

REPOSITÓRIO DE FERRAMENTAS PARA A GESTÃO DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

TOOLS REPOSITORY FOR THE MANAGEMENT OF WATER DISTRIBUTION SYSTEMS

Nelson Carriço^{a,}, Bruno Ferreira^a, André Antunes^b, João Caetano^a, Raquel Barreira^a, Dília Covas^c*

^aINCITE, Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, s/n, 2839-001 Lavradio, Portugal

^bSUSTAIN.RD, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, Campus do IPS, Estefanilha, 2914-508 Setúbal Setúbal, Portugal

^cCERIS, Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal

RESUMO

No presente artigo apresenta-se um conjunto de ferramentas, disponíveis em código aberto, para a gestão de sistemas de distribuição de água, desenvolvidas no âmbito dois projetos de investigação, financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), o projeto DECIdE (<https://decide.ips.pt/>) e o projeto WISDom (<https://wisdom.ips.pt/>). No âmbito do projeto DECIdE, foram desenvolvidas ferramentas que permitem importar e tratar dados, através de ficheiros exportados de sistemas de informação geográfica (SIG), em formato *shapefile*, folhas de cálculo com medições para o cálculo de balanços hídrico e energético e, também, de indicadores de desempenho de sistema, como por exemplo, perdas por quilómetro de conduta. No projeto WISDom, foram desenvolvidas ferramentas para a localização ótima de sensores de pressão, para o processamento de dados de caudal, para identificação de zonas críticas da rede de distribuição e para priorização de condutas para intervenções de reabilitação. Estas ferramentas são úteis para apoiar os técnicos das entidades gestoras na operação dos sistemas e são um passo na direção da transformação digital.

Palavras Chave: digitalização, ferramentas, gestão operacional, processamento de dados, sistemas de distribuição de água

ABSTRACT

This paper presents a set of open source tools for the management of water distribution systems, developed in two research projects funded by the Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), namely the DECIdE project (<https://decide.ips.pt/>) and the WISDom project (<https://wisdom.ips.pt/>). In the first project, developed tools allow importing data, through files exported from geographic information systems, in shapefile format, and spreadsheets containing measurements for the calculation of water and energy balances and also system performance indicators, such as real losses per pipe kilometer. In WISDom project, the developed applications allow the optimal location of pressure sensors, processing flow data, identifying critical areas of the distribution network and prioritizing pipes for rehabilitation interventions. These tools are useful to support water utility experts in the daily operation of the systems and are a step-forward towards digital transformation.

Keywords: data processing, digitalization, operational management, tools, water distribution networks

DESTAQUES

A gestão e operação dos sistemas de distribuição de água é cada vez mais desafiante.

A transformação digital traz inúmeros benefícios na gestão destes sistemas.

Disponibiliza-se um conjunto de ferramentas em código aberto para a gestão dos sistemas.

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos sistemas de distribuição de água é uma atividade cada vez mais desafiante para as entidades gestoras. Se por um lado, os ativos que constituem os sistemas estão envelhecidos e a necessitar de reabilitação, por outro lado, as exigências da qualidade de serviço prestado e de apresentação de resultados ao regulador são cada vez maiores. Neste sentido, a transformação digital, que tem vindo gradualmente a ser assumida pelas entidades gestoras, traz inúmeros benefícios na gestão dos sistemas de abastecimento de água, permitindo a otimização e automação de inúmeros processos da operação diária e do planeamento destes sistemas. A utilização de dados para gerar informação está a mudar a forma como os sistemas são geridos e a forma como são analisados. É, portanto, necessário que as entidades assumam uma atitude proativa na adoção e utilização de ferramentas computacionais que utilizem os dados que, em muitas situações já são recolhidos, mas que, por falta de ferramentas, não são utilizados e não produzem conhecimento.

