



## PLATAFORMA DE APOIO À TOMADA DE DECISÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

**Bruno Ferreira<sup>1</sup>, Nelson J. G. Carriço<sup>1</sup>, André Antunes<sup>2</sup>, Cédric Grueau<sup>2</sup>**

*1. Escola Superior de Tecnologia do Barreiro, Instituto Politécnico de Setúbal, Rua Américo da Silva Marinho, 2839-001 Lavradio, Portugal*

*bruno.s.ferreira@estbarreiro.ips.pt*

*nelson.carrico@estbarreiro.ips.pt*

*2. Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Instituto Politécnico de Setúbal, Campus do IPS, Estefanilha, 2914-761 Setúbal, Portugal*

*andre.antunes@estsetubal.ips.pt*

*cedric.grueau@estsetubal.ips.pt*

### RESUMO

A legislação portuguesa define que Entidades Gestoras (EG) de sistemas de abastecimento de água que sirvam mais de 30 000 habitantes devem promover e manter um sistema de gestão patrimonial de infraestruturas (GPI). A elaboração de um plano de GPI exige que a EG recolha diversas informações sobre a situação atual e projetada das infraestruturas, a sua caracterização e a avaliação do seu estado funcional e de conservação. No entanto, algumas das ferramentas para esta caracterização e avaliação assentam em diferentes técnicas (e.g., cálculo de indicadores de desempenho ou simulação hidráulica do sistema) que, usualmente, requerem a integração ou a interoperabilidade de dados provenientes das diversas áreas de atividade da EG.

Em Portugal, a grande maioria dos sistemas de abastecimento de água em baixa são geridos diretamente pelos municípios, cuja missão não se restringe aos serviços de água como acontece nas restantes EG existentes. Desta forma, a gestão é estruturada de acordo com modelos de convenção de administrações públicas e em muitos casos a eficiência da gestão da informação fica frequentemente aquém do pretendido. A multiplicidade das origens e dispersão dos dados resultante das diversas aplicações, sistemas e departamentos, a reduzida e muitas vezes inexistente interligação entre as diferentes fontes de dados e programas, bem como a desatualização das principais tendências tecnológicas apresentam-se como obstáculos à partilha de informação entre departamentos e áreas de atividade da EG. Desta forma, o simples acesso a dados pode revelar-se uma atividade bastante morosa, tipicamente envolvendo diversos intervenientes, ficheiros de diversos formatos e processos intermédios (Grueau *et al.*, 2019).

A recolha de dados, manutenção e gestão dos SI representam assim uma parte muito significativa dos recursos humanos e tecnológicos envolvidos nos processos de decisão, sendo este um dos grandes desafios com que as EG se defrontam atualmente. Considerando a impossibilidade de se implementarem modelos de gestão de dados de raiz, é de extrema importância o correto planeamento e uso dos sistemas de informação existentes e a adquirir, tendo em conta a sua interligação e o seu proveito para alcançar os objetivos da EG. Diversas soluções têm sido desenvolvidas de forma a resolver a problemática da integração e análise de dados em EG. Este desenvolvimento pode partir da própria EG que, dispondo de meios financeiros e/ou tecnológicos, desenvolve uma solução à medida das suas necessidades, ou através da aquisição e utilização de softwares comerciais. No entanto, EG de pequena e média dimensão dispõem usualmente de poucos recursos financeiros e/ou tecnológicos, limitando o desenvolvimento da sua própria solução. Adicionalmente, a aquisição de sistemas de apoio à tomada de decisão é usualmente negligenciada face a necessidades de sistemas essenciais à atividade desenvolvida (e.g., faturação, contabilidade, telemetria).

Face a esta problemática, foi desenvolvida, no âmbito do projeto de investigação “DECIdE - Plataforma de Apoio à Decisão em Infraestruturas Urbanas de Água”, uma plataforma informática que possibilita a integração



de dados provenientes de diferentes Sistemas de Informação (SI) da EG, incluindo ainda algumas ferramentas para o apoio à tomada de decisão. A plataforma foi desenvolvida em colaboração com cinco EG de pequena e média dimensão, com modelos de gestão (i.e., gestão direta e gestão delegada), maturidade digital e processos de gestão da informação distintos.

