



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## EFICIÊNCIA HÍDRICA E ENERGÉTICA EM APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS

Nelson, CARRIÇO<sup>1</sup>; Dália, LOUREIRO<sup>2</sup>; Paulo Brito, da LUZ<sup>3</sup>; Manuel, RIJO<sup>4</sup>; Madalena, MOREIRA<sup>4</sup>; Carina, ARRANJA<sup>5</sup>; André, COELHO<sup>5</sup>; Bruno, FERREIRA<sup>1</sup>; Henrique, CUNHA<sup>2</sup>; Fernanda, FIÚZA<sup>4</sup>; Estela MUNIZ<sup>4</sup>; Gonçalo, RODRIGUES<sup>6</sup>; Carlos, CHIBELES<sup>7</sup>; Gonçalo, SOUSA<sup>8</sup>; Manuel, MATOS<sup>9</sup>

<sup>1</sup> Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, 2839-001 Lavradio

<sup>2</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil 101, 1700-066 Lisboa

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, Avenida da República, Quinta do Marquês, 2780-157 Oeiras

<sup>4</sup> Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural, Pólo da Mitra, 7002-554 Évora

<sup>5</sup> Federação Nacional de Regantes de Portugal, Rua 5 de Outubro n.º 14, 2100-127 Coruche

<sup>6</sup> Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio, Quinta da Saúde, Apartado 354, 7801-904 Beja

<sup>7</sup> Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas, Avenida Gago Coutinho e Sacadura Cabral, s/n, 7900-562 Ferreira do Alentejo

<sup>8</sup> Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia, Rua 5 de Outubro, Apartado 51, 2101-901 Coruche

<sup>9</sup> Associação de Beneficiários da Obra da Vigia, Rua Da Escola, 15, 7200-053 Montôito

### Resumo

O objetivo do presente artigo é dar a conhecer à comunidade técnico-científica o projeto de investigação AGIR - Avaliação da Eficiência do Uso da Água e da Energia em Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH), coordenado pela Federação Nacional de Regantes de Portugal (FENAREG) e financiado pelo PDR2020 na Operação 1.0.1 – Grupos Operacionais, e que tem como objetivos principais a criação de um sistema de indicadores para a avaliação da eficiência do uso da água e da eficiência energética nos AH e o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas de fácil utilização pelas respetivas entidades gestoras, para avaliar e identificar as ineficiências dos sistemas e para apoiar a seleção de medidas de melhoria da eficiência de uso da água, da eficiência energética e da recuperação de energia.

**Palavras-chave:** Aproveitamentos hidroagrícolas, balanço hídrico, balanço energético, eficiência hídrica, eficiência energética

**Tema:** Água e energia



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura constitui-se como o maior utilizador de água, tanto à escala global, como à escala nacional (Silva, 2016). Estima-se que cerca de 30% do consumo total de água na Europa advém do sector agrícola, valor que pode atingir até 70% no caso dos países da Europa do Sul, como é o caso de Portugal (Muteia, 2014). Num planeta em que a população não para de aumentar, em que a urbanização cresce de forma acelerada e em que as exigências e preferências alimentares estão em forte mudança, passando a incluir maior variedade na dieta da população, e em que as mudanças climáticas aumentam os períodos de seca em países como os da Europa do Sul, interferindo com a capacidade produtiva no sector agrícola os desafios que se colocam ao sector são cada vez maiores.

Na agricultura em Portugal, apesar de ainda existirem culturas de sequeiro, o regadio tem ganho um papel cada vez mais determinante, dado que a distribuição assimétrica da precipitação gera graves problemas de escassez de água, especialmente no período de abril a outubro. Para existir regadio é essencial a existência de um conjunto importante de infraestruturas coletivas de armazenamento (i.e., barragens e açudes) e de transporte e distribuição de água (i.e., canais e condutas), designadas no seu conjunto por Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH). Em termos de infraestruturas de regadio, estas subdividem-se em rede primária, secundária e terciária. A rede primária corresponde à infraestrutura em canal ou em conduta para transporte de água desde a tomada de água geral ou do sistema adutor até aos distribuidores. A rede secundária corresponde à rede em canal, conduta ou em canal e conduta alimentada diretamente pela rede primária. Finalmente, a rede terciária corresponde à distribuição de água na parcela. Do ponto de vista hidráulico, os sistemas são em canal (escoamento gravítico e com superfície livre) ou em condutas em pressão (escoamento gravítico ou elevatório). As entidades gestoras (EG) dos AH são as Associações de Regantes e Beneficiários (AR) ou as Juntas de Agricultores (JA).

