

# Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas. Estudo de Caso: Sistema de Abastecimento de Água de Arouca

## *Operational Management of Hydraulic Infrastructures Case Study: Arouca Water Supply System*

(Recepción 31/01/2018; Aceptación 26/03/2018)

Cardoso-Gonçalves, J.<sup>1</sup>; Tentúgal-Valente, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestre em Engenharia Civil, Estudante Doutoramento (FEUP)

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Civil, Professor Associado (FEUP)

Tel.: +351 918 425 218

Email: up200902986@fe.up.pt

**Resumo.** A metodologia de Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas que se apresenta no presente artigo visa apoiar a gestão dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais e integra as componentes: Desafios, Organização, Avaliação de Infraestruturas, Exploração e Intervenção. Partindo de dados de exploração destes sistemas, pretende-se reduzir os custos de exploração e incrementar a qualidade do serviço. A metodologia em desenvolvimento enquadra-se como um elemento agregador de conceitos de gestão patrimonial de infraestruturas, de gestão do risco e de gestão técnica. Utiliza-se como caso de estudo o Sistema de Abastecimento de Água de Arouca para a aplicação.

**Palavas-chave.** Gestão Operacional; Gestão Patrimonial; Gestão do Risco; Gestão Técnica; Abastecimento de Água.

**Abstract.** The methodology of Operational Management of Hydraulic Infrastructures presented in this paper aims to support the management of water supply and drainage of waste water systems and it integrates the components: Challenges; Organization; Evaluation of Infrastructures; Exploration; Intervention. Starting from systems operation data, it is intended to reduce the operating costs and to increase the quality of service. The methodology in development fits as an aggregator of the concepts of patrimonial infrastructures management, risk management and technical management. Arouca Water Supply System is used as the case study for the application.

**Keywords.** Operational Management; Patrimonial Management; Risk Management; Technical Management; Water supply

## 1. Introdução

A engenharia, em cooperação com outras áreas de conhecimento, desempenha um papel decisivo no planeamento, na conceção e na gestão das infraestruturas. A gestão sustentável da água deve constituir uma aposta assertiva das entidades envolvidas, refletida em instrumentos legais e de gestão (Cardoso-Gonçalves, 2016).

A análise crítica da gestão operacional de infraestruturas hidráulicas, com base em dados reais de exploração, refere-se como o objetivo central do presente estudo, que se organiza nos seguintes pontos: introdução, estado da arte, gestão operacional, caso de estudo e discussão.

## 2. Enquadramento

Os procedimentos a adotar na captação e distribuição de água em condições de potabilidade e, após utilização, na recolha, no transporte e na sua devolução aos meios recetores, resultam do reconhecimento da importância associada a uma correta utilização da água para consumo humano. O

ciclo urbano da água (captação, distribuição, recolha, transporte e devolução) representa uma parte do ciclo hidrológico, no qual intervém, mais acentuadamente, o Homem (Tentúgal-Valente, 2007).

### 2.1. Gestão Patrimonial

O “património em infraestruturas” caracteriza-se como um conjunto de ativos que não podem ser substituídos na sua globalidade, podendo renovar-se de forma fracionada, intervir em componentes individuais e conservar a função do sistema como um todo (Burns et al., 1999). A gestão patrimonial de infraestruturas centra-se na estruturação de práticas de gestão tradicionais, integrando-as nos princípios de gestão focados em objetivos e com vista à melhoria contínua, e valorizando-as com novas técnicas de análise, de comparação e de comunicação entre partes interessadas (Alegre et al., 2012). Pode definir-se como arte de equilibrar o desempenho, o custo e o risco, apoiando-se em competências de gestão, engenharia e informação, devendo planear-se ao nível tático, estratégico e operacional. A definição de prioridades e a seleção de necessidades de



intervenção necessitam do conhecimento dos ativos (localização, estado de conservação). O diagnóstico da situação existente possibilita que se efetue uma avaliação da vida residual e do valor económico das infraestruturas (Alegre, 2008).