O Instituto Politécnico de Setúbal juntamente com o Instituto Superior Técnico tem vindo a desenvolver, desde 2019, um conjunto de ferramentas em código aberto para a gestão de sistemas de distribuição de água. O objetivo é disponibilizar as ferramentas diretamente às entidades gestoras para utilização ou para utilização e adaptação por parte de empresas de software. O presente artigo apresenta sumariamente as diversas ferramentas computacionais desenvolvidas no âmbito de dois projetos de investigação financiados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) – o projeto DECIDE e o projeto WISDom.

2 PLATAFORMA DECIDE

No âmbito do projeto de investigação “DECIDE – Plataforma de Apoio à Decisão em Infraestruturas Urbanas de Água”, que decorreu entre 2018 e 2021, foi desenvolvida uma plataforma informática para integração e análise de dados provenientes de diferentes sistemas de informação da entidade gestora. A plataforma foi desenvolvida em colaboração com cinco entidades gestoras de pequena e média dimensão e com maturidade digital e processos de gestão da informação distintos.

A plataforma permite a importação de dados exportados de sistemas de informação geográfica (SIG), em formato *shapefile*, e de medições em formato de folhas de cálculo ou ficheiros de texto. Com este conjunto de dados, a plataforma efectua o cálculo de um conjunto de indicadores de desempenho (ERSAR 2017), selecionados pelas entidades gestoras, e que refletem as necessidades por estas identificadas. Adicionalmente, foram incorporados módulos para cálculo de balanços hídrico e energético, permitindo a avaliação da eficiência hídrica (Alegre et al. 2016) e energética (Mamade et al. 2017) dos sistemas. A avaliação do desempenho e das eficiências hídrica e energética pode ser efetuada tanto ao nível do sistema como a nível setorial (i.e., subsistema ou zona de medição e controlo).

Foi ainda desenvolvido um *dashboard* com diferentes tipos de representação gráfica (e.g., gráfico de barras, linhas, circular) e filtros customizáveis pelo utilizador (i.e., por área de análise, conjunto de dados e indicadores, e período temporal).

A Figura 1 apresenta o *dashboard* desenvolvido e que permite a visualização de um conjunto pré-selecionado de dados e indicadores referente a um determinado período temporal. A plataforma está disponível em <https://decide.ips.pt>.

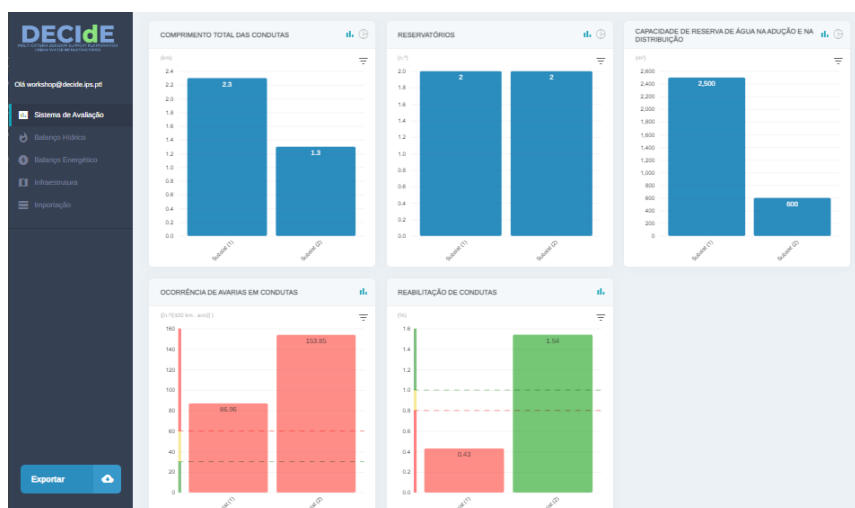


Figura 1. Plataforma DECIde – módulo de sistema de avaliação do desempenho.

