



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## APOIO À GESTÃO INTEGRADA DO USO DA ÁGUA NO EMPREENDIMENTO DE FINS MÚLTIPLOS DE ALQUEVA

O Sistema de Informação Geográfica da EDIA na gestão do recurso água

Duarte CARREIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Director Informação Geográfica e Cartografia, EDIA,S.A., dcarreira@edia.pt

### Resumo

A implantação do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) levou à concepção, execução, construção e exploração das infraestruturas que asseguram o desenvolvimento da actividade de captação, adução e distribuição de água, definidas como infra-estruturas primárias e secundárias do EFMA.

Para além das actividades ligadas ao projecto, operação e manutenção destas infraestruturas, que em 2017 forneceram 330 hm<sup>3</sup> de água, há um conjunto de actividades relacionadas com a gestão da água no seu sentido lato, que beneficiam do acervo de informação centralizado no SIG ou acedido através deste a integrações expeditas com outros sistemas de informação, como sejam o sistema de facturação, de expropriações, de licenciamento de captações de água para rega, e de informação geográfica oficial, como as áreas de REN e RAN, ZPE's e outras delimitações relevantes para os diversos usos da água em análise.

O SIG tem assumido, de forma natural e progressiva, o papel de janela multidisciplinar para a informação existente, apoiando decisões quanto aos usos da água, permitindo acelerar, na medida do possível, os processos de análise que levam a decisões de licenciar ou não uma captação de água para rega, emitir parecer positivo ou negativo à pretensão de regar uma área limítrofe ao EFMA (denominados precários no regime de Aproveitamentos Hidroagrícolas), de informar sobre a existência de condicionantes ao regadio constantes das Declarações de Impacte Ambiental, ou até de alargar – em que medida e onde – o EFMA a uma 2ª fase, beneficiando 50.000 ha de terrenos agrícolas usando os recursos hídricos previamente concessionados ao regadio no EFMA.

A presente comunicação visa, neste contexto, apresentar de forma sucinta algumas das utilizações actuais do SIG da empresa, direccionadas para o apoio à decisão, de forma pragmática, relacionadas com usos da água na área de influência do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva.

**Palavras-chave:** SIG, Alqueva, Água, Multiusos, Regadio, Captações, Suporte à Decisão.

**Tema:** Gestão integrada da água, do território e das cidades.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## 1. INTRODUÇÃO

A implantação do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva (EFMA) levou à concepção, execução, construção e exploração das infraestruturas que asseguram o desenvolvimento da actividade de captação, adução e distribuição de água, definidas como infra-estruturas primárias e secundárias do EFMA.

A EDIA, Empresa de Desenvolvimento e Infraestruturas do Alqueva, responde diariamente ao desafio de gerir este conjunto integrado de infraestruturas, que incluem para além da Barragem de Alqueva e da Barragem de Pedrógão, e respectivas centrais hidroeléctricas, cerca de 30 barragens e 36 reservatórios, numa rede primária de adução de água com 360 km e 12 estações elevatórias, abastecendo uma área de regadio de 120 000 ha através de uma rede secundária de condutas com cerca de 1600 km, e 23 barragens e reservatórios, e 33 estações elevatórias.

O SIG da empresa dá resposta às várias fases de planeamento macro e de estudos de viabilidade e de pormenor até à implantação do projecto, e, finalmente, dando suporte também à fase de operação das infraestruturas construídas. Este suporte é dado a todas as actividades que possam beneficiar da fácil e rápida localização de activos no terreno, indo desde a organização do arquivo de telas finais à sua informatização em base de dados geográfica, possibilitando um conjunto de consultas eficazes pelas equipas de Operação e Manutenção, como a sua consulta no terreno através de tablets e telemóveis, passando pela determinação dos valores a facturar ao cliente final, quer ao nível da componente de Conservação quer ao nível do consumo de água, facilitando o seu registo e consulta, passando pela interligação a diversos sistemas de informação de suporte à Operação, como sejam o sistema de gestão de activos, o Portal do Regante (portal do cliente do EFMA), a modelação da optimização de transferências de água, a simulação hidráulica das diversas redes sob pressão do EFMA, ou o dimensionamento e validação das alterações solicitadas a estas mesmas redes.

