



## **PROPOSTA DE SISTEMA DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NO USO DA ÁGUA E DE ENERGIA EM APROVEITAMENTOS HIDROAGRÍCOLAS**

**Dália LOUREIRO<sup>1</sup>, Madalena MOREIRA<sup>2</sup>, Gonçalo SOUSA<sup>3</sup>, Carlos CHIBELES<sup>4</sup>, Manuel MATOS<sup>5</sup>, Diana CORDEIRO<sup>6</sup>, Nelson CARRIÇO<sup>7</sup>, Helena ALEGRE<sup>1</sup>, Carina ARRANJA<sup>6</sup>**

1. *Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil 101, 1700-066 Lisboa, dloureiro@lnec.pt, halegre@lnec.pt*
2. *Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural, Pólo da Mitra, 7002-554 Évora, mmvmv@uevora.pt*
3. *Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia, Rua 5 de Outubro, Ap. 51, 2101-901 Coruche, goncalo@arbvs.pt*
4. *Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas, Avenida Gago Coutinho e Sacadura Cabral, s/n, 7900-562 Ferreira do Alentejo, cchibeles@aboro.pt*
5. *Associação de Beneficiários da Obra da Vigia, Rua Da Escola, 15, 7200-053 Montoito, manuel\_matos70@sapo.pt*
6. *Federação Nacional de Regantes de Portugal, Rua 5 de Outubro n.º 14, 2100-127 Coruche, dianacordeiro@fenareg.pt, secretariado@fenareg.pt*
7. *Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, 2839-001 Lavradio, nelson.carrico@estbarreiro.ips.pt*

### **RESUMO**

A maior frequência na ocorrência de secas e a redução das disponibilidades hídrica constituem factores críticos para o desenvolvimento sustentável da agricultura (MAMAOT, 2013). A disponibilidade de água através de sistemas de regadio eficientes e do armazenamento constituem medidas centrais para a adaptação do sector às alterações climáticas (Fenareg, 2019). No regadio, a utilização de técnicas de rega mais eficientes tem reduzido significativamente o uso de água para rega nas parcelas agrícolas (SIR, 2017). No que se refere às redes primárias e secundárias, que integram os aproveitamentos hidroagrícolas, muitos destes sistemas encontram-se em plena exploração há mais de 50 anos, carecendo de uma reabilitação que permita garantir a sustentabilidade infraestrutural, melhorar a qualidade do serviço prestado aos regantes e reduzir as perdas de água (DGADR, 2014). Em termos de consumo de energia a modernização do regadio através da passagem a sistemas em pressão tem conduzido em muitos casos a um aumento muito significativo do consumo de energia (SIR, 2017).

Neste contexto, são fundamentais ferramentas para diagnóstico e apoio na tomada de decisão para reabilitação, modernização ou expansão das redes primária e secundária dos aproveitamentos hidroagrícolas, atendendo a uma gestão eficiente da água-energia. A avaliação do desempenho através de indicadores de desempenho para diagnóstico, monitorização do impacto de implementação de medidas ou promover o benchmarking entre entidades gestoras constitui uma das ferramentas essenciais. No regadio, alguns estudos anteriores (Malano e Burton, 2001; Malano *et al.*, 2004, Córcoles *et al.*, 2010, Fernández-Pacheco *et al.*, 2015) propuseram indicadores para avaliar o desempenho no uso da água e da energia. No entanto, nalguns casos a avaliação é feita apenas ao nível da rede terciária (Córcoles *et al.*, 2010) e noutros casos (Malano e Burton, 2001; Malano *et al.*, 2004, Fernández-Pacheco *et al.*, 2015), embora com enfoque nos aproveitamentos hidroagrícolas, não contemplam indicadores que avaliem a eficiência da rede e dos equipamentos (i.e., perdas de água, equipamentos de bombeamento), a sustentabilidade infraestrutural, operacional e de manutenção, assim como a qualidade do serviço nos aproveitamentos hidroagrícolas. Adicionalmente, é notória a necessidade de estabelecer um sistema de avaliação de desempenho uniformizado com uma terminologia bem estabelecida.

Nos serviços urbanos de águas em Portugal, tem vindo a ser feita desde 2004 a monitorização da qualidade do serviço prestado com base num sistema de avaliação que se encontra atualmente na 3.<sup>a</sup> geração (LNEC e ERSAR, 2017). A Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) tem a responsabilidade de promover a avaliação dos níveis de qualidade de serviço de todas as entidades gestoras dos serviços urbanos de águas e resíduos, assim como de validar, processar essa informação e divulgar sínteses comparativas da mesma. Este sistema de avaliação está organizado de acordo com os princípios das normas ISO 24500:2007, que

estabelecem 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. Os indicadores de desempenho são os elementos nucleares de um sistema de avaliação. Estes são dados pela razão entre duas variáveis da mesma natureza – o numerador expressa o objetivo do indicador (e.g. avarias em órgão de medição, controlo e limpeza) e o denominador representa a dimensão do sistema (e.g. comprimento de total de rede). Os indicadores são calculados para um período de referência, em geral um ano, e o valor obtido não emite juízo em termos do maior ou menor desempenho, sendo necessária a comparação com uma referência. Os valores de referência podem ser obtidos com base na legislação vigente, recomendações de entidades reguladoras, referências da literatura ou dados históricos dos aproveitamentos hidroagrícolas.