A necessidade de recorrer ao regadio exige, porém, a adoção de medidas tendentes a garantir um uso eficiente da água e da energia. Nas últimas décadas, os esforços têm sido focados na eficiência do uso da água, sem preocupação com aspetos energéticos, resultando em alguns casos num aumento significativo do consumo de energia, combinados com elevados custos de energia.

O uso mais eficiente da água e da energia constitui uma das principais preocupações das EG dos AH e uma prioridade do Programa de Desenvolvimento Rural 2014-2020 (PDR2020), não só pela crescente pressão regulamentar da PAC, enquadrada pela Diretiva-Quadro da Água (DQA) e Planos de Gestão de Região Hidrográfica (PGRH), como também pela promoção da eficiência económica e ambiental, do Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (PNUEA), da Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAA) ou do Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética (PNAEE). A eficiência do uso da água é uma das componentes de gestão que mais contribui para a sustentabilidade económica, ambiental e social dos Aproveitamentos Hidroagrícolas. Outro recurso essencial nestes aproveitamentos é a energia. Atualmente, os AH apresentam gastos de energia associados a bombagens ao longo do sistema bastante expressivos, pelo que importa também melhorar a eficiência energética nestes aproveitamentos.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

Nos novos perímetros de rega, a distribuição da água é essencialmente em pressão, tendo sido feita uma transformação gradual da rede secundária, já em funcionamento, de distribuição em gravidade e por acordo prévio para distribuição “a pedido” sob pressão. Esta decisão é fundamentada pelo aumento da flexibilidade de abastecimento aos regantes, na melhoria do controlo dos sistemas e na eficiência do uso da água. No entanto, esta solução traduz-se num aumento do consumo de energia que, atualmente, representa cerca de 30 a 40% dos custos operacionais dos Aproveitamentos Hidroagrícolas. Deste modo, a eficiência energética é outra componente fundamental na gestão destes sistemas de transporte, distribuição e aplicação que envolvem elevados volumes de água.

Não existe, atualmente, um sistema de indicadores integrado de avaliação da eficiência hídrica e eficiência energética dos serviços de transporte e distribuição de água para o regadio. A prática atual consiste num conjunto de ações reativas e não integradas. A informação não está organizada, o cálculo não é feito de forma sistemática, não se definindo indicadores apropriados para diagnóstico de perdas de água e de energia.

Adicionalmente, há falta de um sistema de indicadores comuns a um número tão elevado de EG de AH e também nos Regadios Tradicionais que permita avaliar o desempenho e a qualidade do serviço de forma sistemática ao longo do tempo, tal como acontece no setor urbano (ERSAR e LNEC, 2012). Mesmo ao nível das explorações agrícolas, é importante desenvolver um sistema de avaliação, que permita estimar o impacto que alterações na eficiência dos sistemas primários e secundários podem ter em termos dos investimentos a realizar na rede terciária e a qualidade desses investimentos ao nível da rede terciária, ferramenta que poderá ser útil na análise desse tipo de projetos.

O presente artigo pretende dar a conhecer o projeto de investigação AGIR - Avaliação da Eficiência do Uso da Água e da Energia em Aproveitamentos Hidroagrícolas, coordenado pela Federação Nacional de Regantes de Portugal (FENAREG) e financiado pelo PDR2020 na Operação 1.0.1 – Grupos Operacionais, e que tem como objetivos principais a criação de um sistema de indicadores para a avaliação da eficiência do uso da água e da eficiência energética nos AH e o desenvolvimento de um conjunto de ferramentas de fácil utilização pelas entidades gestoras, para avaliar e identificar as ineficiências dos sistemas e para apoiar a seleção de medidas de melhoria da eficiência de uso da água, da eficiência energética e da recuperação de energia.

## **2. DISPONIBILIDADES E RESTRIÇÕES DE ÁGUA PARA REGADIO**

Importa identificar as principais componentes climáticas do ciclo hidrológico que influenciam as disponibilidades e restrições hídricas, nomeadamente a precipitação e a evapotranspiração. O estudo do ciclo hidrológico, com informação de séries históricas/temporais de longo prazo (20 anos ou mais), é um passo básico para determinar a variabilidade das suas componentes e as relações destas com indicadores quantitativos e qualitativos agroambientais que envolvem os recursos utilizados (e.g., água, solo, ar, energia e plantas). A relação entre os sistemas hidrológicos e os eventos meteorológicos pode ser analisada em diferentes escalas geográficas. Assim, no contexto de uma determinada cenário climático, distinguem-se os “sistemas nacionais e regionais” (nível macro), envolvendo grandes volumes de precipitação, de evaporação, de afluências e de

recargas hídricas, e as áreas delimitadas em “sistemas de produção agrícola” (nível micro) em que, na perspetiva de um balanço hídrico local e sazonal, se procura analisar a relação entre disponibilidade e abastecimento de água.