A presente comunicação visa, neste contexto, apresentar de forma sucinta algumas das utilizações actuais do SIG da empresa, direccionadas para o apoio à decisão, de forma pragmática, relacionadas com usos da água na área de influência do Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva num esforço de focar os aspectos que têm vindo a assumir maior relevância na transição de um período de grande intensidade de construção e projecto para o período actual onde a operação e manutenção ocupam, naturalmente, cada vez mais espaço nas actividades da empresa.

## 2. FUNÇÕES FUNDAMENTAIS

Sendo a EDIA uma empresa concessionária de um Empreendimento de Fins Múltiplos onde o veículo principal para desenvolver estes fins é a obra hidráulica de Alqueva, é em diversos aspectos uma utilizadora típica do sector de *Utilities* na sua relação com SIG (Kaushal, 2009; Meyers, 1999).



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Assim, podemos enumerar os aspectos mais evidentes desta actividade: projecto hidroagrícola, avaliação de impactes ambientais, expropriações, acompanhamento ambiental em fase de obra, construção, e operação e manutenção das infra-estruturas já construídas. Ou seja, as actividades que de alguma forma necessitam da localização de elementos – activos, condicionantes, ou recursos – são os habituais beneficiários do SIG.

A informação base que interessa às actividades da EDIA é constituída sobretudo por dados sobre as infra-estruturas projectadas, em construção, e já concluídas – a localização e traçado das infra-estruturas sob responsabilidade da EDIA e outras entidades – e sobre o território onde se desenvolvem – solos, altimetria, hidrografia, ortofotomapas, uso do solo, rede viária, cadastro predial e faixas de expropriação e indemnização, planos de ordenamento do território bem como ocorrências de património cultural, entre outros.

Ao sector de projecto hidroagrícola interessará a altimetria, solos, hidrografia, ortofotocartografia, rede rodoviária, uso do solo, e cadastro de propriedade, bem como a versão final de estudos prévios efectuados, sendo as variáveis mínimas a fornecer aos projectistas.

À avaliação de impactes ambientais, são necessárias quer a informação de base territorial (planos de ordenamento, áreas protegidas, e outras), quer a informação do próprio projecto de execução.

À empreitada interessará a versão final do projecto de execução, bem como as faixas de expropriação, indemnização e servidão, que constituem os terrenos livres para a execução da obra.

Ao acompanhamento ambiental em fase de obra, interessa o levantamento das ocorrências patrimoniais identificadas no projecto, e as ocorrências identificadas em obra, e toda a informação territorial relacionada, por forma a minimizar o impacto sobre a empreitada e garantir a salvaguarda do património detectado.

Para a gestão das infra-estruturas interessa conhecer a localização e traçado das mesmas, a sua caracterização técnica e o acesso expedito às respectivas peças desenhadas e memórias descritivas, para actuar de forma rápida e eficiente.

Já ao sector de planeamento, interessará a mesma informação, mas agora conjugada com os prazos previstos de execução e de financiamento. Interessa cruzar dados do cronograma de investimento com a localização das infra-estruturas, criando uma visão integrada da situação actual, dos estrangimentos detectados, e elaborando cenários de evolução, de forma rápida e eficaz.

Ao particularizarmos as actividades específicas à EDIA, como gestora do EFMA, identificam-se actividades talvez menos óbvias que se suportam em alguma medida no SIG da empresa.

Havendo um repositório informatizado de toda esta informação a empresa irá naturalmente desenvolvendo soluções que o utilizam, e que voltam a utilizá-lo para armazenar e sistematizar a sua própria informação resultante.

De seguida enumeram-se alguns exemplos mais pertinentes à gestão da água.

### 3. MODELAÇÃO E SIMULAÇÃO

Existem diversos sistemas que suportam o planeamento a curto e médio-prazo que se baseiam em informação geográfica.

O modelo ALWAYS (ActionModulers, 2015) é um simulador baseado na criação de cenários do lado da procura, através da utilização dos dados recentes de ocupação cultural, do seu consumo de água, e da sua ligação aos diferentes órgãos da rede primária do EFMA. Pelo lado da disponibilidade, consideram-se anos médios, secos ou húmidos, ao nível da precipitação, descrevendo-se os níveis iniciais das albufeiras, bem como a precipitação ao longo do ano, expectável em cada cenário.

