interesse na aplicação em problemas de gestão ambiental (Vieira *et al.*, 2002). A sua aplicação em assuntos de planeamento e gestão estratégica da água a diferentes escalas (espacial e temporal) numa bacia hidrográfica têm-se mostrado de grande utilidade (Matthies *et al.*, 2003, HarmonIT, 2002, DayWater, 2004).

Nas últimas décadas, a *Internet* tem ganho cada vez maior atractividade para o desenvolvimento de soluções informáticas, dadas as suas enormes potencialidades de interacção com o utilizador e a disponibilidade de meios de visualização gráfica, sendo de prever grandes avanços na construção de SSD com utilização desta plataforma. A sua instalação em servidor da entidade gestora permitirá, com maior facilidade, a centralização e o controlo da distribuição de informação (Power, 1999).

Aproveitando as virtualidades das mais modernas ferramentas informáticas disponíveis, o ODeAnA incorpora, em plataforma *WEB*, bases de dados, SIG e modelos de simulação hidrodinâmica e de qualidade da água num sistema flexível e de grande interactividade com o utilizador. Este SSD integra, sob uma interface gráfica amigável ao utilizador, um sistema de gestão de bases de dados (AQuA) e um sistema de gestão de modelos, permitindo a definição de cenários e medidas para objectivos de gestão da água no EFMA, a identificar. (Figura 2).

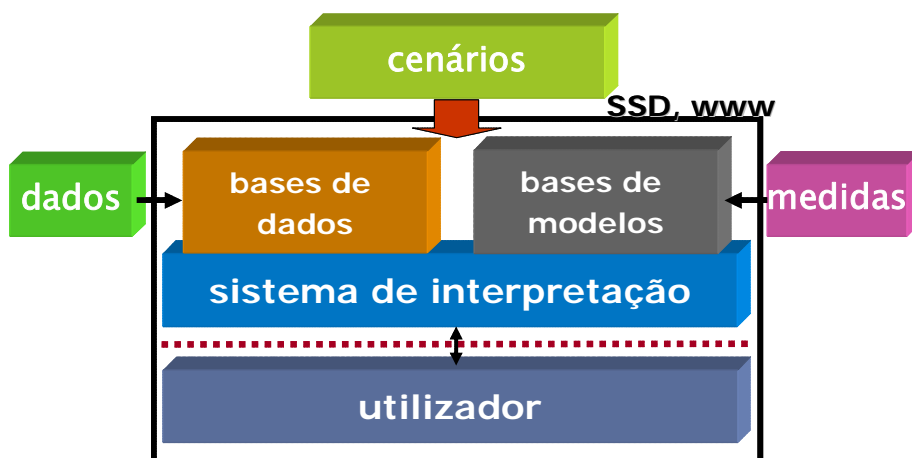


Figura 2 – Organização interna do ODeAnA

O protótipo de SSD a desenvolver considera os seguintes objectivos técnicos e científicos:

- Organização e criação do Sistema de Informação de Recursos Hídricos de Alqueva (SIRHAL), estruturando toda a informação disponível e proveniente do programa de monitorização relativa ao território a gerir, nomeadamente nas seguintes componentes: clima; hidrologia; qualidade da água; ecologia; aspectos económico-sociais.
- Avaliação, selecção e implementação de modelos matemáticos para a descrição das características quantitativas e qualitativas dos sistemas natural e infraestrutural.
- Integração dos modelos seleccionados num ambiente hidroinformático de suporte à decisão para a gestão da água na bacia, constituindo uma ferramenta de suporte à estratégia de monitorização e gestão, conforme preconizado pela DQA.

3.2 Estrutura do protótipo preliminar

O ODeAnA está organizado em três sistemas principais: informação, modelação e análise. O sistema de informação compreende o sistema de informação geográfica, as bases de dados e os meios de difusão de informação. O sistema de modelação é formado pelos modelos hidrológicos, hidrodinâmicos e de qualidade da água dos principais sistemas de massas de água lóticis e lénticas e pelos modelos hidráulicos e de qualidade da água das diferentes infra-estruturas que compõem o EFMA. É apoiado no sistema de informação e alimenta o sistema de análise que inclui a definição estratégica de cenários e a análise de casos. Cada um destes sistemas é operado a partir de interfaces gráficas, especificamente desenvolvidas para o efeito, considerando o perfil definido para os seus utilizadores. A necessidade de partilha de informação entre as várias componentes determinou um cuidado especial no desenho de interfaces para a troca de informação interna, considerando o perfil definido para os seus utilizadores (Figuras 3 e 4).