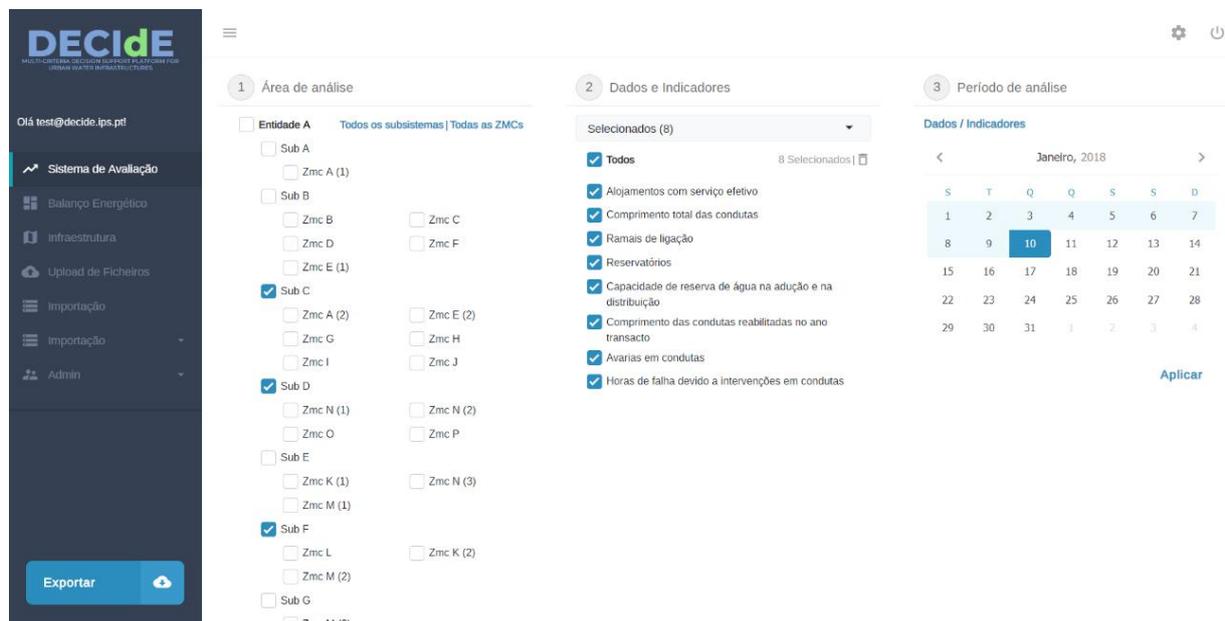
A plataforma DECIdE, disponível em <https://decide.ips.pt/>, apresenta uma estrutura modular, constituída por diversos módulos que comunicam com a base de dados unificada.

O processo de integração da informação proveniente de diversas fontes numa base de dados unificada é bastante complexo, em grande parte devido à disparidade de processos de gestão da informação e maturidade digital presente nas EG parceiras. Nas cinco EG participantes, foram identificadas diferentes SI, assim como processos de recolha e atualização de informação bastante distintos.

Neste sentido, e de forma a ultrapassar estas dificuldades, foi desenvolvido um modelo de dados abrangente, assim como um mecanismo de análise, mapeamento e indexação entre o conteúdo a importar e o modelo de dados. A partir deste modelo de dados, e através da interface da plataforma, é possível realizar o mapeamento entre o modelo de dados original e o modelo unificado, permitindo assim que diferentes entidades utilizem a plataforma. Desta forma, o módulo de importação e atualização de dados permite a importação e atualização das formas e atributos referentes às diversas infraestruturas e áreas de análise, bem como a importação da faturação, medições e ordens de trabalho associadas ao sistema. Adicionalmente, o modelo de dados está preparado para manter um registo histórico dos diversos elementos infraestruturais, permitindo assim reproduzir o estado da rede num determinado período do tempo.

O processo de apoio à tomada de decisão assenta na avaliação do desempenho do sistema. Desta forma, a plataforma permite o cálculo de um conjunto de indicadores de desempenho (ERSAR, 2019), selecionados pelas EGs parceiras, que refletem as necessidades por estas sentidas.

No entanto, a visualização gráfica deste conjunto de indicadores de desempenho pode tornar-se de alguma forma difícil, especialmente quando se realizam análises ao nível setorial. Neste sentido, e com o objetivo de facilitar o processo de apoio à tomada de decisão, foi desenvolvido um *dashboard* baseado em filtros customizados pelo utilizador (i.e., por área de análise, conjunto de dados e indicadores, e período temporal), incluindo ainda diferentes tipos de representação gráfica (e.g., gráfico de barras, linhas, circular). Os diferentes filtros são apresentados na Figura seguinte.



The screenshot shows the DECIDE web application interface. On the left is a dark sidebar with the logo and navigation menu. The main content area is divided into three sections:

- 1 Área de análise:** A list of sub-systems (Sub A through Sub G) and ZMCs (Zmc A through Zmc M) with checkboxes. Sub C, Sub D, and Sub F are selected.
- 2 Dados e Indicadores:** A list of indicators with checkboxes. Eight indicators are selected, including 'Todos', 'Alojamentos com serviço efetivo', 'Comprimento total das condutas', 'Ramais de ligação', 'Reservatórios', 'Capacidade de reserva de água na adução e na distribuição', 'Comprimento das condutas reabilitadas no ano transacto', 'Avarias em condutas', and 'Horas de falha devido a intervenções em condutas'.
- 3 Período de análise:** A calendar for January 2018. The date 10 is highlighted.