A precipitação (P) anual média em Portugal Continental aproxima-se dos 900 mm (cf. **Tabela 1**). O escoamento global, identificado pelo conjunto das aflúências internas e externas e que produz os recursos hídricos renováveis (RHR), regista um valor médio anual, bastante favorável de 7.000 m<sup>3</sup>/(per capita.ano). Rijsberman (2005) aponta para 1.700 m<sup>3</sup> /(per capita.ano) como o valor mínimo de disponibilidade nacional de RHR, que integra as necessidades domésticas, agrícolas, industriais, energéticas e ambientais.

**Tabela 1.** Dados do sistema hidroclimático nacional (Adaptado de OECD, 2008)

Precipitação		Afluências (escoamento + águas subterrâneas)		Recursos Hídricos Renováveis (RHR)		
		Internas (≈50% da P)	Externas (Espanha)			
(m <sup>3</sup> ×10 <sup>6</sup> )	(mm)	(m <sup>3</sup> ×10 <sup>6</sup> )	(m <sup>3</sup> ×10 <sup>6</sup> )	(m <sup>3</sup> ×10 <sup>6</sup> )	(mm)	(m <sup>3</sup> per capita)
82.164	900	38.593	35.000	73.593	800	6.893

Em Portugal Continental, com clima temperado mediterrânico, cerca de 75% da precipitação está concentrada no semestre húmido (outubro a março) (PNA, 2001) e a rega é uma prática regular. Pela diferença entre as precipitações e as evapotranspirações potenciais sazonais (junho-setembro), as necessidades aproximadas de referência de rega em Portugal, deverão atingir os 600 mm (regiões do sul do Continente, semiáridas). Face à grande variabilidade climática sazonal e ocorrência de secas periódicas o país tem investido em estruturas de armazenamento e de distribuição de água, ou seja, nos chamados aproveitamentos hidroagrícolas. As medidas e ações tomadas têm desempenhado um papel muito importante na mitigação dos riscos de escassez de água e, conseqüentemente melhoram a capacidade produtiva da agricultura. Convém referir que a "escassez" de água constitui um desequilíbrio entre disponibilidade e procura e distingue-se a "escassez física", como a inexistência de recursos hídricos suficientes para a totalidade das necessidades, da "escassez económica", em que não haverá garantias de disponibilidade dos recursos caso os sistemas de armazenamento, distribuição e regulação não sejam construídos (Barker *et al.*, 2000).

A informação hidroclimática em termos de médias anuais e sazonais sendo útil para uma programação da rega, será insuficiente para conhecer a evolução da disponibilidade de água associada ao sistema solo-planta-atmosfera, ao longo do ciclo vegetativo. Considera-se ser necessário a realização de balanços hídricos locais, numa base semanal, ou mesmo diária. Quando a natureza é deficitária em água (i.e., as saídas por evapotranspiração são superiores às entradas por precipitação) e perante objetivos concretos do uso racional deste recurso, o “abastecimento artificial” definido pela rega, envolve opções de equipamentos e de condução, que se enquadrem nas especificidades desse balanço hídrico.



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

### 3. CONSUMO DE ÁGUA E DE ENERGIA E VALORES DE EFICIÊNCIA NO REGADIO

De acordo com o PNUEA - Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água 2012-2020 (APA, 2012), a procura de água em Portugal estava estimada em cerca de  $7.500 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano no conjunto dos três sectores – urbano, agrícola e industrial, sendo a agricultura o maior utilizador de água em Portugal, com 87% do total, contra 8% do total no abastecimento urbano às populações e 5% do total na indústria. Em termos de consumo agrícola, o este plano estimou o consumo útil total em  $3.800 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano e uma procura efetiva total em  $6.550 \times 10^6$  m<sup>3</sup>/ano, que correspondia a uma eficiência de utilização da água de cerca de 58%. Tendo em conta as perspetivas de evolução em termos de área regada, de procedimentos dos utilizadores e de evolução tecnológica de equipamentos, este plano propôs, como meta a atingir em 10 anos, uma eficiência de utilização de 66%. No entanto, enquanto no setor urbano houve uma melhoria notória em termos de ineficiência no uso da água entre 2000 e 2010, passando de 40% para 25%, no sector agrícola a redução no mesmo período foi menos expressiva, passando de 40% para 37,5%. Estes valores denotam que é crucial uma aposta em instrumentos que permitam redução da ineficiência no uso da água no sector agrícola. As perdas de água nos AH podem ascender a 40% da água entrada nos sistemas com superfície livre e a 30% nos sistemas em pressão (CEMAGREF, 1997).