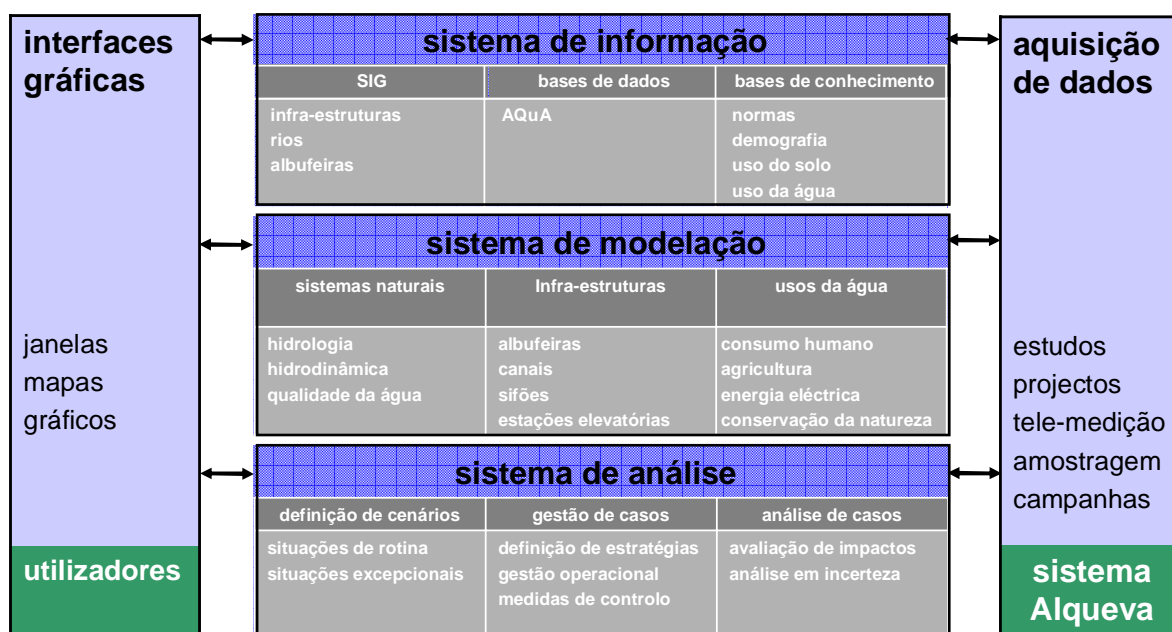


Figura 3 – Componentes do ODeAnA. Protótipo preliminar

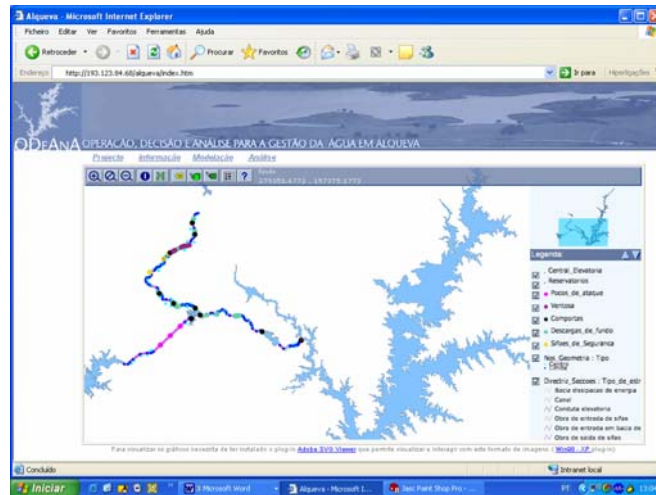


Figura 4 – Vista inicial do ODeAnA

3.3 Sistema de informação

3.3.1 Inventário de estudos anteriores

Procedeu-se a uma identificação de estudos já realizados no EFMA relacionados com qualidade da água, hidrologia e hidrodinâmica. Dada a dimensão da bibliografia técnica disponível, iniciou-se a construção de um cadastro de documentos técnicos que facilitará, no futuro, as tarefas de pesquisa e interligação de estudos e projectos já executados.

3.3.2 Conteúdos temáticos do SIRHAL

O Sistema de Informação de Recursos Hídricos de Alqueva (SIRHAL) foi organizado em seis grupos temáticos conforme se esquematiza na Figura 5. Este sistema de informação é composto por seis grandes temas que, por sua vez, se encontram organizados em subtemas.