## 2.2. Gestão do Risco

A gestão de infraestruturas hidráulicas depara-se com riscos associados à segurança de pessoas e bens, à salvaguarda do ambiente e à tomada de decisão. O conceito de risco não apresenta uma definição rigorosa, simples e unânime. Relativamente a aplicações técnicas da análise quantitativa dos riscos, realça-se como consolidada a definição geral do risco, que apresenta, como ponto de partida, a hipotética ocorrência, no futuro e em determinado sistema, de um acontecimento com consequências negativas ou positivas. Nesta abordagem, o risco (R) é quantificado através do produto entre a probabilidade de ocorrência (P) e a consequência (C), de acordo com a equação (1) (Almeida, 2011).

$$R (\text{€}) = P \times C(\text{€}) \quad (1)$$

Da perspetiva operacional, a utilização de metodologias de cálculo do risco simplificadas (produto de probabilidades por consequências), mais flexíveis, e sustentadas em históricos de dados reais, pode revelar-se vantajosa em detrimento de modelos mais sofisticados, com incertezas associadas às variáveis consideradas pelos próprios modelos (Cardoso-Gonçalves, 2016).

## 2.3. Gestão Técnica

A gestão técnica de infraestruturas hidráulicas relaciona-se com diferentes desafios associados à gestão operacional, nomeadamente a gestão da mudança em entidades gestoras, o controlo operacional e o contexto atual da crescente urbanização de zonas com infraestruturas construídas.

Salienta-se a necessidade do conhecimento das infraestruturas, das condições de operação e de exploração e do pessoal operador (Rodrigo et al., 2007).

## 3. Gestão Operacional

O desenvolvimento de um modelo comum de gestão, aplicável em diferentes cenários, refere-se como um dos objetivos da investigação em curso. As infraestruturas de abastecimento de água, de drenagem e tratamento de águas residuais e de drenagem de águas pluviais podem investigar-se do ponto de vista da operacionalidade, do risco e da decisão (Cardoso-Gonçalves, 2016).

A metodologia em desenvolvimento baseia-se nos conceitos de gestão introduzidos (gestão patrimonial; gestão do risco; gestão técnica) e nos principais desafios da gestão dos sistemas de abastecimento de água e de drenagem de águas residuais (visão integrada; sustentabilidade; inovação) (Cardoso-Gonçalves, 2016). O suporte à tomada de decisão e a definição de estratégias operacionais identificam-se como pontos cruciais da metodologia abordada. A estrutura de gestão operacional representa-se esquematicamente na figura 1.



Figura 1. Representação Esquemática da Metodologia de Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas

## 4. Caso de Estudo

De forma a dar cumprimento aos objetivos estabelecidos, utilizou-se, como caso de estudo, o Sistema de Abastecimento de Água de Arouca (SAA-Arouca). O SAA-Arouca apresenta duas origens principais: Abastecimento em alta pela Águas do Douro e Paiva (AdDP); Origens autónomas. A figura 2 representa o SAA-Arouca e indica algumas informações infraestruturais fornecidas pela Entidade Gestora (Águas do Norte, S.A. – AdN).

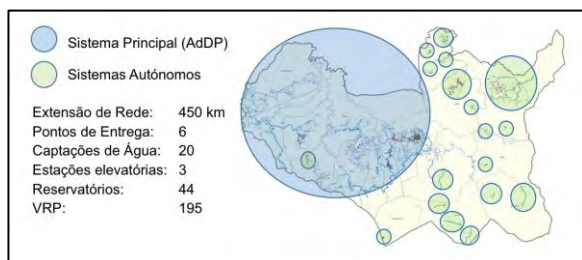


Figura 2. Sistema de Abastecimento de Água de Arouca

#### 4.1. Dados de Exploração

Numa análise mais alargada do SAA-Arouca, do ponto de vista da Gestão Operacional, pretende-se analisar os dados reais relativos a roturas, faltas de água, não conformidades de qualidade de água e consumos. Nesta análise, apresentam-se os dados do número mensal de roturas (figura 3).

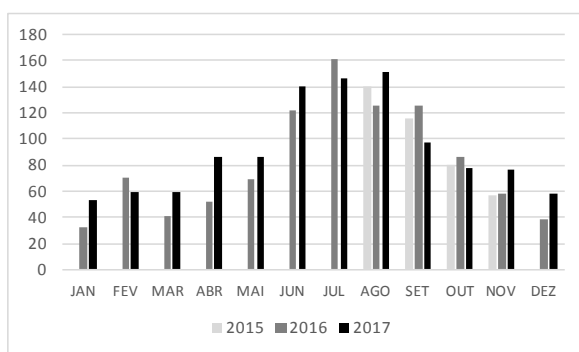


Figura 3. Número de roturas mensal no SAA-Arouca

No que se refere à ocorrência de roturas, evidencia-se uma incidência mais acentuada nos meses de junho, julho, agosto e setembro.