Nos últimos anos, tem-se assistido a uma transformação gradual da rede secundária, tradicionalmente com escoamento com superfície livre, para escoamento em pressão, o que permite aumentar a flexibilidade, o controlo dos sistemas e a eficiência do uso da água. Contudo, esta mudança traduz-se num aumento significativo do consumo de energia que representa atualmente, em média, cerca de 30 a 40% dos custos operacionais (GPP, 2016). Assim, espera-se que valores como o peso do consumo de energia do setor agrícola no consumo total Europeu, atualmente de cerca de 2% (EU, 2016), venham a aumentar significativamente devido ao aumento da extensão de rede com escoamento em pressão.

Em alguns AH, o custo da energia pode chegar a representar cerca de 70% do preço da água para rega. Existe, assim, um elevado potencial de poupança no setor que, de acordo com a União Europeia (JOUÉ, 2012)<sup>15</sup>, só ao nível das estações elevatórias, se estima que seja da ordem dos 20 a 30%.

De referir as metas estabelecidas no PNAEE - Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética 2013-2016, aprovado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 20/2013, de 10 de abril, para a eficiência energética no sector agrícola:

- 30.000 tep de energia primária, para 2016;
- 40.000 tep de energia primária, para 2020.

Em termos de energia e a nível nacional, os AH têm instalada, nas redes primárias e secundárias, uma potência de cerca de 200 MW, representando um consumo médio anual 370 GWh de energia e um custo operacional de 7,5 M€/ano

A crescente consciencialização sobre o consumo de energia associado ao bombeamento para captação, transporte e distribuição de água nos sistemas de abastecimento hidroagrícolas faz com que a ineficiência no uso da água deva ser vista de uma forma





7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

integrada para preservação dos recursos e para garantia da sustentabilidade dos sistemas. Deste modo, se a ineficiência no uso da água pode representar uma ineficiência no consumo energético é necessário adotar abordagens que permitam integrar estas duas dimensões - aspeto que constitui a motivação central deste projeto. Para além das ineficiências devidas a perdas de água, podem ocorrer consumos de energia adicionais devidos a uma seleção, dimensionamento ou manutenção inadequados dos equipamentos, a esquemas de operação que não exploram os pontos de funcionamento mais eficientes ou os períodos com tarifa mais reduzida. Por outro lado, verifica-se muitas vezes que os sistemas de abastecimento de água não são projetados nem operados com objetivos de minimização do consumo de energia, havendo também aqui um elevado potencial de melhoria.

Por estas razões, qualquer melhoria de eficiência ao nível dos aspetos mencionados pode ter um impacto económico significativo. Para além do impacto económico que as perdas de água e o consumo elevado de energia podem causar, as ineficiências associadas podem afetar também a qualidade do serviço e a sustentabilidade infraestrutural, aspetos normalmente não considerados na análise.

Adicionalmente, o impacto destas problemáticas tem sido visto com uma visão de curto prazo, ignorando as perspetivas de médio e longo prazos.

#### **4. METODOLOGIAS PARA CÁLCULO DO BALANÇO HÍDRICO E ENERGÉTICO E AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA**

A avaliação da eficiência de utilização da água, numa perspetiva da relação entre as estruturas dos Aproveitamentos Hidroagrícolas e as parcelas dos regantes, tem sido visada em alguns trabalhos nacionais e internacionais. A abordagem das metodologias e indicadores, tem sido sobretudo realizada ao nível da interligação técnico-económica e também, com algum foco, em temáticas ambientais, sociais e de governança. Neste contexto, podem ser referidos projetos/trabalhos do Prof. Luís Santos Pereira, DER-ISAU. Lisboa ("Diagnóstico dos Sistemas de Rega em Pressão" de 2002) e do Prof. Rodrigo Maia, FE-U.Porto ("AquaStress – Integrated Project" de 2009). A nível internacional, para além de publicações mais generalistas da OCDE, FAO e Comissão Europeia, podem ser citados trabalhos de Terry Howell, United States Department of Agriculture Agricultural Research Service (USDA-ARS-Texas Lab.) ("Enhancing Water Use Efficiency in Irrigated Agriculture, 2001, Agronomy Journal) ou, de Kolberg & Berbel, U. Córdoba ("Defining Rational Use of Water in Mediterranean Irrigation", 2011, Options Méditerranéennes).