A identificação, caracterização e cadastro das fontes de informação consideradas prioritárias para o desenvolvimento do projecto, foram realizados para os seguintes grupos temáticos: Infra-estruturas Hidráulicas, Redes de Monitorização e Variáveis Biofísicas Antrópicas.

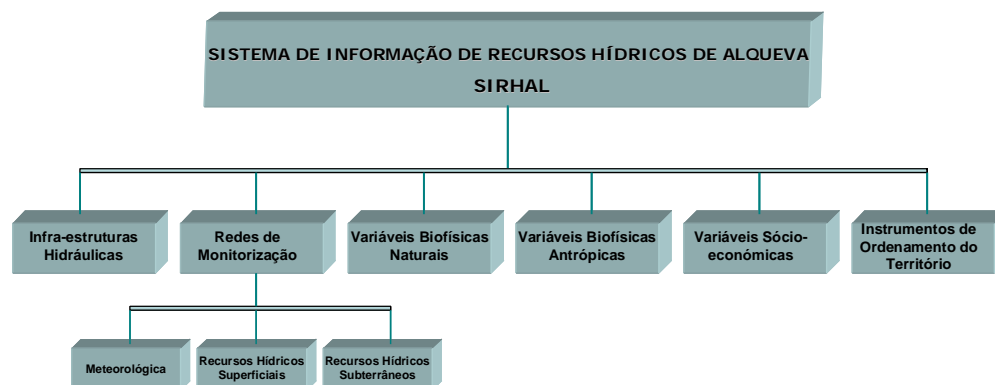


Figura 5 – Grupos temáticos constituintes do SIRHAL

3.3.3 Infra-estruturas e conteúdos geo-referenciáveis

Foram identificadas todas as infra-estruturas que integram o EFMA. Estas infra-estruturas consistem num conjunto de barragens e respectivas albufeiras, estações elevatórias, canais e condutas

de distribuição de água. As características destas infra-estruturas, construídas ou em fase de estudo, foram recolhidas junto da EDIA e foram organizadas em bases de dados, sendo a sua localização e geometria representadas num SIG desenvolvido para o efeito.

A descrição das infra-estruturas foi organizada em três sistemas distintos: subsistema de Alqueva, o subsistema de Pedrógão e o subsistema do Ardila.

3.3.4 Redes de monitorização

Foi realizado um inventário das fontes de informação disponível, relativa à quantidade e qualidade da água e características meteorológicas na área de influência do EFMA.

Para o efeito foram identificados os locais de amostragem que servem de base à monitorização da quantidade e qualidade da água realizada nas estações de responsabilidade da EDIA e do Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos (SNIRH, 2005).

3.3.5 Base de dados AQuA

A base de dados AQuA, criada no âmbito do ODeANA, tem como objectivo principal o desenvolvimento de um sistema para análise e validação de parâmetros de qualidade da água do EFMA. Este sistema visa recolher os dados provenientes de leituras sobre a qualidade da água efectuadas pelas estações de recolha automática ou por técnicos de laboratório, analisando e validando esses mesmos dados e, posteriormente, integrando os dados limpos e consolidados numa base de dados projectada especificamente para o efeito. O sistema assegura mecanismos de detecção de anomalias, bem como, a manutenção de esquemas de resolução para alguns tipos dessas ocorrências. Em termos de análise, é permitida a exploração dos dados, tendo inclusive o apoio de algumas funcionalidades de geo-referenciação, e a geração de relatórios ou gráficos específicos. O sistema está preparado de forma a poder acolher os diversos perfis de utilização definidos – administrador de sistemas, supervisor de resultados, utilizadores internos e externos e público em geral. As funcionalidades do sistema são configuradas de acordo com cada um destes perfis, de forma a salvaguardar as competências e responsabilidades de cada um dos utilizadores.

A implementação do sistema AQuA (Figura 6) foi organizada e desenvolvida segundo dois módulos operacionais, que são responsáveis, respectivamente, por tratarem de todos os serviços relacionados com:

- AQuA Wrapper – extracção, processamento e armazenamento dos dados provenientes das diversas estações de monitorização. Antes dos dados colectados nos diversos processos de recolha serem inseridos na base de dados operacional do sistema, é necessário que estes sejam analisados e tratados de acordo com as regras definidas para cada um dos parâmetros de qualidade envolvidos. O AQuA Wrapper trata da recolha de todos os dados provenientes das estações, faz o seu tratamento e integra-os na base de dados do sistema de acordo com os resultados do seu tratamento.
- AQuA Web – validação e exploração dos dados recolhidos. Este módulo disponibiliza uma plataforma Web para acesso aos dados resultantes das leituras efectuadas sobre a qualidade da água nas diversas redes do sistema e constitui o principal elo de ligação dos utilizadores com o sistema de monitorização. Nesta plataforma estão disponíveis, essencialmente, serviços de integração, validação, análise e exploração de dados sobre a qualidade da água nas infra-estruturas do EFMA.

