

## Livro de Atas

Apenas Comunicação Oral	<input checked="" type="checkbox"/>	Apenas Poster	<input type="checkbox"/>	Comunicação Oral ou Poster	<input type="checkbox"/>
-------------------------	-------------------------------------	---------------	--------------------------	----------------------------	--------------------------

(Assinalar com **X** a opção de submissão desejada)

# **GISWATER – UMA SOLUÇÃO INTEGRADA PARA GESTÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. UM CASO DE ESTUDO NA QUINTA DO LAGO**

*Ivo Silvestre (1), João Caetano (1), Tiago Correia (1)*

(1) Infraquinta, E.M., Avenida da Gondra, Quinta do Lago 8135-024 Almancil; e-mail: [ivo.silvestre@infraquinta.pt](mailto:ivo.silvestre@infraquinta.pt); [joao.caetano@infraquinta.pt](mailto:joao.caetano@infraquinta.pt); [tiago.correia@infraquinta.pt](mailto:tiago.correia@infraquinta.pt)

## **RESUMO**

O presente trabalho tem como objetivo principal a apresentação de uma solução integrada para a gestão da rede de abastecimento de água da Quinta do Lago, rede gerida pela empresa Infraquinta.

Para melhor entender o comportamento hidráulico da rede, a Infraquinta trabalha no sentido de desenvolver modelos matemáticos. A conceção destes modelos depende diretamente de um cadastro de infraestruturas atualizado e organizado num Sistema de Informação Geográfica (*SIG*) e do Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (*SCADA*) existente, que nos fornece os dados de consumo de água com periodicidade horária.

Com o intuito de simplificar tarefas e organizar informação decidimos utilizar o *GISWater*, um software de código aberto que permite a comunicação entre o cadastro, os dados de consumo e o software de modelação hidráulica *EPANET*. O armazenamento e gestão de dados geográficos são garantidos pelo Sistema de Gestão de Bases de Dados (*SGBD*) *PostgreSQL*, juntamente com a sua extensão espacial *PostGIS*. A visualização e edição de dados geográficos são realizadas pelo software *QGIS*.

## **1. INTRODUÇÃO**

A Quinta do Lago é um empreendimento turístico situado no concelho de Loulé que se distingue pela promoção da qualidade e boa gestão do espaço urbano e infraestruturas públicas. A Infraquinta é a entidade gestora das infraestruturas da Quinta do Lago, entre as quais, a rede de abastecimento de água. Uma das atuais prioridades da empresa consiste em produzir modelos matemáticos que simulam o comportamento hidráulico da rede para auxiliar na tomada de decisão, nomeadamente, apoiar as operações de manutenção e eventuais intervenções de reabilitação.

A utilização de Sistemas de Informação Geográfica (*SIG*) aplicados à gestão de redes de abastecimento de água apresenta grandes vantagens para a entidade gestora, nomeadamente, a organização e partilha eficaz de informação entre diferentes departamentos e o apoio à tomada de decisão [1].

Para construção de modelos hidráulicos é necessário ter um cadastro atualizado com informação da geometria da rede e informação de consumos provenientes do Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados (*SCADA*) existente. O *SCADA* é um sistema de coleção de dados, constituído por sensores que enviam informação para um servidor central relacionada com os consumos de água na rede [1].

## Livro de Atas

Neste artigo apresentamos uma solução integrada para a gestão da rede de abastecimento de água da Quinta do Lago baseado no *GISWater*, um software de código aberto que permite a integração do *PostgreSQL* (com extensão *PostGIS*) entre o *EPANET* e o *QGIS* [2].

Através desta solução integrada constituímos uma ferramenta de trabalho para registo de alterações a nível de cadastro que repercutem diretamente no modelo hidráulico e que nos proporciona a ambição de criar modelos hidráulicos em tempo real.

## 2. ENQUADRAMENTO

Situada no concelho de Loulé, a Quinta do Lago é um empreendimento com cerca de 1300 hectares, cuja criação remonta ao ano de 1972. A Infraquinta é uma empresa municipal de capitais maioritariamente públicos, cuja principal atividade é a gestão das infraestruturas da Quinta do Lago, entre as quais, a rede de abastecimento de água, composta pela rede de distribuição, com cerca de 68,91 km de extensão, um reservatório e quatro estações elevatórias.