Alinhado com os objetivos das entidades gestoras dos Aproveitamentos Hidroagrícolas, apresenta-se neste artigo o sistema para avaliação do desempenho no uso da água e da energia. Este sistema é constituído pelo perfil da entidade gestora, do sistema de transporte e distribuição e por um conjunto de critérios, indicadores e valores de referência aplicáveis a Aproveitamentos Hidroagrícolas. Os critérios e os indicadores que compõem o sistema de avaliação são apresentados no Quadro 1.

Este permite o diagnóstico global e setorial, apoiar na tomada de decisão para melhoria da eficiência no uso da água e da energia e monitorizar o progresso decorrente da implementação de medidas em Aproveitamentos Hidroagrícolas. Este sistema é composto por 11 variáveis que caracterizam o perfil da entidade gestora, 22 variáveis que caracterizam o sistema de transporte e distribuição de água e 22 indicadores de desempenho.

Quadro 1. Proposta de sistema de avaliação do desempenho no uso da água e da energia em aproveitamentos hidroagrícolas

<b>Crítérios</b>	<b>Índicadores</b>	<b>Formulação</b>
1.1 Sustentabilidade económico-financeira	AH01 – Cobertura de gastos totais (%) AH02 – Adesão ao serviço na área beneficiada (%) AH03 – Adesão total (%) AH04 – Água não faturada (%)	AH01 = Rendimentos e ganhos totais/gastos totais×100 AH02 = Área regada dentro da área beneficiada/ Área beneficiada×100 AH03 = (Área regada dentro da área beneficiada+Área regada fora da área beneficiada)/Área beneficiada×100 AH04 = Água não faturada/Água entrada×100
1.2 Sustentabilidade infraestrutural	AH05 – Índice de valor da rede (-) AH06 – Índice de valor das instalações elevatórias (-) AH07 – Avarias na rede [n.º/(100km.ano)] AH08 – Reabilitação da rede (%/ano) AH09 – Perdas reais de água em canais [l/(m <sup>2</sup> .dia)] AH10 – Perdas reais de água em condutas [m <sup>3</sup> /(km.dia)]	AH05 = Valor atual da rede/Valor de substituição AH06 = Valor atual das instalações elevatórias/Valor de substituição AH07 = (Avarias na rede×365/Duração da campanha)/(Comprimento de rede×100 AH08 = Rede reabilitada nos últimos 5 anos/Comprimento médio de rede×100 AH09 = Perdas reais de água em canais/(Área molhada de canal×Duração da campanha) AH10 = Perdas reais de água em condutas/(Comprimento de rede de condutas×Duração da campanha)
1.3 Sustentabilidade operacional e de manutenção	AH11 – Perdas totais de água por comprimento de rede [m <sup>3</sup> /(km.dia)] AH12 – Perdas de água em descargas (%) AH13 – Avarias em órgãos de controlo, limpeza e medição [n.º/(100km.ano)] AH14 – Avarias em instalações elevatórias [n.º/(instalação.ano)] AH15 – Modernização da rede (%)	AH11 = Perdas totais de água/(Comprimento total de rede×Duração da campanha) AH12 = Perdas por descargas em canais e reservatórios/Água entrada no sistema AH13 = (Avarias em órgãos de controlo, limpeza e medição×365/Duração da campanha)/(Comprimento de rede×100 AH14 = (Avarias em instalações elevatórias×365/Duração da campanha)/(Instalações elevatórias×100 AH15 = Área modernizada/Área modernizável
2.1 Eficiência no consumo de energia	AH16 – Eficiência energética das instalações elevatórias (%) AH17 – Índice de energia fornecida (-)	AH16 = Energia útil das instalações elevatórias/Consumo de energia para bombeamento AH17 = Energia fornecida ao sistema/Energia mínima para consumo autorizado
3.1 Eficiência no uso da água	AH18 – Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (%)	AH18 = Perdas reais de água/Água entrada no sistema

4.1 Acessibilidade do serviço	AH19 – Capacidade própria de fornecimento de água (-) AH20 – Acessibilidade económica (%)	AH19 = (Volume armazenado e disponível para uso no final da campanha+Volume captado)/(Consumo autorizado) AH20 = Encargo médio com o serviço prestado/Rendimento médio×100
4.2 Qualidade do serviço	AH21 – Falhas no serviço [n.º/(1000 tomadas de rega. ano)] AH22 – Área beneficiada com serviço a pedido (%)	AH21 = (Interrupções de serviço com duração superior a 1 dia×365/Duração da campanha)/Tomadas de rega*1000 AH22 = Área beneficiada com fornecimento de água imediato/Área beneficiada

O sistema de avaliação proposto encontra-se alinhado com os quatro objetivos estabelecidos pelas entidades gestoras de aproveitamentos hidroagrícolas: 1) Sustentabilidade da prestação do serviço, 2) Promover o uso eficiente da energia, 3) Assegurar a sustentabilidade ambiental, 4) Adequação do serviço prestado aos regantes.