No entanto, estas abordagens que têm vindo a ser realizadas, olham apenas para uma parte do problema, abordam de forma separada os sistemas em pressão e os sistemas em superfície livre, não havendo uma visão de sistema. Realça-se que estas infraestruturas devem ser vistas como um sistema e não como um conjunto de ativos per si, visto que cada ativo não garante o serviço individualmente.

Em termos de ineficiências, são conhecidas em parte e só ao nível das perdas físicas (e.g., repassos em canais, reservatórios, descargas de segurança), não existindo uma normalização no tratamento dos dados nem na composição dos indicadores. Os indicadores utilizados para efeitos de candidatura a fundos de investimento, realizados para o efeito dos

critérios de seleção, incidem apenas sobre algumas componentes do balanço hídrico (e.g., perdas físicas). Por exemplo, o manual para uso eficiente da água no setor agrícola (Fernando *et al.*, 2005), assim como outras publicações anteriores (Rijo, 2010), recomendam o cálculo de um conjunto de indicadores que incidem sobre a avaliação da eficiência de utilização dos recursos hídricos. No entanto, para se poder avaliar tecnicamente o desempenho dos sistemas em termos de perdas de água e de energia e poder fazer comparação entre diferentes sistemas é preciso desenvolver um sistema de avaliação mais abrangente. Adicionalmente, noções como a de perdas aparentes não está assimilada pelas entidades gestoras dos sistemas agrícolas, como é o exemplo das perdas por erro de medição associadas aos equipamentos.

Verifica-se, assim, que não existe para os AH, num enquadramento mais específico, a nível nacional ou internacional, um sistema que permita avaliar as boas práticas e a eficiência do uso da água e da energia e que apoie uma tomada de decisão planeada e sustentada.

Para dar resposta a esta necessidade, surge agora a oportunidade de se proceder à elaboração de um sistema de avaliação específico para os AH e que será baseado no atual avanço do conhecimento e que integrará diversas fontes de investigação existentes, com particular enfoque sobre o trabalho já desenvolvido ao nível dos sistemas urbanos de água, sector em que foram atingidos marcos muito relevantes nos últimos anos, e que pode constituir “*lessons learned*” para promover a eficiência no setor agrícola.

A avaliação da qualidade do serviço dos sistemas urbanos de água promovida pela ERSAR desde 2004, - baseada em conceitos preconizados pela Associação Internacional da Água (IWA) como é a abordagem para cálculo do balanço hídrico (Alegre *et al.*, 2006), contribuiu de forma decisiva para estes resultados. Após a 1.<sup>a</sup> geração do sistema de avaliação (2004-2010), a 2.<sup>a</sup> geração foi aplicada a partir de 2012 a todas as entidades gestoras dos serviços de abastecimento de água, de saneamento de água residuais e de gestão de resíduos urbanos de Portugal continental. Nesta 2.<sup>a</sup> geração, o sistema de indicadores foi organizado de acordo com os princípios das normas ISO 24500 que recomendam que se identifiquem claramente os objetivos da avaliação, os critérios a adotar para avaliar o cumprimento de cada objetivo e os indicadores de desempenho correspondentes a cada critério (ERSAR e LNEC, 2012).

Recentemente, entre 2014-2016, com o objetivo principal de capacitar as entidades gestoras de abastecimento urbano de água no desenvolvimento da primeira geração de planos de gestão de perdas de água energia, o LNEC promoveu o projeto colaborativo iPerdas - Iniciativa Nacional para a Gestão Eficiente de Perdas (Loureiro *et al.*, 2016a, Loureiro *et al.* 2016b, Poças *et al.* 2016). Este projeto permitiu a estas EG o desenvolvimento do plano segundo os princípios da gestão patrimonial de infraestruturas e contemplando três fases principais: 1) diagnóstico global do sistema de abastecimento para identificação dos principais problemas em termos de perdas de água e energia; nesta fase foi também definido um sistema de avaliação de desempenho alinhado com os objetivos e estratégias da entidade gestora, 2) diagnóstico ao nível de áreas de análise e sua priorização em termos de intervenção e 3) estudo de alternativas de intervenção, sua priorização e planeamento de ações para a sua implementação. Este projeto, para além de ter consolidado as metodologias para avaliação das componentes do balanço hídrico, permitiu

também o desenvolvimento da abordagem para cálculo do balanço energético (Mamade *et al.*, 2016 e Mamade *et al.*, 2017).