3 PLATAFORMA WISDOM

3.1 A plataforma

O projeto WISDom – Water Intelligence System Data – decorreu entre 2019 e 2022 e teve como objetivo principal o desenvolvimento de algoritmos e modelos que permitem extrair conhecimento a partir de dados, suportando assim a entidade gestora no processo de tomada de decisão e na gestão dos sistemas. No âmbito deste projeto, foram desenvolvidas diversas ferramentas computacionais para a localização ótima dos sensores de pressão, para o processamento de séries temporais de caudal, para a identificação de zonas críticas da rede de distribuição e para a priorização de condutas para intervenções de reabilitação. As secções seguintes descrevem, sumariamente, cada uma das ferramentas. As ferramentas estão incorporadas na plataforma WISDom, acessível em <https://wisdom.ips.pt>.

3.2 Ferramenta para a localização ótima de sensores de pressão

O número e a localização dos sensores de pressão a instalar numa rede deve permitir retirar o máximo partido da instalação destes equipamentos. Ferreira et al. (2021, 2022a) desenvolveram uma metodologia e implementaram uma ferramenta computacional para determinar o número e a localização ótima de sensores de pressão para a deteção de roturas. Esta ferramenta utiliza o modelo de simulação da rede, procedendo à resolução de diversos problemas de otimização de forma a determinar o número e localização ótima de sensores de pressão. A Figura 2 ilustra a utilização da ferramenta com um caso de estudo real.

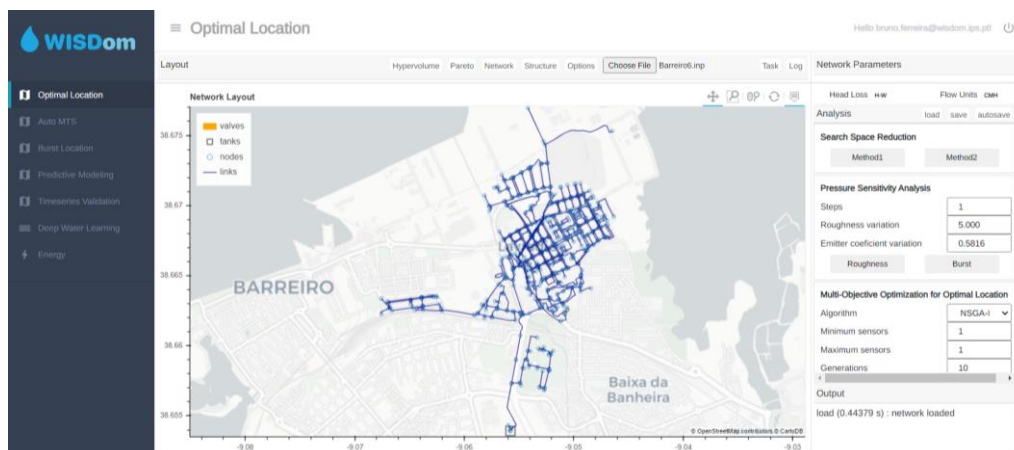


Figura 2. Ferramenta para a localização ótima de sensores de pressão.

3.3 Ferramenta para o processamento de séries temporais de caudal

As séries temporais de caudal apresentam regularmente erros (*outliers*), como sejam, valores em falta, duplicados ou anómalos, que dificultam a sua correta utilização. Estes *outliers* devem ser detetados e corrigidos de forma a não comprometerem a utilização das séries temporais nas diferentes aplicações de engenharia. A metodologia proposta em (Ferreira et al. 2022b) permite o processamento automático de séries temporais de caudal, tendo sido implementada numa ferramenta computacional para o efeito. Apresenta-se na Figura 3 um exemplo do processamento de uma série temporal utilizando a referida aplicação. Esta ferramenta encontra-se disponível no Github (<https://github.com/Ferreira-B/Flowrate-time-series-processing>).

