

OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE ALBUFEIRAS HIDROAGRÍCOLAS. A PLATAFORMA OMEGA

Tiago B. RAMOS¹, Marta BASSO^{1,2}, Flávio SANTOS¹, Lucian SIMIONESEI¹, Ana OLIVEIRA¹, Ricardo J.A. DEUS¹, Miguel BELÉM¹, Henrique FERNANDES¹, Jorge PALMA¹, Carina ALMEIDA³, Gonçalo SOUSA⁴, Carina ARRANJA⁵, Diana CORDEIRO⁵, José NÚNCIO^{4,5}, Ramiro NEVES¹

1. MARETEC, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa, Avenida Rovisco Pais n.º1, 1049-001 Lisboa. Email: tiagobramos@tecnico.ulisboa.pt, lucian.simionesei@tecnico.ulisboa.pt, anaramosoliveira@tecnico.ulisboa.pt, flavio.t.santos@tecnico.ulisboa.pt, dedeus@ufpa.br, mbelem@sysmail.me, henrique.dominguez@tecnico.ulisboa.pt, jorgempalma@tecnico.ulisboa.pt, ramiro.neves@tecnico.ulisboa.pt.

2. Departamento de Ambiente e Planeamento, Centro de Ambiente e Estudos Marinhos (CESAM), Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal. Email: martamartabasso@gmail.com

3. AQUALOGUS, Engenharia e Ambiente, Rua do Mar da China N.º 1 Escritório 2.4, Parque das Nações, 1990-137 Lisboa, Portugal. Email: calmeida@aqualogus.pt

4. Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia, Rua 5 de Outubro n.º 14, 2100-127 Coruche. Email: goncalo@arbvs.pt, josenuncio@arbvs.pt

5. Federação Nacional de Regantes de Portugal, Rua 5 de Outubro n.º 14, 2100-127 Coruche. Email: secretariado@fenareg.pt, dianacordeiro@fenareg.pt

RESUMO

Este trabalho tem como objectivo apresentar a plataforma OMEGA de apoio à gestão das albufeiras hidroagrícolas portuguesas. Esta plataforma inclui uma série de ferramentas operacionais que permitem ficar a conhecer, em tempo quase real, a quantidade e qualidade da água armazenada naquelas albufeiras, os caudais e cargas afluentes, as condições meteorológicas nas áreas a montante e as áreas inundadas em situação de cheia. Com excepção dos volumes armazenados, cuja consulta pode ser feita para todas as albufeiras hidroagrícolas nacionais, as ferramentas operacionais estão implementadas unicamente na bacia hidrográfica do Rio Sorraia (o caso de estudo), podendo, no entanto, ser estendidas a outras áreas. A plataforma OMEGA pretende assim contribuir para o aumento da eficiência da gestão dos recursos hídricos em Portugal, respondendo à crescente procura por parte dos diferentes sectores sócio-económicos.

Palavras-Chave: Ferramenta operacional; caudal; qualidade da água; MOHID-Land; Sentinel 2.

1. INTRODUÇÃO

A crescente utilização dos recursos hídricos por parte dos diferentes sectores sócio-económicos, onde a agricultura em geral e o regadio em particular continuam a destacar-se pela necessidade de utilização de maiores volumes de água, tanto a nível nacional como mundial, torna evidente a necessidade de aumentar a eficiência da gestão daqueles recursos, em particular, durante os períodos de escassez, de modo a responder às crescentes necessidades. Acresce o facto da variabilidade intra e inter-anual do regime pluviométrico em Portugal trazer grande incerteza à gestão dos recursos hídricos nacionais, sem que muito possa ser feito a não ser proceder ao armazenamento de água para usar durante os períodos de escassez.

Este trabalho tem, assim, como objectivo, apresentar a plataforma OMEGA como ferramenta de apoio à gestão da água armazenada nas albufeiras hidroagrícolas, disponibilizando, em tempo quase real, a informação gerada por modelos hidrológicos e meteorológicos de alta resolução, de modo a aumentar a capacidade de previsão dos caudais afluentes, reais disponibilidades e qualidade do recurso armazenado.