Os balanços hídricos constituem atualmente uma ferramenta de base em serviços de abastecimento de água para conhecer melhor os consumos de água, assim como a dimensão do problema, em termos das componentes de água não faturada (i.e., consumo autorizado não faturado e perdas de água), face à água entrada no sistema, e identificar áreas de intervenção preferenciais no âmbito de programas de utilização eficiente. As perdas de água, por sua vez, subdividem-se em perdas reais (i.e., perdas físicas na rede até ao contador do cliente) e perdas aparentes (i.e., usos não autorizados e erros sistemáticos do consumo autorizado).

Em termos de consumo de energia, uma vez que os sistemas urbanos de abastecimento de água consomem energia para captação, elevação e, neste caso, também tratamento e dado que a redução de perdas de água tem implicações diretas sobre o consumo de energia, Mamade *et al.* (2016) e Mamade *et al.* (2017) desenvolveram no projeto iPerdas uma abordagem para cálculo do balanço energético associado ao consumo de água. Esta abordagem permite fazer uma análise integrada e sistémica entre a energia total fornecida a um dado sistema para garantir o consumo de água, a energia mínima necessária para assegurar o consumo, a energia dissipada nas bombas, condutas e válvulas e a energia perdida devida às perdas de água.

Pretende-se, assim, neste projeto adaptar as abordagens existentes para sistemas urbanos de abastecimento de água para cálculo do balanço hídrico e energético para os aproveitamentos hidroagrícolas.

## 5. O PROJETO AGIR

### 5.1. Objetivo principal

O objetivo principal do Projeto AGIR é a criação de um sistema para a avaliação da eficiência do uso da água e da energia adaptado aos Aproveitamentos Hidroagrícolas e para apoio na tomada de decisão sobre propostas de soluções para a melhoria da eficiência no uso da água e da energia, desenvolvendo-se, para tal, um conjunto de instrumentos de apoio à capacitação as EG e de recomendações aos agricultores.

### 5.2. Plano de ação

O plano de ação do Projeto AGIR será desenvolvido em três Fases:

- A Fase 1 (F1) inclui a caracterização preliminar e o estabelecimento da metodologia para a avaliação da eficiência do uso da água e da energia, nas redes primárias e secundárias dos AH e que permita avaliar a qualidade dos investimentos ao nível da rede terciária.
- A Fase 2 (F2) corresponde à implementação, validação e consolidação da metodologia desenvolvida na fase anterior.
- A Fase 3 (F3) contempla a produção de guias técnicos, ações de demonstração e a disseminação dos resultados.



Cada fase de desenvolvimento do plano de ação terá uma duração de 12 meses, num total de 36 meses, enquadradas por uma programação geral conducente ao cumprimento do objetivo principal acima descrito.

A Fase 1 tem como objetivo compilar a informação necessária para a elaboração de um sistema de avaliação de desempenho, como por exemplo, características geométricas, hidráulicas e dinâmicas (consumos, níveis, caudais) dos sistemas. Com a informação recolhida, é possível realizar um diagnóstico preliminar dos casos-piloto.

Com base no trabalho desenvolvido para sistemas urbanos de água, pretende-se estabelecer um sistema de avaliação de desempenho em termos de perdas de água e de energia para AH, baseado em instrumentos como o balanço hídrico e energético, que seja aplicável a sistemas mistos, em pressão e ou em superfície livre. A abordagem para cálculo do balanço hídrico em AH contempla como água entrada as componentes relativas a água captada (e.g., albufeira, linha de água, furo), água entrada por precipitação, escoamento superficial e infiltração (em canais e reservatórios) e a variação do volume armazenado em reservatórios intercalares. Esta água entrada, subdivide-se, à semelhança do balanço hídrico proposto por Alegre *et al.* (2016), em consumo autorizado (faturado e não faturado) e perdas de água. As componentes de perdas de água correspondem a perdas por evaporação (em canais e reservatórios), a perdas aparentes (usos não autorizados e erros sistemáticos do consumo autorizado) e a perdas reais (fugas em condutas, repassos em canais e reservatórios e extravasamentos em reservatórios e noutros órgãos). A abordagem para o cálculo do balanço energético contempla, à semelhança do balanço hídrico, uma visão de sistema onde é possível avaliar a energia total fornecida (para bombeamento e gravítica), a energia entregue aos consumidores, assim como a energia dissipada nos vários elementos (condutas, canais, válvulas, comportas, bombas) e a energia consumida pela água que é perdida. Pretende-se, que estas metodologias possam ser aplicáveis de forma sistemática a qualquer tipologia de AH (pressão, canal ou misto), quer ao nível do sistema, quer ao nível das áreas funcionais em que o sistema se divide para priorização daquelas. Refira-se que neste projeto, o sistema engloba a rede primária e secundária. Em termos de sistema de avaliação, pretende-se que este seja abrangente, ou seja, para além de poder avaliar o cumprimento de objetivos como a eficiência em termos de perdas de água e de energia, pretende-se também avaliar o impacto das perdas noutras dimensões, como a económica e infraestrutural.