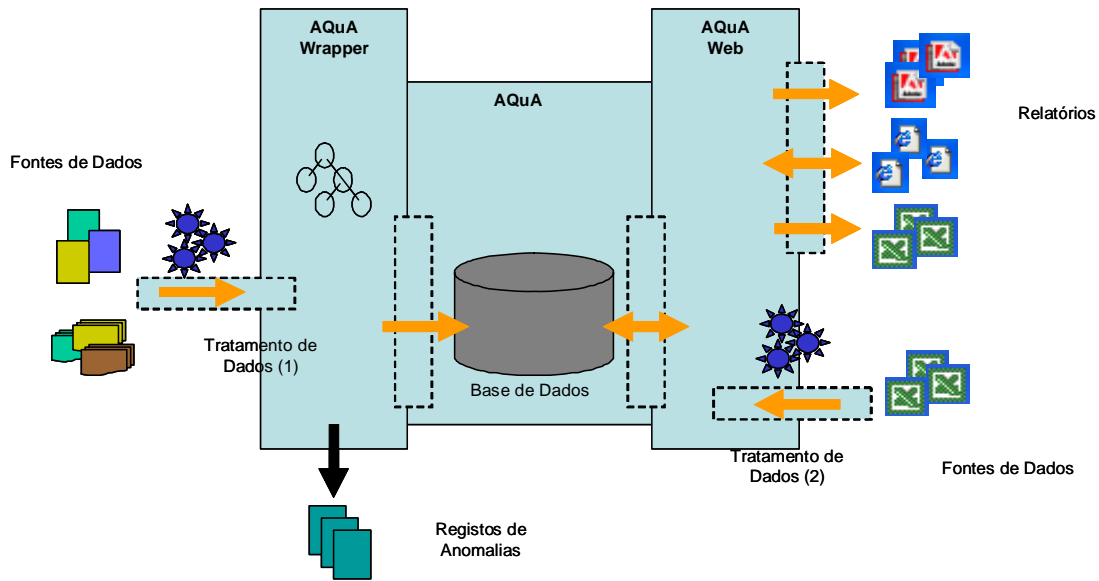


Figura 6 – Módulos do sistema AQuA

3.4 Sistema de modelação

3.4.1 Modelos hidrológicos

Para a construção de modelos hidrológicos de aplicação nas sub-bacias do Guadiana foram seleccionados os programas SOBEK e HEC-HMS.

Atendendo a EDIA apenas dispõe de dados topográficos para a área afectada ao EFMA, decidiu-se recorrer à base de dados topográfica SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) a partir da qual se desenvolveram as ferramentas necessárias à utilização destes dados na construção dos modelos hidrológicos. A título ilustrativo, apresentam-se nas Figuras 7 e 8 o esquema conceptual e as unidades espaciais (descrição da rede, delimitação das sub-bacias e linhas de água) consideradas no modelo hidrológico relativo à bacia do Guadiana entre a foz do rio Caia e a secção de Pulo do Lobo.

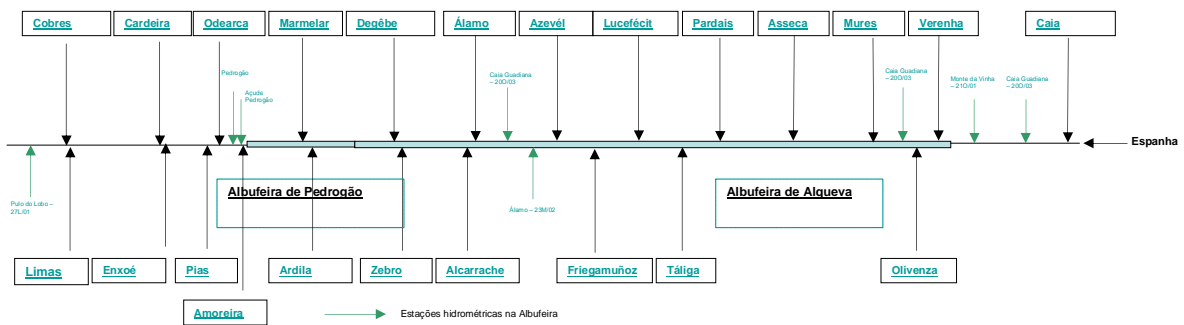


Figura 7 – Modelo hidrológico das bacias a jusante do rio Caia. Esquema conceptual