Ao agregar a procura expectável produzida por padrão de ocupação cultural e projectando o seu crescimento ou evolução a partir dos dados geográficos recolhidos em anos anteriores, pode-se projectar os caudais de ponta que será necessário fazer transportar em cada troço da rede hidráulica, e verificar se os níveis de água nos reservatórios intermédios e a capacidade de bombagem instalada conseguirão dar resposta a estes pedidos. Por outro lado, o modelo faz a optimização energética, considerando o consumo energéticos das estações elevatórias nos diversos períodos de tarifação, bem como a produção energética conseguida nas 5 centrais mini-hídricas instaladas na rede hidráulica.

Por fim, os resultados podem ser investigados em tabela e em mapa, facilitando a sua interpretação.

Na sua essência, este modelo permite antecipar o planeamento da transferência dos grandes volumes de água que é necessário transportar através da rede primária do EFMA, e antever problemas de sobre-utilização da capacidade de transporte e bombagem destas infraestruturas, e dos acréscimos dos custos energéticos que as diversas opções de gestão podem acarretar. Desta forma, é suportado o planeamento do fornecimento de água aos seus diversos usos – regadio, transferências para entidades 3<sup>as</sup>, e abastecimento público.

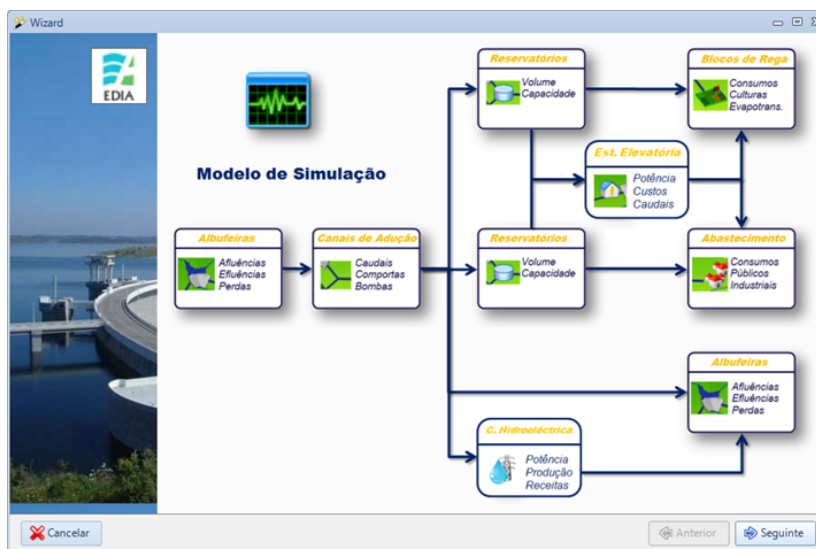


Figura 1 – Modelo ALWAYS

Outro exemplo de modelação e simulação, a uma escala mais detalhada, pode ser ilustrado pelo software SIGOPRAM (Fortes, 2017), que permite o dimensionamento ou a sua validação, e a simulação de redes hidráulicas ramificadas simples, como tipicamente o são as redes de regadio público.

Este modelo permite, partindo da rede existente no SIG, executar milhares de cenários, considerando um caudal circulante na rede crescente, e para cada caudal centenas de combinações de abertura das bocas de rega, colectando e apresentando no final estatísticas sobre o comportamento hidráulico da rede, bem como a fiabilidade ou n.º de falhas das bocas de rega, quer em caudal quer em pressão objectivo. Os resultados podem, novamente, ser representados em mapa, sendo extremamente intuitivo para o técnico especialista entender os problemas na raiz dos maus resultados que possam ocorrer, como troços onde a velocidade é maior que o esperado, ou os locais onde a pressão mais frequentemente quebrou.

Esta ferramenta, para além dos usos evidentes na criação e validação de opções de dimensionamento das redes na sua fase de concepção, permite também já na fase de operação analisar cenários de extensão da rede existente, considerando os pedidos existentes e esperados no futuro, partindo novamente do padrão de ocupação cultural concretizado geograficamente e não apenas numa tabela. É possível saber troço a troço, e hidrante a hidrante, qual a alteração do comportamento hidráulico da rede se esta for estendida em determinado ponto. Desta forma, suporta-se a decisão técnica de servir mais utilizadores finais com base nas infraestruturas existentes ou na sua extensão.