Mesmo ao nível das explorações agrícolas, é importante desenvolver um sistema de avaliação, que permita estimar o impacto que alterações na eficiência dos sistemas primários e secundários podem ter em termos dos investimentos a realizar na rede terciária e a qualidade dos desses investimentos ao nível da rede terciária, ferramenta que poderá ser útil na análise desse tipo de projetos. Deste modo, o perfil de consumo dos agricultores será avaliado e integrado no sistema para melhoria global de abastecimento. Assim, ao nível da rede terciária (parcelas de rega), devem ser implementadas estratégias de boas práticas de rega tendo em consideração três níveis:

1. Dimensionamento da instalação.
2. Condução da rega.
3. Avaliação da operacionalidade.

Neste sentido, na adoção de práticas de rega eficientes perspectiva-se como vantajoso o acompanhamento regular de informação meteorológica e dos níveis de água no solo, conhecendo as características de infiltração e do armazenamento de água no solo na zona radicular, para se evitar: 1) perdas por escoamento superficial; 2) perdas por infiltração em profundidade; e 3) condições de “stress” hídrico na cultura por um teor de água no solo abaixo da “reserva facilmente utilizável” (excetuando algumas situações de rega deficitária programada).

A Fase 2 pretende aplicar o sistema de avaliação de desempenho desenvolvido na fase anterior aos casos-piloto e avaliar a adequação, eficácia e robustez da metodologia e introduzir os ajustes necessários. Esta Fase 2, contará com a participação mais direta das EG dos casos-piloto, terá como base os conhecimentos adquiridos na Fase 1 e pretende capacitá-las e apoiá-las na implementação de um plano para a melhoria da eficiência hídrica e energética em AH.

A aplicação das abordagens e ferramentas, desenvolvidas na Fase 1, aos casos-piloto permitirá consolidá-las e os ensinamentos obtidos durante a Fase 2 serão uma mais-valia para a elaboração dos Guias Técnicos da Fase 3.

### **5.3. Resultados esperados**

Os resultados a atingir são orientados pela natureza concreta do problema e para a aplicação na prática produtiva, assentando em processos que potenciem a aplicação prática dos resultados da iniciativa, de forma acessível a todos os interessados.

A aplicação do sistema de avaliação fará sobressair as ineficiências do uso da água e da energia nos diferentes AH, e que carecerão de intervenção por parte da respetiva EG. A capacitação das EG para a elaboração de um plano de melhoria da eficiência do uso da água e da energia, também, é um resultado que se pretende atingir com a presente iniciativa. Assim, os principais resultados a atingir com o projeto AGIR são:

- um sistema de avaliação da eficiência do uso da água e da energia em AH constituído por um painel de indicadores de desempenho comum a todas as EG;
- uma metodologia, através de instrumento informático (software), para a realização de balanços hídricos e energéticos completos e validados para as EG;
- um plano de gestão de perdas de água e de energia para cada AH piloto que participa no projeto;
- um guia técnico com linhas diretrizes para que as EG possam realizar autonomamente os seus planos de melhoria da eficiência do uso da água e da energia, de acordo com as metas que se proponham atingir.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O grupo operacional AGIR é constituído por uma equipa multidisciplinar que integra parceiros de universidades, centros de investigação, entidades gestoras de Aproveitamentos Hidroagrícolas e agricultores, sendo o trabalho desenvolvido suportado pela aplicação a 3 casos de estudo, nomeadamente: o Aproveitamento Hidroagrícola do Vale do Sorraia, sistema predominantemente com distribuição em canal e área beneficiada de 15.365ha; o Aproveitamento Hidroagrícola da Vigia, sistema predominantemente com distribuição em



7, 8 e 9  
Março 2018  
ÉVORA  
Évora Hotel

GESTÃO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS:  
**NOVOS  
DESAFIOS**

pressão e área beneficiada de 1.505ha e o Aproveitamento Hidroagrícola de Odivelas, sistema misto e área beneficiada de 12.685ha, pretendendo-se que a bordagem desenvolvida possa vir a ser aplicada ao universo dos Aproveitamentos Hidroagrícolas que existem a nível nacional.