Para além de apresentar o sistema de avaliação do desempenho no uso da água e da energia em aproveitamentos hidroagrícolas, este artigo apresenta os resultados da sua aplicação em três entidades gestoras casos-piloto que participam no projeto “Avaliação da eficiência do uso da água e da energia em aproveitamentos hidroagrícolas (AGIR)” (P2020-Grupos operacionais). Para além do desenvolvimento e teste do sistema para avaliação do desempenho no uso da água e da energia em aproveitamentos hidroagrícolas, o projeto AGIR (2017-2020), que é coordenado pela Fenareg e conta com 11 parceiros, tem como objetivos o desenvolvimento de metodologia para cálculo do balanço hídrico e energético nas redes primária e secundária, e a elaboração de guias técnicos para diagnóstico e tomada de decisão na gestão nos aproveitamentos hidroagrícolas.

Os resultados preliminares do diagnóstico global nas três entidades gestoras casos-piloto já permitiram identificar, que para além da ser necessário melhorar a eficiência energética e reduzir as perdas de água nestes sistemas (em particular as perdas reais), existe potencial de melhoria em aspetos como a cobertura de gastos totais e a adesão total que vão contribuir para a sustentabilidade económico-financeira. A avaliação realizada permitiu identificar sistemas com elevado grau de envelhecimento, que contrastam com outros em que houve uma reabilitação concentrada e significativa. No caso destes últimos sistemas é necessário assegurar uma adequada manutenção e evitar que no futuro ocorram investimentos em reabilitação concentrados com impacto na sustentabilidade infraestrutural e económica das entidades gestoras. A aplicação do sistema de avaliação permitiu também uma uniformização dos dados, conceitos e procedimentos entre os vários participantes do projeto, tendo sido também evidenciado o elevado potencial de aplicação do sistema de avaliação proposto a outros aproveitamentos hidroagrícolas.

**Palavras-Chave:** Aproveitamentos hidroagrícolas; Avaliação de desempenho; Energia; Indicadores, Perdas de água

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Córcoles, J.I., de Juan, J.A., Ortega, J.F., Tarjuelo, J.M., Moreno, M.A. (2010) - Management evaluation of Water Users Associations using benchmarking techniques, *Agricultural Water Management*, Volume 98, Issue 1, Pages 1-11, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2010.07.018>.
- DGADR (2014) - Estratégia para o regadio público 2014-2020, Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural, Disponível em: <<https://sir.dgadr.gov.pt/send/8-regadio/222-estrategia-para-o-regadio-publico-2014-2020>> Acesso a 8 de janeiro de 2020.
- Fenareg (2019) – Contributo para uma estratégia nacional para o regadio – Relatório Final, Federação Nacional de Regantes de Portugal, Disponível em: < [http://www.fenareg.pt/wp-content/uploads/ENR\\_Relatório-Final\\_27Maio2019.pdf](http://www.fenareg.pt/wp-content/uploads/ENR_Relatório-Final_27Maio2019.pdf) > Acesso a 8 de janeiro de 2020.
- Fernández-Pacheco, D.G., Ferrández-Villena, M., Molina-Martínez, J.M., Ruiz-Canales, A. (2015) - Performance indicators to assess the implementation of automation in water user associations: A case study in southeast Spain, *Agricultural Water Management*, Volume 151, 2015, Pages 87-92, <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2014.11.005>.
- LNEC, ERSAR (2017) - Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores, 3.ª geração do sistema de avaliação, Disponível em <<http://www.ersar.pt/pt/publicacoes/publicacoes-tecnicas/guias>> Acesso a 8 de janeiro de 2020.
- ISO (2007) - ISO 24500:2007 series, Activities relating to drinking water and wastewater services.



- Malano, H.M., Burton (M., 2001) - Guidelines for Benchmarking Performance in the Irrigation and Drainage Sector. IPTRID Secretariat. FAO, Roma, 44 pags.
- Malano, H., Burton, M. and Makin, I. (2004) - Benchmarking performance in the irrigation and drainage sector: a tool for change. *Irrig. and Drain.*, 53: 119-133. doi:10.1002/ird.126
- MAMAOT (2013) - Estratégia de adaptação da agricultura e das florestas às alterações climáticas, Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território, Disponível em:<[https://apambiente.pt/\\_zdata/Políticas/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAAC/RelatDetalhados/Relat\\_Setor\\_ENAAC\\_Agricultura.pdf](https://apambiente.pt/_zdata/Políticas/AlteracoesClimaticas/Adaptacao/ENAAAC/RelatDetalhados/Relat_Setor_ENAAC_Agricultura.pdf)> Acesso a 8 de janeiro de 2020.
- Rodríguez Díaz, J. A., Camacho Poyato, E., Blanco, M. (2011) - Evaluation of Water and Energy Use in Pressurized Irrigation Networks in Southern Spain, *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, Vol. 137, No. 10, 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0000338.