

Proposta de balanços hídrico e energético para diagnóstico de perdas de água e de ineficiências energéticas em aproveitamentos hidroagrícolas

Dália Loureiro^{1,4}, Madalena Moreira², Helena Alegre¹, Henrique Cunha¹,
Carina Arranja³, Manuel Rijo²

¹ Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Avenida do Brasil, 101, 1700-066 Lisboa

² Universidade de Évora, Departamento de Engenharia Rural, Pólo da Mitra, 7002-554 Évora

³ FENAREG - Federação Nacional de Regantes de Portugal, Rua 5 de Outubro, n.º 14, 2100-127 Coruche

⁴ dloureiro@lnec.pt

Resumo

A melhoria da sustentabilidade dos Aproveitamentos Hidroagrícolas (AH), através do uso eficiente da água e da energia, constitui uma das principais preocupações das entidades responsáveis pela sua gestão (EG) e uma prioridade do Programa de Desenvolvimento Rural 2014-2020.

Apesar da existência de procedimentos para melhoria do uso eficiente da água na agricultura (Fernando *et al.* 2005, Rijo, 2010), verifica-se que não existe ainda uma abordagem sistemática para diagnóstico de perdas de água e de ineficiências energéticas nos AH. Estas infraestruturas devem garantir um nível de serviço adequado aos seus beneficiários e serem sustentáveis ambiental e economicamente. As ineficiências identificadas podem condicionar o cumprimento destes objetivos.

O desenvolvimento de uma metodologia para cálculo sistemático dos balanços hídrico e energético constitui um suporte essencial para avaliação do desempenho e diagnóstico dos problemas relativos a perdas de água e a ineficiências energéticas em AH. Uma vez feito o diagnóstico, é possível identificar alternativas para resolução dos problemas e selecionar a solução mais adequada.

Assim, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de metodologia inovadora para cálculo do balanço hídrico nas redes primárias e secundárias dos AH, descrever e recomendar métodos para a estimativa de cada uma das subcomponentes. Adaptam-se também os princípios propostos por Mamade *et al.* (2017) para o cálculo do balanço energético em AH. Por último, discutem-se os resultados preliminares da sua aplicação em três AH no âmbito do projeto AGIR.

Embora baseada em trabalhos anteriores (Lambert e Hirner, 2000; Alegre *et al.* 2017), a metodologia é inovadora. Esta é aplicável a AH em pressão, em canal ou mistos e permite avaliar, quer a dimensão económica (através do cálculo da água não faturada), quer ambiental (através do cálculo das perdas de água) da ineficiência hídrica nestas infraestruturas. Para a água entrada devem considerar-se todas as contribuições ao AH (*i.e.*, volume captado em albufeira, rio ou origem subterrânea, volume importado faturado ou não faturado, precipitação, escoamento superficial e infiltração em canais e reservatórios intercalares, variação de volume em reservatórios intercalares). A água faturada, subdivide-se em consumo medido e não medido (*i.e.*, sem equipamento de medição no ponto de entrega) e deve contemplar os consumos que são entregues a beneficiários. A água não faturada subdivide-se em consumo autorizado (*e.g.*, descargas em condutas e canais para limpeza ou reparação, volume mínimo de exploração em canais) e em perdas de água. Esta última componente foi dividida em perdas por evaporação (aplicável a sistemas com transporte em superfície livre e/ou existência de reservatórios intercalares), perdas aparentes (*i.e.*, usos não autorizados e erros sistemáticos inerente à medição ou estimativa dos consumos autorizados) e perdas reais (*i.e.*, perdas físicas ao longo da rede). O volume de perdas reais engloba as fugas em condutas em pressão, os repassos em canais e reservatórios intercalares e as descargas por extravasamentos em reservatórios e canais.

Uma vez calculado o balanço hídrico, os volumes são utilizados para estimar as seguintes componentes do balanço energético: a energia total para garantir o fornecimento de água, a mínima

necessária para assegurar o consumo, a dissipada nas bombas, condutas, válvulas e a perdas de água, assim como a energia supérflua e a energia recuperada ao longo do AH.

Os resultados preliminares do cálculo do balanço hídrico indicam que a componente de perdas reais é a mais relevante na água não faturada, independentemente do tipo de AH (pressão, canal ou misto). Estes resultados sugerem a importância de investir na reabilitação das infraestruturas existentes, para além de evidenciarem a necessidade de um melhor controlo operacional das perdas físicas. Evidenciam também a necessidade de melhorar os procedimentos de recolha de dados (*e.g.*, descargas ao longo do AH, intervenções de manutenção e de reparação) e a contribuição dos balanços para uma melhoria na qualidade dos dados existentes e organização da informação.

Palavras-chave: Aproveitamentos hidroagrícolas, balanço hídrico, Energia, perdas de água

Abstract

Improving the sustainability of collective irrigation systems (AH), through the efficient use of water and energy, is one of the leading concerns of the managers of water user Associations (EG) and a priority of the Rural Development Program 2014-2020.

