

## MODELAÇÃO DA ENERGIA CONSUMIDA EM TEMPO DE CHUVA EM SISTEMAS DE ÁGUAS RESIDUAIS

Luís M DAVID<sup>1</sup>, Armando PINTO<sup>1</sup>, António MARTINS<sup>2</sup>, Osvaldo SILVA<sup>2</sup>,  
Alexandre ATAÍDE<sup>2</sup>, Anabela OLIVEIRA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Portugal, Ldavid@lnec.pt, apinto@lnec.pt, aoliveira@lnec.pt

<sup>2</sup> Águas do Algarve S.A., Portugal, antonio.m.martins@adp.pt, osvaldo.silva@adp.pt, a.almeida@adp.pt

### RESUMO

#### 1. Introdução

As infraestruturas de abastecimento e saneamento da água são importantes consumidores de eletricidade, tendo sido feitos esforços nos últimos anos para aumentar a sua eficiência energética. Em tempo de chuva, os aumentos dos caudais de águas residuais afluentes às estações elevatórias (EE) e estações de tratamento de águas residuais (ETAR) pode levar a acréscimos significativos no consumo de energia. Esses aumentos de caudal ocorrem tanto nos sistemas unitários, como em sistemas separativos de águas residuais, devido às afluições indevidas. O controlo da afluência de caudais pluviais ou de infiltração da água do solo no sistema de águas residuais domésticas é um desafio difícil que tem merecido uma atenção crescente nos últimos anos.

Por outro lado, para proteção da qualidade de águas balneares ou de recreio, durante períodos de menor pluviosidade, é comum proceder-se ao armazenamento das águas pluviais em cursos de água efémeros e ao seu posterior transporte para a ETAR. Em áreas costeiras, é frequente a infraestrutura de águas residuais necessitar de várias EE ao longo da costa, cada uma dotada de um descarregador de tempestade/emergência a montante. Regra geral, são medidos apenas os caudais bombeados nas EE, desconhecendo-se os caudais descarregados em tempo de chuva.

Assim, o aumento da eficiência energética destes sistemas requer o conhecimento de três aspetos fundamentais: i) dos caudais bombeados e tratados em tempo húmido; ii) do impacto das descargas em cada EE nas massas de água recetoras; iii) do potencial para melhorar a eficiência energética do sistema como um todo.

No âmbito do Projeto SINERGEA, foi desenvolvido um sistema inteligente de apoio à decisão em tempo real, que visa a gestão da energia, da contaminação de águas balneares e de inundações, o qual está a ser demonstrado na cidade de Albufeira e área costeira adjacente ([http://sinergea.lnec.pt/index\\_pt.html](http://sinergea.lnec.pt/index_pt.html); David et al, 2022). Este artigo descreve a metodologia desenvolvida para modelar o consumo de energia e a sua validação no caso de demonstração.

#### 2. Modelação integrada de consumo de energia e das descargas em tempo de chuva

A gestão integrada da eficiência energética dos sistemas de águas residuais e da qualidade das massas de água recetoras deve incluir a modelação integrada de ambos os sistemas. A análise deve ter em conta as tarifas da energia, a melhoria da eficiência dos equipamentos e de cada estação, a conceção e gestão de toda a infraestrutura de saneamento, bem como permitir estudar o potencial de melhoria associado a alternativas. Dado que atualmente poucos programas de modelação determinística de drenagem urbana incluem a simulação do consumo de energia, o modelo SWMM (Rossman, 2015) é aqui utilizado para modelar a componente hidrodinâmica e foi desenvolvida (em Python)

uma nova ferramenta genérica para avaliar o consumo de energia nas EE e na ETAR.

O consumo de energia nos grupos eletrobomba é calculado a partir dos resultados de caudal e altura de água fornecidos pelo SWMM e das características de desempenho da EE. O consumo dos restantes equipamentos de drenagem e tratamento é calculado de forma simplificada, tendo em conta diferentes tipos de funções: consumos fixos (ou consumos que variam consoante o mês); consumo em função do caudal fornecido pelo SWMM; consumo em função do caudal e de variáveis externas, como a temperatura e a precipitação antecedente. Nos balanços de massa, o modelo permite ainda considerar o contributo de equipamentos de produção de energia por fontes de energia alternativas, como painéis fotovoltaicos (em função da radiação atmosférica de ondas longas e curtas) ou a utilização de biogás nas ETAR. Para cada equipamento, estação (elevatória, de tratamento ou outra) e para a totalidade do sistema, o modelo fornece resultados do consumo de energia, custo e pegada de carbono. Em aplicações práticas, os equipamentos a modelar em cada EE, ETAR ou outra estação dependerão da quantidade e qualidade da informação existente sobre o funcionamento e consumo de energia dos respetivos equipamentos.