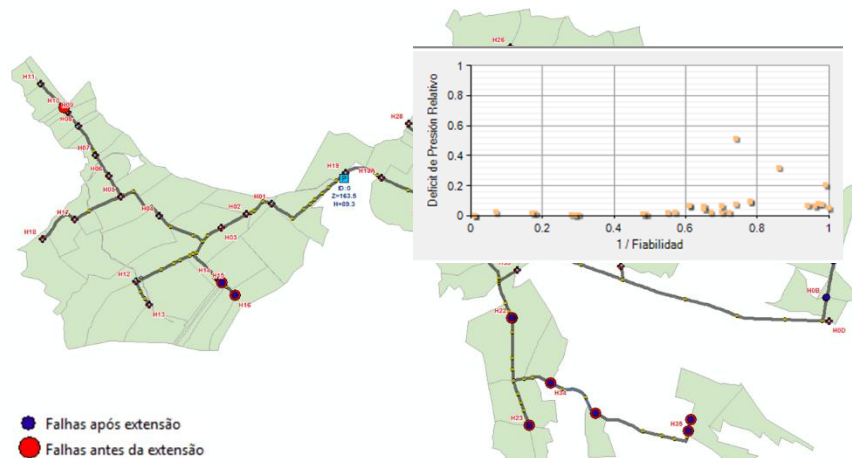


Figura 2 – SIGOPRAM

#### 4. SUPORTE À OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DE INFRAESTRUTURAS

Um dos usos principais de SIG numa empresa gestora de redes de água é a constituição e manutenção do cadastro de infraestruturas, sobre o qual depois se baseiam um sem número de actividades de operação e manutenção destas infraestruturas.

A aplicação CIEFMA desenvolvida na empresa, suporta-se neste cadastro para oferecer suporte às actividades típicas de gestão de perímetros hidroagrícolas, mas a uma escala

necessariamente mais alargada, abrangendo no mesmo sistema 22 perímetros, 88 blocos de rega, perfazendo 110.000 ha. Esta aplicação é usada para consultar o cadastro, mas também para registar a relação da infraestrutura com o utilizador final, incluindo o ponto de serviço, a área servida, os dados agronómicos (cultura, sistema de rega, tipo de agricultura praticada), a titularidade do cadastro predial servido, e a contratualização do consumo de água (faturação). Este sistema é assim a base para um conjunto de métricas fundamentais de gestão do empreendimento, e da avaliação do consumo de água para regadio e do seu planeamento futuro, como se verá adiante.



Figura 3 – Aplicação CIEFMA, interligação da rede ao utilizador final

A mesma informação é disponibilizada às actividades de operação e manutenção, chegando ao terreno através de aplicações móveis, em tablets e telemóveis. Desta forma, os técnicos podem localizar as infraestruturas e consultar os seus dados técnicos mais relevantes.

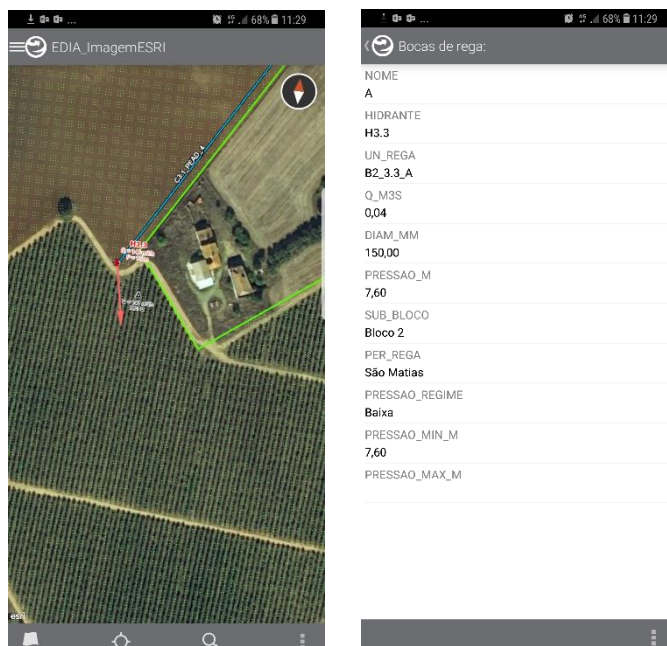


Figura 4 – Aplicação CIEFMA em telemóvel

Na sequência do amadurecimento das actividades de operação e manutenção, está em curso a implementação de uma solução para gestão operacional de activos, onde se sistematizará todas as operações e respectivo planeamento, bem como todo o levantamento de dados resultantes destas actividades. Este sistema integrar-se-á com o SIG em diversas vertentes, e assegurando-se o inverso, acedendo a partir do SIG aos dados recolhidos. Isto permitirá efectuar as análises habituais em sistemas operacionais, como por exemplo, gerando mapas de hotspots facilitando a deteção de padrões espaciais de falhas ou de maior intensidade de problemas em troços de rede não directamente associáveis por meio de análise tabular.