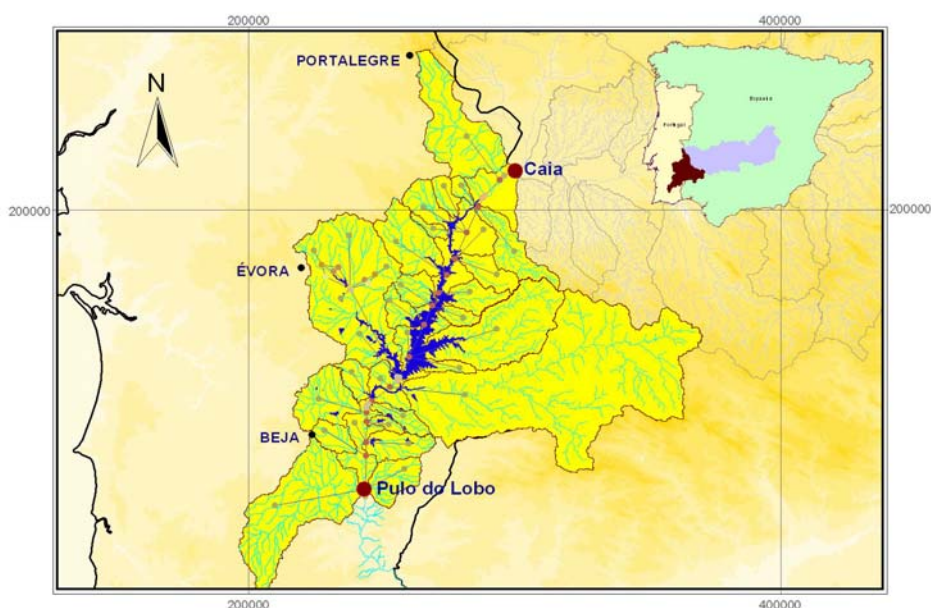


Figura 8 – Modelo hidrológico das bacias a jusante do rio Caia. Unidades espaciais

3.4.2 Modelos de hidrodinâmica e de qualidade da água

A hidrodinâmica e a qualidade da água das massas hídricas são determinantes para o estabelecimento de objectivos de gestão no EFMA, pelo que foi dada particular atenção à respectiva modelação, criando-se modelos de diferente dimensionalidade para simulação de problemas a escalas espaciais e temporais distintas. Utilizam-se as seguintes aplicações de *software*: SOBEK, DUFLOW, RMA2, RMA4, RMA4-UM, DELFT3D, POM-UM, RMA10 e RMA11 (WL, 2005; Scharffenberg, W. 2001). Foram identificadas necessidades de utilização dos seguintes tipos:

- *Modelos hidrodinâmicos uni-dimensionais* na direcção horizontal (1DH) para simulações da hidrodinâmica e da qualidade da água em canais e linhas de água principais (*software* SOBEK, DUFLOW).
- *Modelos hidrodinâmicos e de qualidade da água bi-dimensionais* no plano horizontal (2DH) para simulação de descargas acidentais nas proximidades de albufeiras (*software* RMA2, RMA4, RMA4-UM).
- *Modelos hidrodinâmicos e de qualidade da água tri-dimensionais* (3D) para a análise de situações de escoamento e de transporte de massa em zonas específicas do EFMA em que as propriedades das massas hídricas apresentam comportamento tridimensional, como por exemplo nas albufeiras que apresentam estratificação térmica e em zonas de tomada e restituição de água em estruturas hidráulicas (*software* POM-UM, Delft3D, RMA10 e RMA11).