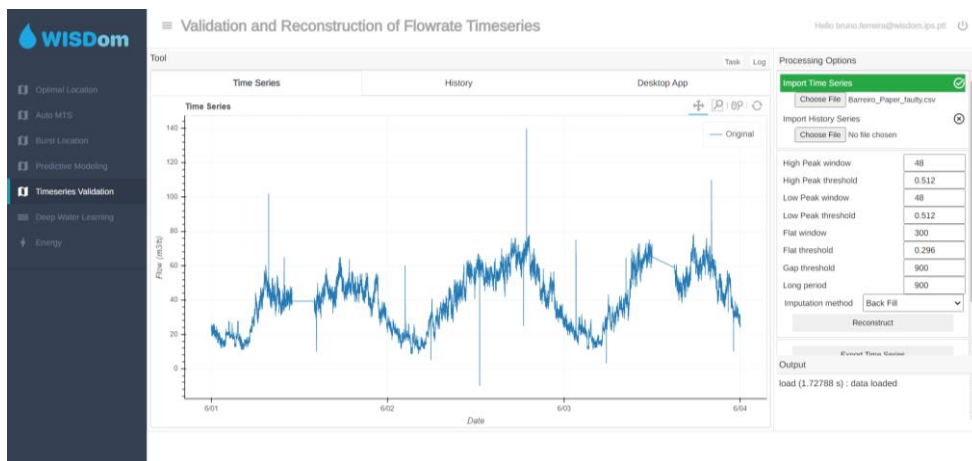


Figura 3. Ferramenta para o processamento de séries temporais de caudal.

3.4 Ferramenta para identificação de zonas críticas da rede de distribuição

A localização de roturas no menor intervalo de tempo possível é essencial para reduzir o volume perdido e pode ser alcançada através da utilização de métodos computacionais e de dados de monitorização da rede. A capacidade de localizar a rotura corretamente está diretamente relacionada com o número e localização de sensores. Consequentemente, roturas localizadas em determinadas zonas da rede, devido à topologia da rede ou à inexistência de sensores nas proximidades, são naturalmente mais difíceis de localizar. Neste sentido, foi desenvolvida uma ferramenta computacional que permite avaliar o efeito de roturas, atendendo aos sensores existentes, e posterior localização utilizando métodos de inteligência artificial. A ferramenta, apresentada na Figura 4, permite assim a identificação de zonas críticas com maior probabilidade de localização de roturas.

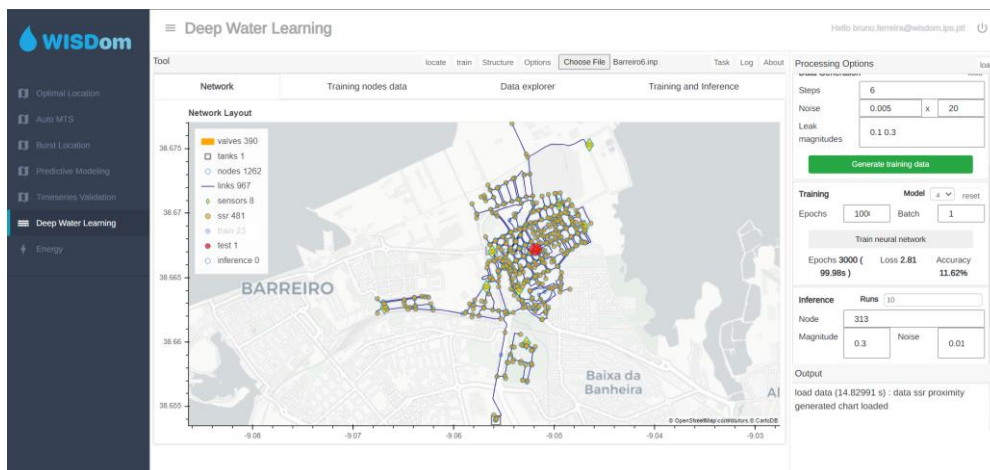


Figura 4. Ferramenta para identificação de zonas críticas da rede de distribuição.