2. CASO DE ESTUDO

A maioria das ferramentas operacionais incluídas na plataforma OMEGA foram implementadas na bacia hidrográfica do Rio Sorraia (7730 km²) e nas duas albufeiras hidroagrícolas aí localizadas: as albufeiras de Montargil (164 hm³) e do Maranhão (205 hm³). A água aí armazenada serve sobretudo o perímetro de rega do

Vale do Sorraia com 15360 ha. Porém, a informação apresentada na plataforma relativa aos volumes armazenados nas albufeiras hidroagrícolas tem uma abrangência nacional.

3. MÓDULOS OPERACIONAIS

A plataforma OMEGA pode ser acedida em <http://omega.maretec.org/>. É composta por 7 módulos independentes, com objectivos diversos, nomeadamente, a apresentação dos volumes de água armazenados nas albufeiras hidroagrícolas portuguesas, a monitorização das condições meteorológicas na área de estudo (bacia hidrográfica do Rio Sorraia), a previsão dos caudais e cargas afluentes às albufeiras de Montargil e do Maranhão, a indicação da qualidade da água nessas albufeiras e a avaliação das áreas inundadas a jusante daquelas em situações de cheia.

3.1. Volumes armazenados

O primeiro módulo apresenta os volumes armazenados nas albufeiras hidroagrícolas geridas pelos associados da Federação Nacional de Regantes de Portugal (FENAREG), bem como nas albufeiras do Alvito, Agueira e Alqueva, por integrar sistemas dos quais dependem algumas dessas albufeiras. Essa informação é descarregada semanalmente da página da Direção-Geral de Agricultura e do Desenvolvimento Rural (DGADR) e apresentada na interface gráfica da plataforma (Fig. 1). Em cada albufeira hidroagrícola, para além dos respectivos volumes armazenados (úteis e totais), pode também ser consultada a sua evolução ao longo do ano corrente e a comparação com as semanas homólogas dos últimos 2 anos e média dos últimos 5 anos.

Legenda

● Inferior a 30% ● Entre 60% e 30% ● Entre 80% e 60% ● Superior ou igual a 80%

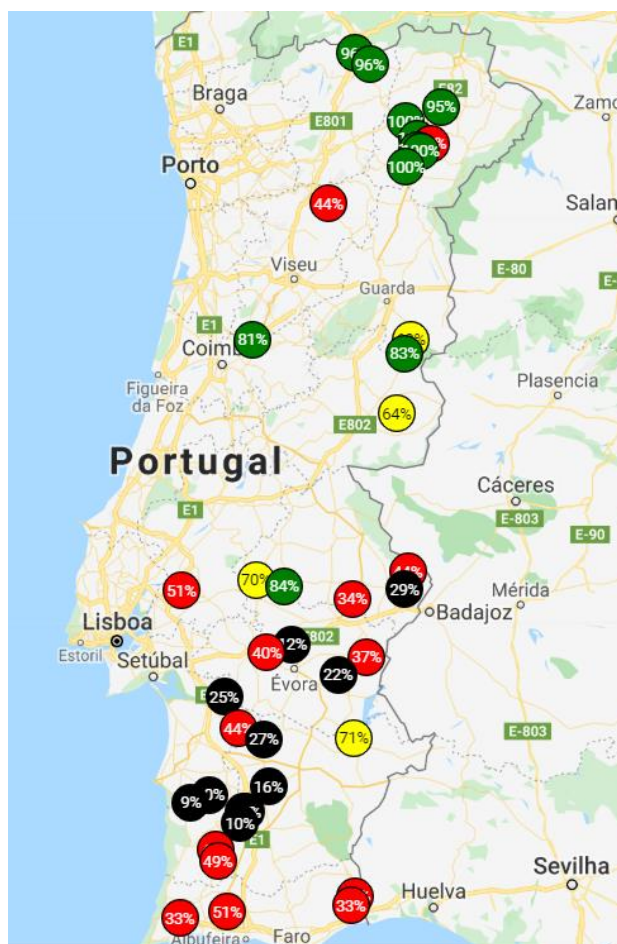


Fig. 1. Armazenamento de água nas albufeiras hidroagrícolas Portuguesas a 27/12/2019.