Despite the existence of procedures to improve the efficient use of water in agriculture (Fernando *et al.*, 2005, Rijo, 2010), there is a lack of systematic approaches to the diagnosis of water losses and energy inefficiencies in the AH. These infrastructures must guarantee an adequate level of service to its beneficiaries and be environmentally and economically sustainable. The inefficiencies highlighted can condition the fulfilment of these objectives.

The development of a methodology for the systematic calculation of water and energy balances is essential to support for performance assessment and diagnosis of problems related to water losses and energy inefficiencies in AH. Once the diagnosis is made, it is possible to identify alternatives for problem-solving and select the most appropriate solution.

Thus, this paper aims at presenting a proposal for calculating the water balance in the conveyance and delivery networks, describing and recommending methods for the estimation of each of the subcomponents. The principles proposed by Mamade *et al.* (2017) for the calculation of the energy balance are also adapted to AH. Finally, we discuss the preliminary results of its application in three collective irrigation systems under the AGIR project.

Although based on previous studies (Lambert and Hirner, 2000, Alegre *et al.*, 2017), the methodology is innovative. It is applicable to pressurised, channel or mixed collective irrigation systems and allows assessing both the economic (through the calculation of non-revenue water) and the environmental dimension (through the calculation of water losses) of water inefficiency in these infrastructures. For system input volume, all contributions to the AH must be taken into account. These contributions include volume abstraction from the surface or underground water; imported billed or unbilled volume, precipitation, surface runoff and infiltrated volume in storage tanks and channels and variation of volume in intermediate storage tanks. Billed water is segmented into measured and unmeasured consumption (i.e., without measuring equipment at the point of delivery) and must include what is delivered to beneficiaries, irrigators, as well as exported water to other EG. Unbilled water is subdivided into authorised consumption (e.g., discharges into conduits and channels for cleaning or repair, the minimum operational volume in channels) and water losses. This last component was divided into losses due to evaporation (in channels and intermediate storage tanks), apparent losses (i.e., unauthorised uses and systematic errors inherent in the measurement or estimation of authorised consumption) and real losses. Real losses correspond to physical losses along the network and include leakage in pressurised pipes, channels and intermediate storage tanks and discharges due to storage tanks and channels overflow.

Once the water balance is calculated, estimated volumes are used to obtain the energy balance components. These components include the total energy supplied, the minimum necessary to ensure consumption, the energy dissipated in pumps, conduits, valves and water losses, the surplus energy as well as the energy recovery in the HA.

The preliminary results of the water balance calculation indicate that the real losses component is the most relevant in the non-revenue water, regardless of the type of AH (pressurised, channel or mixed). These results demonstrate the importance of investing in the rehabilitation of existing infrastructures, besides the need to improve operational control of physical losses. They also highlight the need to improve data collection procedures (e.g., AH discharges, maintenance and repair interventions) and that these reports contribute significantly to improving the quality of existing data and the organisation of information in a HA.

Keywords: collective irrigation systems, hydraulic balance, Energy, water losses

Agradecimentos:

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto AGIR - Avaliação da Eficiência do Uso a 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. Os autores agradecem o empenho na participação como casos de estudo da Associação Beneficiários Obra da Vigia, da Associação de Regantes e Beneficiários do Vale do Sorraia e da Associação de Beneficiários da Obra de Rega de Odivelas.

Referências:

- Alegre, H.; Baptista, J. M.; Cabrera Jr.; E.; Cubillo, F.; Duarte, P.; Hirner, W.; Merkel, W.; Parena, R. (2017) – Performance indicators for water supply services, 3.^a edição, IWA Publishing, ISBN 9781780406336.
- Alegre; H. e Covas; D. (2010) – Gestão patrimonial de infraestruturas de abastecimento de água: uma abordagem centrada na reabilitação. Guia Técnico n.º 16, ERSAR, LNEC, IST, Lisboa, Portugal. 472 p., ISBN: 978-989-8360-04-5.
- Fernando R.M., Cameira M.R., Alves I., e Teixeira J.L. (2005) - Manual “Uso eficiente da água no sector agrícola”. Apoio à Implementação do Programa Nacional Para o Uso Eficiente da Água. Relatório LNEC 258705-NES, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.308 p.
- Lambert. A., e Hirner, W. (2000) – Losses from water supply systems: standard terminology and recommended performance measures. IWA. Londres.
- Mamade, A., Loureiro, D., Alegre, H., e Covas, D. (2017) – A comprehensive and well tested energy balance for water supply systems. Urban Water Journal, 1-9.
- Rijo, M. (2010) - Canais de adução, Projeto, Operação, Controlo e modernização, Edições Sílabo, ISBN 978-972-618-615-1, Lisboa.