Um desafio importante para o sucesso da abordagem descrita está relacionado com a estimativa dos caudais das descargas em tempo de chuva, uma vez que essas descargas geralmente não são monitorizadas. Foi desenvolvida uma metodologia inovadora que usa um modelo concetual agregado para estimar a área útil da bacia hidrográfica e os caudais descarregados a montante de cada EE, a partir dos caudais medidos na respetiva conduta elevatória.

### 3. Caso de demonstração

Conforme referido, o sistema SINERGEA está a ser demonstrado na cidade de Albufeira e zona costeira adjacente, tendo sido modelados em detalhe a rede separativa de águas pluviais, o sistema interceptor de águas residuais e as águas balneares costeiras (David et al, 2022). A Figura 1 mostra o modelo SWMM do sistema interceptor de águas residuais, que serve vários empreendimentos urbano-turísticos litorais. O sistema está dotado de uma ETAR, dez EE (algumas com variador de velocidade) e dois emissários submarinos.

A Figura 2 mostra os resultados do modelo de consumo de energia numa EE. A Figura 3 ilustra os resultados da calibração dos caudais bombeados numa EE, onde também é obtida a estimativa dos caudais descarregados em tempo de chuva. O modelo foi calibrado para um período de eventos de precipitação e validado para outros dois períodos de chuva, fornecendo resultados sobre o consumo de energia, custos e pegada de carbono, para cada um dos equipamentos modelados, cada estação e para o sistema como um todo.

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi cofinanciado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através dos Programas Operacionais POR Lisboa2020 e CrescAlgarve2020, no âmbito do projeto SINERGEA (ANI, Proj. n.º 33595).

**Palavras-Chave:** consumo de energia; saneamento; estação elevatória; aflúências indevidas; modelo de energia.

### REFERÊNCIAS

David et al. (2022). SINERGEA - Real-time forecasting system for managing floods, bathing water quality and wastewater energy consumption. In 7th IAHR Europe Congress.

Rossman, L.A. Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1; U.S. EPA: Washington, DC, 2015.



Fig. 1. Sistema interceptor, elevatório e de tratamento.

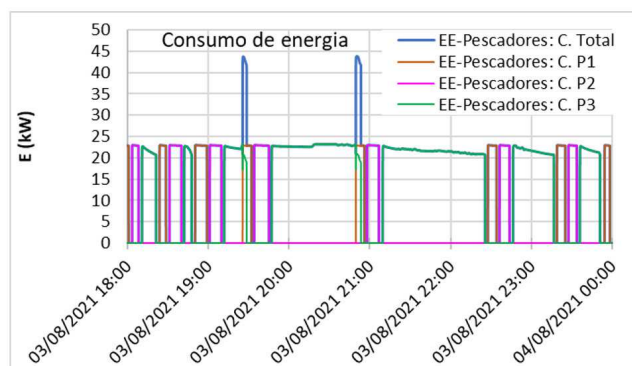


Fig. 2. Consumo de energia numa EE.

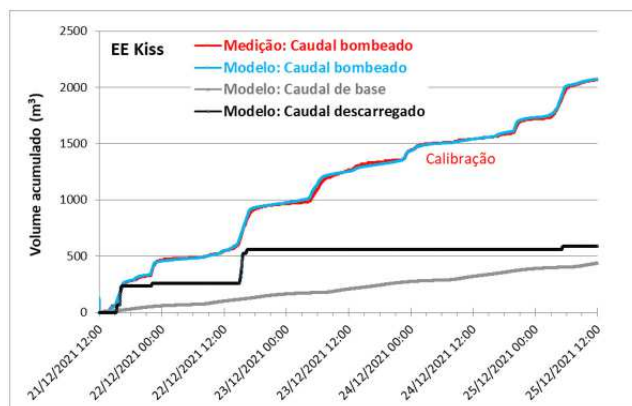


Fig. 3. Calibração dos caudais bombeados numa EE e estimativa dos caudais descarregados a montante.