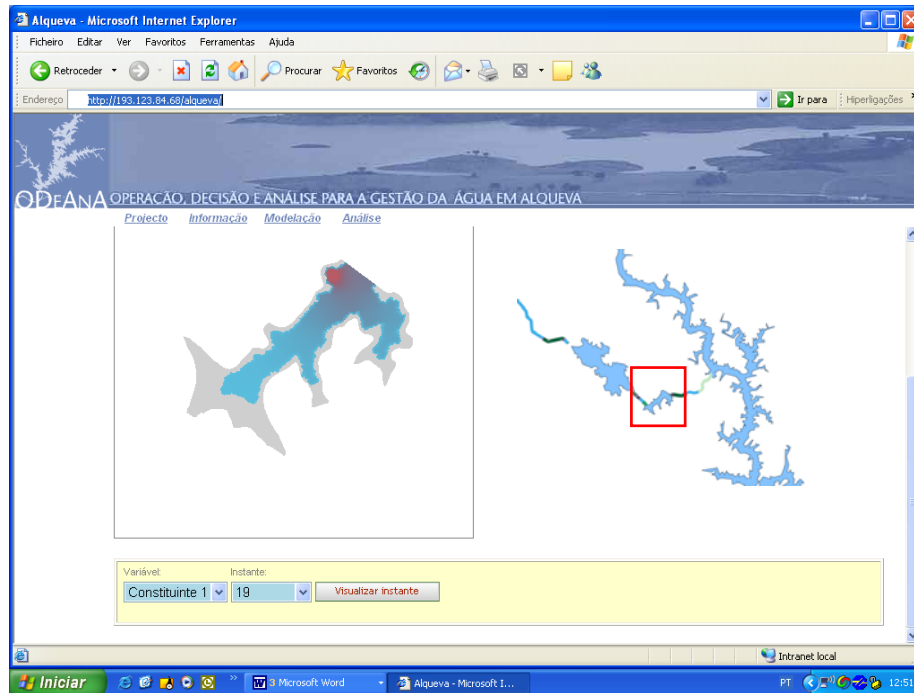


Figura 9 – Exemplo de visualização de resultados obtidos na modelação de uma descarga poluente acidental na albufeira de Álamos III através do interface *WEB*

3.4.3 Modelo hidráulico para as estruturas hidráulicas da rede primária

As principais infra-estruturas que constituem o modelo estão listadas no Quadro 2.

Quadro 2 – Elementos infra-estruturais integrantes do modelo hidráulico

Código	Elemento infra-estrutural
I1	Albufeira de Alqueva
I2	Sistema de adução Alqueva - Álamos
I3	Albufeira de Álamos (III)
I4	Canal de Ligação Álamos III a Álamos I e II
I5	Albufeira de Álamos I e II
I6	Canal Ligação Álamos - Loureiro
I7	Albufeira de Loureiro
I8	Canal de Ligação Loureiro - Monte Novo
I9	Regadio – Infra-estrutura 10
I10	Albufeira de Monte Novo
I11	Túnel de Ligação Loureiro – Alvito
I12	Bloco de rega BA10
I13	Albufeira de Alvito

A caracterização geométrica das infra-estruturas foi desenvolvida com o detalhe correspondente ao de projecto de execução (ou levantamento no caso de infra-estruturas existentes), distinguindo-se duas situações físicas distintas: albufeiras e sistemas adutores.

No caso das albufeiras consideraram-se os seguintes elementos: fundo ou topografia do terreno; planta correspondente aos níveis relevantes; cortes; características das barragens; descarga de fundo e de caudal ecológico; descarregadores intermédios; descarregadores de cheia. No caso dos canais, túneis e condutas em pressão consideraram-se os seguintes elementos: planta com traçado do eixo; perfil longitudinal; secções transversais; acessórios.

O modelo hidráulico das infra-estruturas da rede primária foi criado com o *software* SOBEK e outro *software* especificamente desenvolvido para o efeito, bem como a interface *WEB* para a sua operacionalização e para a visualização de resultados. Desenvolveu-se, ainda, uma aplicação informática para o modelo hidráulico do sistema elevatório de Álamos, composto pela estação elevatória (tomada de água e central) e pelo circuito de elevação (conduta forçada e estrutura de descarga no canal). Na Figura 10 apresenta-se a localização deste sistema.