At the bottom right of the calendar, there is an 'Aplicar' button.

Figura 1 - Filtros customizados pelo utilizador

Adicionalmente, foram incorporados módulos para cálculo de balanços hídrico e energético, permitindo a avaliação da eficiência hídrica (Alegre *et al.*, 2000) e energética (Mamade *et al.* 2017) dos sistemas. Os módulos de cálculo do balanço hídrico e energético permitem, através da definição do período temporal e das áreas de análise, a preparação dos dados de entrada para validação por parte do utilizador, possibilitando a alteração de qualquer valor. Uma vez validados os dados de entrada, o módulo permite o cálculo dos balanços de forma independente para cada uma das áreas de análise selecionadas.

A plataforma, conforme apresentada, encontra-se em fase de validações finais. Adicionalmente, está previsto o desenvolvimento de um conjunto de funcionalidades relacionadas com a produção do relatório anual sobre as infraestruturas, assim como a ciência de dados.

A recolha e tratamento do conjunto de dados solicitados anualmente pela Entidade Reguladora dos Serviços de Água e Resíduos (ERSAR) exige das EG um elevado esforço ao nível de recursos humanos, podendo esta atividade prolongar-se por diversos meses. Neste sentido, está previsto o desenvolvimento de um módulo para produção do relatório com o conjunto de dados solicitado pela ERSAR.

A diminuição do custo de aquisição dos sensores de medição, da tecnologia de comunicação e do armazenamento permitirá a obtenção de um alargado volume de dados. No entanto, uma parte dos dados recolhidos de forma automática necessitam, posteriormente, de tratamento de *outliers*, dos nulos e preenchimento de falhas. Sem este tratamento prévio não é possível aplicar técnicas de reconhecimento automático de padrões de consumo, modelos preditivos de consumos de água e localização espacial de roturas. Desta forma, encontra-se em desenvolvimento o módulo de tratamento de séries temporais.

O comportamento da rede pode ser analisado através dos sensores de medição instalados em diversos pontos da rede. Perante a inexistência de eventos anómalos (e.g., roturas ou abertura de marcos de incendio), o comportamento segue determinados padrões específicos (i.e., diário, semanal). Nestas condições, a ocorrência de um evento anómalo gera um incremento de caudal e variações de pressão que, com recurso a técnicas estatísticas, pode ser detetado como *outlier* e posteriormente categorizado (i.e., rotura, manobra de válvula). Neste sentido, encontra-se em desenvolvimento o módulo de deteção e categorização de eventos anómalos.

O presente artigo aborda as diferentes funcionalidades, módulos e ferramentas da plataforma desenvolvida no âmbito do projeto de investigação “DECIDE - Plataforma de Apoio à Decisão em Infraestruturas Urbanas de Água”. Esta plataforma apresenta-se como o primeiro passo no desenvolvimento de uma ferramenta de



referência para o apoio à tomada de decisão em EGs de serviços urbanos de água. Os trabalhos futuros incidem sobre a área da ciência de dados, com especial enfoque para o tratamento e validação de séries temporais, assim como a deteção e categorização e localização de eventos anómalos.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Programa Operacional Regional de Lisboa e ao Programa Operacional Regional do Alentejo, na componente FEDER, bem como à Fundação para a Ciência e Tecnologia pelo suporte financeiro ao projeto n° 024135.

**Palavras-Chave:** Apoio à tomada de decisão; Integração de dados; Sistemas de informação

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Alegre, H., Hirner, W., Baptista, J.M., Parena, R. (2000). Performance indicators for water supply services, Manual of Best Practice Series, IWA Publishing, London.

ERSAR. (2019). Guia de avaliação da qualidade dos serviços de águas e resíduos prestados aos utilizadores -3.ª geração do sistema de avaliação. ERSAR, Lisboa.

Grueau, C., Antunes, A., Ferreira, B., Gonçalves, M., Gomes, M., Carriço, N. (2019). Towards an integrated platform for decision support in water utility management, apresentado no 12th IADIS International Conference on Information Systems, Utrecht, Holanda.

Mamade, A., Loureiro, D., Alegre, H., Covas, D. (2017). A comprehensive and well tested energy balance for water supply systems, Urban Water Journal. DOI: 10.1080/1573062X.2017.1279189