3.2. Estações meteorológicas

Este módulo está ligado à rede de estações meteorológicas que servem a Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia (ARBVS), bem como às estações da rede do Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos (SNIRH) localizadas na área de estudo. Os dados diários das temperaturas máxima, mínima e média do ar, precipitação, humidade relativa, radiação solar e velocidade do vento são descarregados diariamente. Cada estação apresenta depois dessas variáveis meteorológicas para os últimos 30 dias em relação à data corrente.

3.3. Modelo meteorológico

Este módulo apresenta as previsões meteorológicas para a bacia hidrográfica do Vale do Sorraia fornecidas pelo modelo MM5 para os 7 dias seguintes à data corrente. As previsões (temperatura média do ar, precipitação, humidade relativa, radiação solar e velocidade do vento) são descarregadas de um modelo MM5 com uma resolução de 12 km e apresentadas para múltiplas localizações da bacia sob a forma de estações virtuais.

3.4. Modelo hidrológico

Este módulo apresenta os resultados da simulação dos caudais afluentes e das cargas de sedimentos e nutrientes (nitratos e fósforo) para as albufeiras de Montargil e do Maranhão utilizando o modelo MOHID-Land (Canuto et al., 2019). As simulações são feitas diariamente, para o período anterior à data corrente, com base na informação meteorológica disponível, bem como para os dias seguintes, com base nas previsões do modelo meteorológico implementado na bacia. O modelo MOHID-Land foi implementado, em cada uma das sub-bacias, com uma resolução de 1 km. Foi posteriormente calibrado/validado com base nos dados históricos medidos nas estações de Moinho Novo (Montargil) e Ponte Vila Formosa (Maranhão) e disponíveis na rede do SNIRH. O período de calibração abrangeu 2001-2004, enquanto que o período de 2004-2008 foi usado na validação. Tanto o processo de calibração, como o de validação, consistiram na comparação dos caudais medidos e simulados e posterior ajustamento de determinados parâmetros físicos (por exemplo, número de escoamento, secção dos rios) de forma a minimizar os desvios entre os dois conjuntos de dados. A tabela 1 apresenta os parâmetros estatísticos obtidos na calibração/validação dos caudais afluentes às albufeiras de Montargil e do Maranhão.

Tabela 1. Indicadores obtidos na calibração/validação dos caudais simulados com o modelo MOHID-Land.

Parâmetro	Montargil		Maranhão	
	Calibração (2001-2004)	Validação (2004-2008)	Calibração (2001-2004)	Validação (2004-2008)
R ²	0.913	0.840	0.691	0.830
NSE	0.890	0.491	0.563	0.762
PBIAS	-0.182	-0.498	-0.211	-0.296

3.5. Modelo de qualidade da água

O módulo de qualidade de água apresenta as simulações do modelo MOHID-Water (Almeida et al., 2019) para a temperatura da água, oxigénio dissolvido, turbidez e dinâmicas do azoto e fósforo nas albufeiras de Montargil e do Maranhão. Este modelo está presentemente a ser calibrado/validado com base nos dados históricos disponíveis na rede do SNIRH. As cargas para as albufeiras são fornecidas pelo modelo hidrológico implementado nas duas sub-bacias. O modelo MOHID-Water correrá também em modo operacional, o que significa que as simulações serão realizadas diariamente, com base nas informações hidrológica e meteorológica disponíveis. Este módulo será operacionalizado em 2020.

3.6. Previsão de áreas inundadas

Este é um módulo de alerta para a possibilidade de ocorrência de cheia nas áreas a jusante das albufeiras de Montargil e Maranhão. Essa possibilidade é avaliada a partir das simulações do modelo MOHID-Land, a partir de uma série de modelos encaixados, com diferentes resoluções, de modo a cobrir toda a bacia hidrográfica do Rio Sorraia. As áreas situadas nas proximidades do rio foram, portanto, simuladas com um modelo de alta resolução

(50 m), enquanto que as áreas a montante apenas necessitaram de um modelo de baixa resolução (1 km). O modelo corre diariamente com base na informação meteorológica disponível. No entanto, caso seja necessário, o gestor das albufeiras pode definir os caudais descarregados de Montargil e/ou do Maranhão e conseguir, assim, prever as áreas potencialmente inundadas. Espera-se a operacionalização deste módulo em 2020.