3.5 Ferramenta para priorização de condutas para intervenções de reabilitação

Um planeamento de intervenções de substituição de tubagens adequado, numa perspetiva de médio e longo-prazo, garante a sustentabilidade dos sistemas e a manutenção/melhoria da qualidade do serviço prestado. Foi desenvolvida uma metodologia que integra técnicas de agrupamento de acordo com a disponibilidade orçamental e posterior programação das substituições das condutas em fim de vida, considerando vários critérios de avaliação (Caetano et al. 2022a, b). A Figura 5 ilustra a aplicação da metodologia, baseada em conceitos da teoria dos grafos, a um caso de estudo real. A incorporação desta ferramenta na plataforma WISDom está em desenvolvimento.

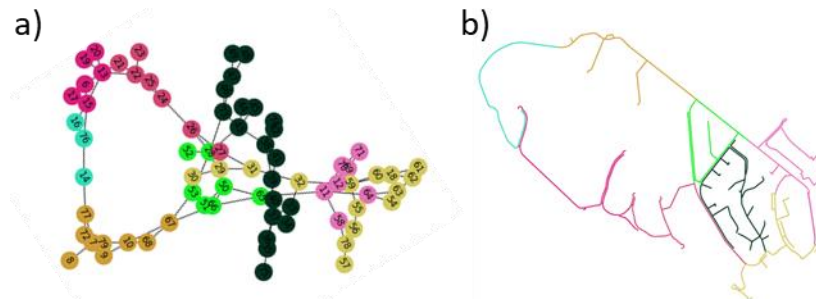


Figura 5. a) Utilização de grafos para agrupamento de condutas; b) aplicação a caso real

4. CONCLUSÕES E DISCUSSÃO:

A gestão dos sistemas de distribuição de água deve ser otimizada de forma a reduzir o volume de água perdido, o consumo energético e os custos de exploração associados. Neste sentido, a transformação digital tem um papel fundamental e deve ser adotada de forma proeminente por parte das entidades gestoras. As ferramentas desenvolvidas e apresentadas nesta comunicação são um contributo direto para a transformação digital das entidades gestoras e devem poder ser utilizadas na gestão diária dos sistemas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) pelo financiamento da investigação através da bolsa de doutoramento do Bruno Ferreira (referência n.º SFRH/BD/149392/2019), do João Caetano (referência n.º 2022.13214.BD), e da unidade de investigação CERIS (referência n.º UIDB/04625/2020). Os autores também agradecem ao Instituto Politécnico de Setúbal o financiamento atribuído para participação no 20º ENASB.

REFERÊNCIAS

- Alegre H, Baptista JM, Cabrera E, et al (2016) Performance Indicators for Water Supply Services: Third Edition. Water Intell Online 15:9781780406336–9781780406336.
- Caetano J, Carricho N, Covas D (2022a) Lessons Learnt from the Application of MCDA Sorting Methods to Pipe Network Rehabilitation Prioritization. Water (Switzerland) 14:.
- Caetano J, Carricho N, Covas D (2022b) Método multicritério aplicado ao planeamento de reabilitação em redes de distribuição de água. Águas e Resíduos.
- ERSAR (2017) Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores - 3.ª geração do sistema de avaliação. Série Guias Técnicos nº 22 351
- Ferreira B, Antunes A, Carricho N, Covas D (2022a) Multi-objective optimization of pressure sensor location for burst detection and network calibration. Comput Chem Eng 162:107826.
- Ferreira B, Carricho N, Barreira R, et al (2022b) Flowrate Time Series Processing in Engineering Tools for Water Distribution Networks. Water Resour Res 58:1–20.
- Ferreira B, Carricho N, Covas D (2021) Optimal Number of Pressure Sensors for Real-Time Monitoring of Distribution Networks by Using the Hypervolume Indicator. Water 13:2235.
- Mamade A, Loureiro D, Alegre H, Covas D (2017) A comprehensive and well tested energy balance for water supply systems. Urban Water J 14:853–861.