#### 4.2. Gestão Informada pelo Risco

Apresenta-se uma breve descrição do estudo do Risco de Rotura do SAA-Arouca, que se encontra em desenvolvimento. Considerou-se o registo facultado pela entidade gestora, a partir do qual se determinou o custo médio de rotura, considerando os custos associados a prestador externo, pessoal interno (AdN) e encargos com pavimentações. Determinou-se um custo médio de rotura de 337€.

Tendo em conta a equação (1), determinou-se o Risco de Rotura em cada Subsistema do Sistema Principal, que se apresenta no gráfico da figura 4.

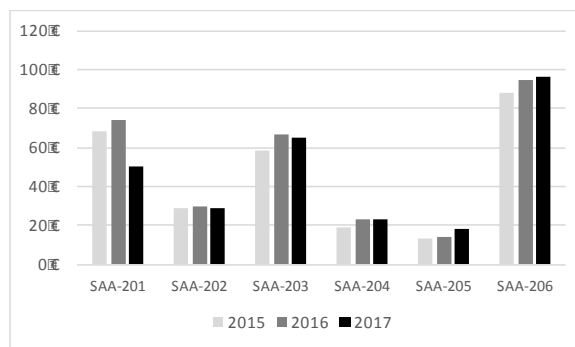


Figura 4. Risco de Rotura por Subsistema (SAA-Arouca)

### 5. Discussão

As linhas orientadoras da metodologia de gestão operacional em desenvolvimento encontram-se definidas, de acordo com a estrutura definida na figura 1, que integra conceitos de gestão abordados no estado da arte, particularmente: gestão patrimonial (estado, desempenho, custos, risco, manutenção e reabilitação); gestão do risco (metodologias de cálculo simplificadas, com base em dados reais, introdução do conceito de gestão operacional informada pelo risco); gestão técnica (conceitos operacionais e organizacionais).

A aplicação da metodologia, designadamente na avaliação das infraestruturas (determinação do risco de rotura por subsistema), permite o estabelecimento de estratégias de exploração (controlo operacional e resposta a ocorrências – roturas) e de intervenção (monitorização de pressões na rede; substituição de troços com elevada incidência de roturas). No SAA-Arouca, o reforço da capacidade de resposta a ocorrências nos meses de junho a setembro e a necessidade de investimento no combate a roturas nos subsistemas SAA-201, SAA-203 e SAA-206 identificam-se como estratégias operacionais a adotar.

De acordo com a estratégia definida em Cardoso-Gonçalves (2016), identificam-se diversas áreas a explorar, designadamente: desafios do setor da água; enquadramento organizacional; avaliação de infraestruturas; estratégias de exploração; intervenções a executar.

A estrutura de Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas em desenvolvimento pretende responder aos principais desafios da gestão da água, propondo estratégias operacionais que visem a sustentabilidade económica, a proteção do ambiente e a salvaguarda de pessoas e bens.

## Referências

A Almeida, A.B. (2011). “Gestão da Água: Incertezas e Riscos. Conceptualização Operacional.” Esfera do Caos, Lisboa.

Alegre, H. (2008). “Gestão Patrimonial de Infra-estruturas de Abastecimento de Água e de Drenagem e Tratamento de Águas Residuais.” Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

Alegre, H., Coelho, S.T., Leitão, J.P. (2012). “Gestão Patrimonial de Infra-estruturas em Sistemas Urbanos de Água.” Jornadas LNEC, Cidades e Desenvolvimento, 18 a 20 de Junho de 2012, Lisboa.

Burns, P., Hope, D., Roorda, J. (1999). “Managing infrastructure for the next generation.” Automation in Construction.

Cardoso-Gonçalves, J.J.T. (2014). “Tipificação e Caracterização de Consumos em Reservatórios de Distribuição. Influência na Exploração e Capacidade.” Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Cardoso-Gonçalves, J.J.T. (2016). “Gestão Operacional de Infraestruturas Hidráulicas.” Projeto de Tese de Investigação, Programa Doutoral em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Rodrigo, C., Lopes, J.L., Saúde, M., Mendes, R., Casimiro, R. (2007). “Controlo operacional em sistemas públicos de abastecimento de água.” IRAR, Série Guias Técnicos, N.º10.

Tentúgal-Valente, J.C. (2007). “Disciplina de Hidráulica Urbana e Ambiental. Apontamentos.” Textos pedagógicos desenvolvidos no âmbito da unidade curricular de Hidráulica Urbana e Ambiental, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.