3.7. Informação de satélite

Este módulo pretende estimar o armazenamento nas albufeiras e a evolução da área inundada através de imagens de satélite. São apresentadas estimativas das cotas e dos volumes armazenados a partir do índice NDWI (Normalized Difference Water Index) e de imagens de satélite da missão Sentinel 2 (resolução de 10 m):

$$NDWI = (B3 - B8)/(B3 + B8) \quad [Eq. 1]$$

onde B3 e B8 são as bandas espectrais no verde (560 nm) e infravermelho (842 nm), respectivamente. A área é considerada coberta de água quando o NDWI é superior a 0.3. A área inundada é assim calculada, sendo também estimada a cota da superfície da água armazenada, bem como do volume armazenado, a partir das seguintes relações lineares obtidas para a albufeira de Montargil:

$$Cota (m) = 0.0107 \text{ Área inundada (ha)} + 63.168 \quad R^2=0.996 \quad [Eq. 2]$$

$$Volume (\times 10^6 m^3) = 0.1235 \text{ Área inundada (ha)} - 39.268 \quad R^2=0.988 \quad [Eq. 3]$$

e para a albufeira do Maranhão:

$$Cota (m) = 0.0136 \text{ Área inundada (ha)} + 109.55 \quad R^2=0.993 \quad [Eq. 4]$$

$$Volume (\times 10^6 m^3) = 0.1235 \text{ Área inundada (ha)} - 10.261 \quad R^2=0.988 \quad [Eq. 5]$$

4. CONCLUSÕES

A plataforma OMEGA inclui uma série de ferramentas operacionais que podem ser usadas para otimizar a gestão das albufeiras hidroagrícolas em Portugal, permitindo gerir melhor os volumes disponíveis e respectiva qualidade da água armazenada. A bacia hidrográfica do Rio Sorraia e as albufeiras de Montargil e do Maranhão servem de caso de estudo, mas todas as ferramentas aqui desenvolvidas podem ser facilmente aplicadas às restantes albufeiras hidroagrícolas portuguesas. Apesar da plataforma OMEGA estar ainda em desenvolvimento, esta poderá vir a incluir uma série de módulos adicionais, nomeadamente um para apoio à gestão da rega ao nível da parcela, um para publicação de mapas de evapotranspiração real à escala da bacia hidrográfica, entre outros.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado no âmbito dos Grupo Operacional OMEGA – Otimização da gestão de albufeiras (PDR2020-101-032024), financiado pelo Programa de Desenvolvimento Rural 2020, que decorre entre Janeiro de 2018 e Janeiro de 2021. O MARETEC foi suportado pelo projeto UID/EEA/50009/2019 da Fundação para a Ciência e Tecnologia. T.B. Ramos foi financiado pelo contrato CEECIND/01152/2017.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Canuto N, Ramos TB, Oliveira AR, Simionesei L, Basso M, Neves R (2019) Influence of reservoir management on Guadiana streamflow regime. *Journal of Hydrology: Regional Studies* 25, 100628. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2019.100628>
- Almeida C, Ramos TB, Sobrinho J, Neves R, Oliveira RP (2019) An integrated modelling approach to study future water demand vulnerability in the Montargil reservoir basin. *Sustainability* 11, 2016. <https://doi.org/10.3390/su11010206>

REFERÊNCIAS INTERNET

Direcção Geral de Agricultura e do Desenvolvimento Rural (DGADR). Disponível em: <http://sir.dgadr.gov.pt/reservas> Acesso em 4 de janeiro de 2020

Sistema Nacional de Informação dos Recursos Hídricos (SNIRH). Disponível em: <https://snirh.apambiente.pt/> Acesso em 5 de janeiro de 2020