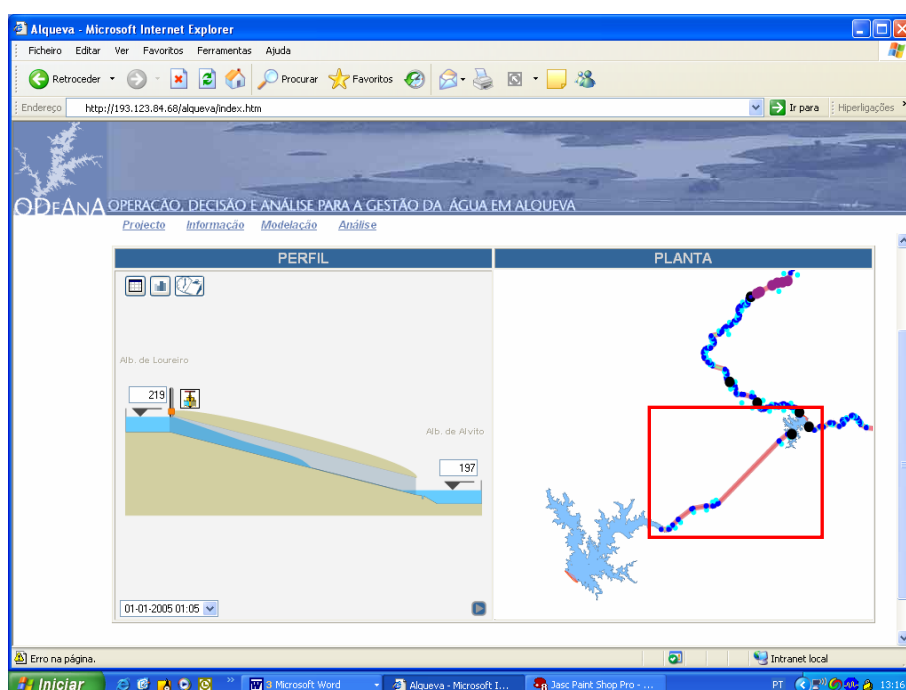


Figura 10 – Modelo hidráulico da rede primária a montante de Alvitto. Esquema

3.5 Sistema de análise

O objectivo último de um SSD pretende ser o apoio ao processo de decisão em problemas complexos através da estruturação de informação e da análise e avaliação dos impactos de diferentes medidas alternativas. Quando estamos em presença de sistemas ambientais, a complexidade dos problemas a equacionar está relacionada com a incerteza do comportamento do sistema causada pela falta de informação essencial para descrever os fenómenos naturais relevantes e pela imperfeição da sua representação por modelos matemáticos. Esta complexidade é geralmente agravada com o facto de existirem, na região em estudo, diversos actores com responsabilidades repartidas na solução dos problemas existentes.

O desenvolvimento do sistema de análise do ODeAnA será feito em etapas sucessivas, de modo a construir-se um protótipo preliminar do SSD no qual serão identificados objectivos de gestão para

cenários e medidas a definir. A gestão das bases de dados, de conhecimento e dos modelos a utilizar será baseada na organização interna que se apresenta na Figura 11, onde são definidos três blocos operacionais: bacia de drenagem, meios hídricos e estruturas hidráulicas.