Os resultados deste projeto contribuirão para a sustentabilidade dos Aproveitamentos Hidroagrícolas e consequentemente, das explorações agrícolas.

### **Referências Bibliográficas**

Alegre, H., Baptista, J. M., Cabrera Jr., E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., and Parena, R. (2006) Performance indicators for water supply services IWA Publishing, ISBN 1843390515.

APA (2012). Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água 2012-2020, Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa, Portugal.

Barker R., Scott C., Fraiture C., Amarasinghe U. (2000). Global water shortages and the challenge facing Mexico. Water Resources Development, 16 (4) 525-542

Carvalho, A., e Alves, D. (2013) O acesso à água e saneamento como direito humano: O papel das entidades gestoras, ENEG 2013, 4 de dezembro de 2013, Coimbra, Portugal.

CEMAGREF (1997) - Information Techniques for Irrigation Systems. Fourth International Network Meeting on Modern Techniques for Manual Operation of Irrigation Canals. Marrocos. 25-27 Abril 1997.

ERSAR e LNEC (2012b) – Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores - 2.ª geração do sistema de avaliação, Guia Técnico n.º 19, 2ª edição, ERSAR, Lisboa, 978-989-8360-11-3.

EU (2016). EU energy in figures, Statistical Pocketbook 2016.

Fernando R.M., Cameira M.R., Alves I., Teixeira J.L. (2005) - Manual “Uso eficiente da água no sector agrícola”. Projecto Apoio à Implementação do Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água. Relatório LNEC 258705-NES, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.308 p.

GPP (2016). CULTIVAR edição N.º 5 - Cadernos de Análise e Prospetiva - "Economia da Água".

JOUE (2012). Diretiva 2009/125/CE do Parlamento Europeu e do Conselho no que respeita aos requisitos de conceção ecológica para as bombas de água, Comissão Europeia. Bruxelas.

Loureiro, D., H. Alegre, M. S. Silva, R. Ribeiro, A. Mamade, and A. Poças (2016a) - Implementing tactical plans to improve water-energy loss management. Water Science and Technology: Water Supply, 17(6), DOI: 10.2166/ws.2016.092

Loureiro, D., A. Poças, A. Mamade, M. Cabral, and H. Alegre (2016b) - iPerdas – Iniciativa Nacional para capacitação em gestão de perdas de água e de energia.in 17º ENASB, Guimarães, 14-16 setembro de 2016.

Mamade, A., D. Loureiro, D. Covas, and H. Alegre. 2016. Balanço energético e indicadores de eficiência em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem integradora.in 17º ENASB, Guimarães, 14-16 setembro de 2016.

Mamade, A., D. Loureiro, H. Alegre, and D. Covas. 2017. A comprehensive and well tested energy balance for water supply systems. Urban Water Journal:1-9.

Muteia, H. (2014). O crescimento populacional e a questão alimentar. FAO, Portugal.

OECD (2008). Total renewable freshwater resources. OECD Environmental Data Compendium. Inland Water Section. Paris, France.

OECD (2008). Agricultural Policies in OECD countries at a glance 2008. OECD, Paris, France.

PENSAAR 2020 (2015) - Uma estratégia ao serviço da população: Serviços de qualidade e um preço sustentável, Fase 1: Situação de referência.

PNA (2001). Plano Nacional da Água, Instituto da Água, Lisboa, Portugal.

Poças, A.; Loureiro, D.; Mamade, A.; Alegre, H., (2016) – Aplicação de um sistema de avaliação para apoio ao diagnóstico sobre a gestão de perdas de água e de energia. 17º ENASB, Guimarães, 14-16 setembro de 2016.

Rijo (2010) - Canais de adução, Projeto, Operação, Controlo e modernização, Edições Sílabo, ISBN 978-972-618-615-1, Lisboa

Rijsberman, F.R. (2005). Water scarcity: Fact or fiction? Agricultural Water Management, 80 (2006) 5-22

Silva, F. G. (2016). O grande utilizador de água – futuro do regadio. Agronegócios, Portugal.