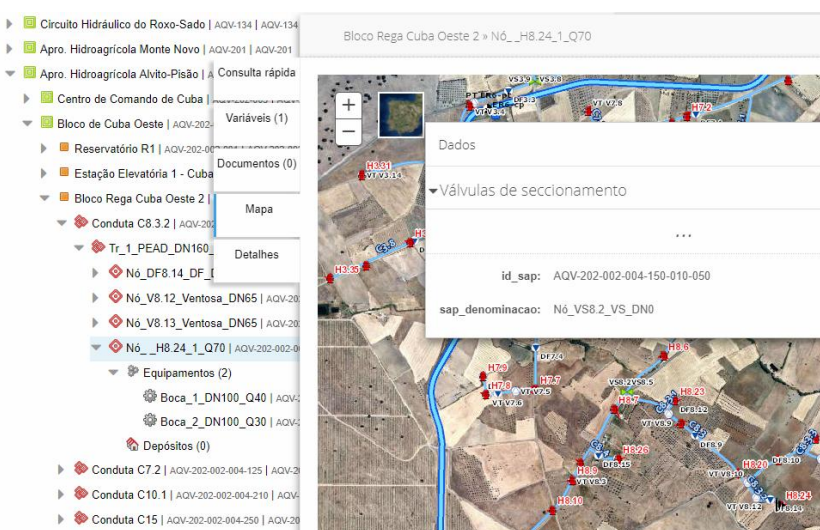


Figura 5 – Sistema de Gestão Operacional de Activos

Este sistema permitirá automatizar algumas métricas dos usos de água não facturáveis, como sejam os resultantes de manutenção (lavagens, substituições), ou de roturas ou avaria de válvulas de fim de linha, quantificando assim estas quantidades de água de forma sistemática, e em tempo real.

## 5. ESTATÍSTICAS SOBRE O USO DA ÁGUA

Inúmeras estatísticas fundamentais à gestão integrada da água no EFMA são derivadas através da sua dimensão espacial. Exemplos simples são de interpretação imediata, como a dotação média das culturas regadas, ou a adesão ao regadio em cada classe de dimensão de parcelas agrícolas, estimativas das necessidades hídricas anuais e de ponta por bloco de rega ou por conduta. A tipificação dos padrões de uso de água pelos grandes consumidores, ao longo do tempo e do espaço, permitem antecipar a evolução da procura e a necessidade de medidas que restrinjam o seu crescimento ou até mesmo que obriguem à sua redução, e a afinação de regras operacionais que regulam os diversos usos de água. Naturalmente, não é o SIG que executa todas estas interpretações complexas, sendo antes uma peça fundamental no seu entendimento e na rapidez de obtenção dos dados do problema. Dada a sua natureza de Sistema de Informação é facilmente integrado com ferramentas de exploração de dados, facilitando a produção de quadros operacionais interactivos e actualizados automaticamente (dashboards), tal como se vê na Figura seguinte.