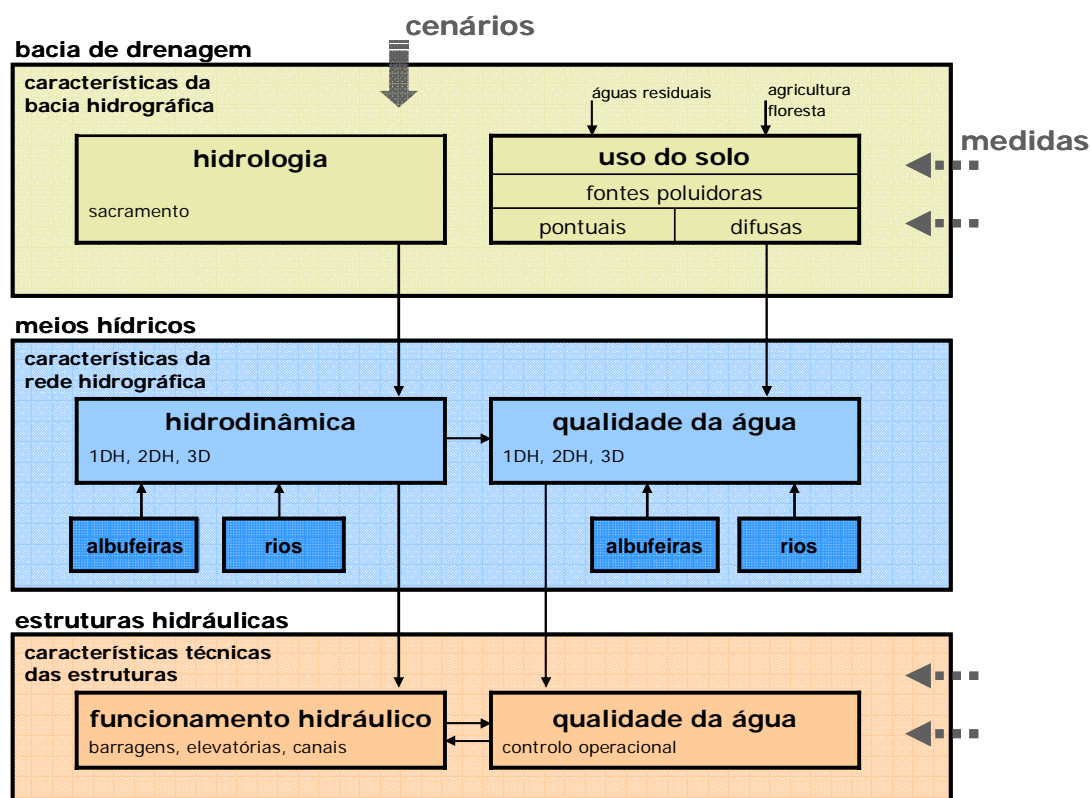


Figura 11. Diagrama geral de blocos. Protótipo preliminar

4 PERSPECTIVA SOBRE O TRABALHO

Após se ter concluído a estruturação global da plataforma informática, a definição de interfaces para o utilizador, a construção do sistema de informação e parte do sistema de modelação (escolha de modelos hidrológicos, de hidrodinâmica e de qualidade da água), o ODeAnA está presentemente em fase de implementação de modelos e respectivas interfaces operacionais. Na fase seguinte será construído um primeiro protótipo do SSD com a inclusão de cenários e medidas para objectivos a estabelecer na gestão da quantidade e da qualidade da água no EFMA.

5 AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à EDIA o apoio financeiro concedido para a realização deste estudo, possibilitando, assim, uma experiência inovadora no desenvolvimento de ferramentas informáticas para o suporte do processo de decisão no domínio da gestão da água em bacias hidrográficas portuguesas.

6. BIBLIOGRAFIA

DayWater (2004) An Adaptive Decision Support System (ADSS) for the Integration of Stormwater Source Control into Sustainable Urban Water Management Strategies. <http://www.daywater.org>.

EDIA (2006) <http://www.edia.pt>

HAGSMA, I (1996) "Integrated Modelling Facilitated by Standard Data Formats as a Tool for a Generic Decision Support System", in *Hydroinformatics '96*, edited by Müller, Rotterdam, Balkema, pp. 179-185.

HarmoniIT (2002) IT Frameworks – HarmoniIT, research project funded by the European Commission aiming at the development and implementation of a European Open Modelling Interface and Environment (OpenMI). <http://www.harmonit.org>.

MATTHIES, M., BERLEKAMP, J., LAUTENBACH, S., GRAF, N., REIMER, S. (2003) "Decision Support Systems for the Elbe River Water Quality Management", in *Proceedings ModSim 2003*, Townsville, Austrália, pp. 284-289.

POWER, D.J. (1999) "Decision Support Systems Glossary". DSS Resource. www.dsssresources.com.

SCHARFFENBERG, W. (2001) "Hydrologic Modeling System HEC-HMS-User's manual", U.S. Army Corps of Engineers, USA.

SHIM, J.P., WARKENTIN, J.F., COURTNEY, D.J., POWER, D.J., SHARDA, R., and CARLSSON, C. (2002). "Past, Present, and Future of Decision Support Technology. *Decision Support Systems*" **33**, pp 111-126.

SNIRH (2005) – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos, Rede Nacional de Qualidade da Água da Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana (dados disponíveis *online*), www.snirh.inag.pt.

UE (2000) – "Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece um Quadro de Acção Comunitária no Domínio da Política da Água", *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, **L327**, 22.12.2000, pp. 1-73, http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-framework/index_en.html.

VIEIRA, J.M.P (1999) "Decision Support Systems for Water Resources Planning and Management", in *VII International Conference on Enhancement and Promotion of Computational Methods in Engineering and Science*, (Edited by Bento J., Oliveira E.A. and Pereira E.), **2**, pp. 1197-1206. Elsevier Science Ltd, Oxford, UK.

VIEIRA, J.M.P., PINHO, J.L.S. (2002) "Decision Support Systems for Water Resources Management in Coastal Zones", in *3rd World Congress of the International Water Association (IWA)*, Melbourne, Australia.

VIEIRA, J. M.P. (2003) "Gestão da Água em Portugal. Os desafios do Plano Nacional da Água". *Revista Engenharia Civil*, **16**, Universidade do Minho, Portugal, pp. 5-12.

WL (2005) "SOBEK – Reference Manual". Delft Hydraulics, Netherlands.