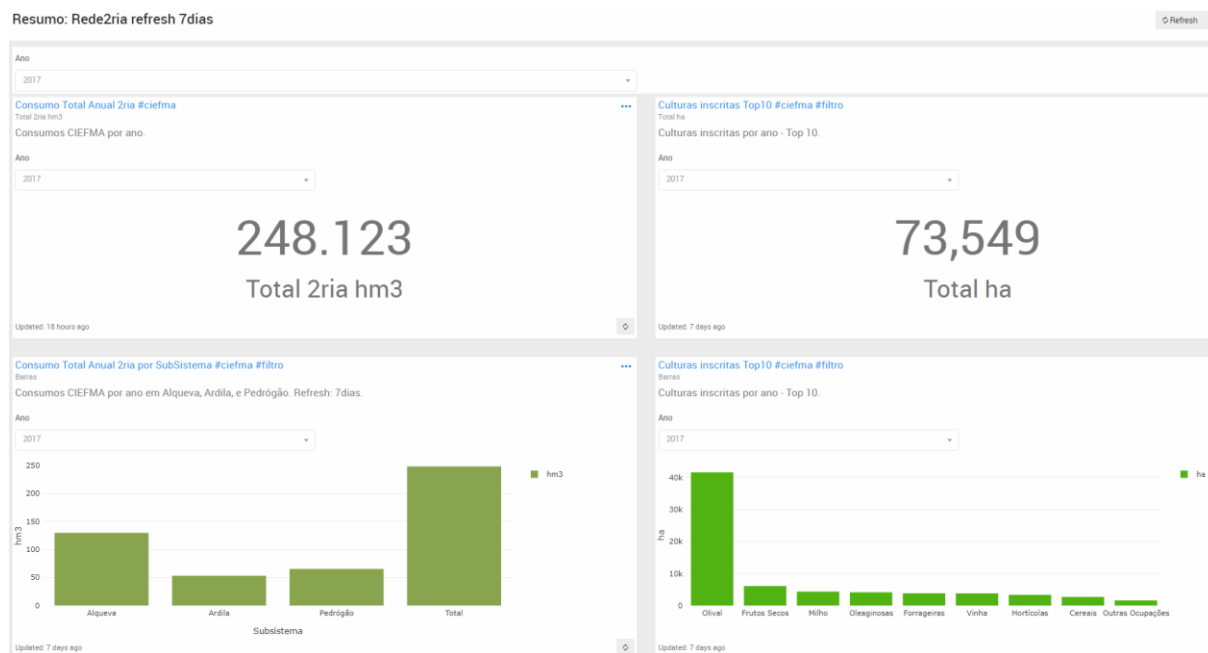


Figura 6 – Produção de *dashboards* a partir da informação SIG

Uma outra perspectiva sobre o uso da água, é a monitorização do regadio através da utilização de imagens de satélite. O facto recente da União Europeia disponibilizar imagens de satélite com resolução espacial de 10m, e com períodos de visitaçao inferiores a 10 dias, permite aferir a área regada de forma independente, e quase em tempo real, e corrigir a área declarada anualmente pelos utilizadores finais. Desta forma, são corrigidos indicadores



fundamentais para a gestão do Empreendimento, como a dotação média, que por sua vez é usada como métrica rápida de estimativa da evolução da necessidade global de água para rega. Como exemplo, refira-se que 9.000 ha detectados em 2017 na imagem de satélite representariam, depois de confirmados no terreno, uma correção (redução) de 10% na dotação média global.



Figura 7 – Monitorização por imagem de satélite da área regada

De futuro, sendo possível automatizar o reconhecimento das culturas regadas, poder-se-á ter em tempo real estatísticas de ocupação cultural à escala de todo o EFMA, recorrendo a algoritmos de *machine learning* de utilização corrente e com ferramentas de fácil aplicação (Venâncio, 2016).

## 6. CONCLUSÕES

Pretendeu-se descrever uma visão abrangente da utilização de sistemas de informação geográfica na gestão da água em Alqueva, mas focando apenas algumas das utilizações actuais destes sistemas na EDIA. Estes usos nascem com as necessidades operacionais, de planeamento e de gestão, que evoluem ao ritmo das actividades económicas na região potenciadas pela implementação do EFMA. No futuro, será expectável que mais e melhores ferramentas sejam colocadas ao serviço da empresa, suportando a tomada de decisões informadas e atempadas, na gestão do recurso água nas suas diversas vertentes.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
NOVOS  
DESAFIOS

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ActionModulers, 2015. Project Information: ALqueva WAter and EnergY Simulator Model. <http://www.actionmodulers.pt/images/references/rd/ediapdf.pdf> (acedido a 05 de Fevereiro de 2018).

Fortes, Pedro (2017). SIGOPRAM - Aplicación GIS para diseño y gestión optimizada de redes de riego a demanda. [http://sigopram.es/prova/caracteristicas\\_sp.html](http://sigopram.es/prova/caracteristicas_sp.html) (acedido a 05 de Fevereiro de 2018).

Kaushal, Ashok; Srivastava, Sandeep (2009). "Managing of GIS projects in infrastructure development". Current Science, Vol. 96, N.º 2, Janeiro, pp. 211-218.

Meyers, J. R. (1999). "GIS in the utilities", in Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, editado por Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W., Nova Iorque (EUA), John Wiley & Sons, pp. 801-818.

Venâncio, 2016. Detecção Remota Com O QGIS. <http://www.qgis.pt/blog/2016/12/14/detecao-remota-com-o-qgis/> (acedido a 05 de Fevereiro de 2018).