Uma rede de abastecimento de água é constituída pelos seguintes elementos: tubagens, ramais, reservatórios, válvulas e bombas, incluindo a referenciação de coordenadas  $x,y,z$  dos nós que os definem, bem como o traçado da rede daí resultante e respetiva topologia [3].

Um dos objetivos da Infraquinta consiste na realização de simulações ao comportamento da rede para suporte à tomada de decisão. O termo simulação refere-se ao processo de utilização de representações matemáticas aplicadas a sistemas reais de abastecimento de água, designadas por modelos hidráulicos [4]. Estes modelos têm múltiplas aplicações nos domínios do planeamento, projeto, operação, manutenção e reabilitação [3].

A informação cadastral da rede de abastecimento de água é essencial, quer para o conhecimento e gestão da própria rede, como para construção dos modelos hidráulicos. O cadastro deve constituir a principal fonte de informação geográfica e física para um modelo. Um cadastro correto deverá encontrar-se atualizado e incluir, entre outros elementos, informação sobre o diâmetro e material das tubagens e respetivos acessórios que compõem o esquema de ligações entre as mesmas [3].

Atualmente a Infraquinta possui um SIG com o cadastro da rede que se encontra em constante atualização. As atualizações no cadastro referem-se a alterações realizadas na rede, como por exemplo alterações nos pontos de consumo, operações de válvulas ou adição ou substituição de tubagens. As alterações devem ser consideradas na construção dos modelos hidráulicos, sendo necessário atualizar a geometria cada vez que existe uma nova alteração na rede. Outra questão a considerar é a associação dos consumos provenientes do SCADA aos pontos de consumo existentes na rede. Neste contexto decidimos utilizar o software *GISWater* para auxiliar em ambas as situações referidas anteriormente.

Ademais da resolução das questões enumeradas, o *GISWater* permite a comunicação entre os sistemas existentes, o SIG, o SCADA e os modelos hidráulicos, construídos e analisados em ambiente *EPANET* [2].

## 3. GISWATER

O *GISWater*<sup>1</sup> é um software livre que tem como objetivo estabelecer a comunicação entre softwares que realizem simulações hidráulicas (neste caso o *EPANET*) com bases de dados espaciais através de um SIG [2]. Deste modo pretende-se potenciar as capacidades de cada software. A conexão de softwares de modelação hidráulica com softwares SIG é claramente vantajosa, tirando partido da poderosa interface de visualização, consulta, edição e análise espacial. A conexão com um Sistema de Gestão de Base de Dados (*SGBD*) tira partido da capacidade de armazenamento, manipulação e análise de dados. No que refere à modelação hidráulica, o software *EPANET* permite executar simulações do comportamento hidráulico e de qualidade de água em sistemas de abastecimento

---

<sup>1</sup> Código fonte: <https://github.com/Giswater/giswater>

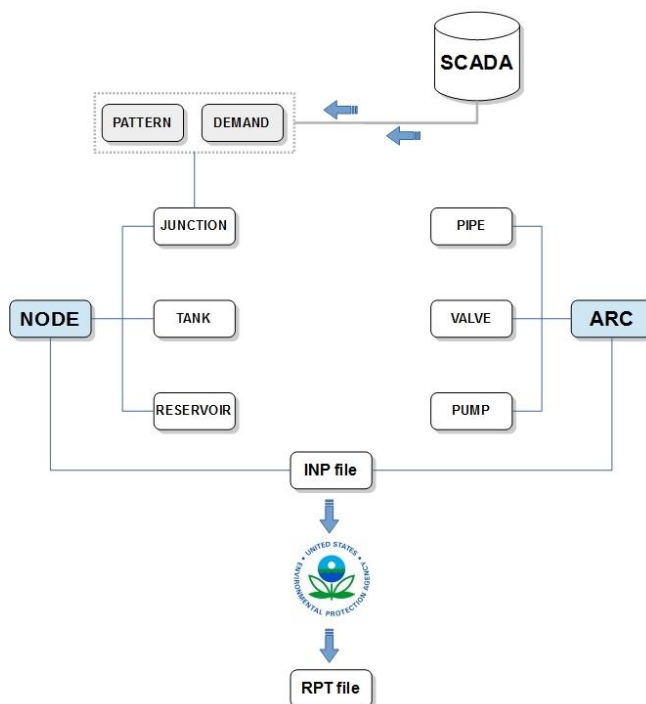
## Livro de Atas

de água em pressão [6]. Esta ferramenta foi concebida para servir de apoio à análise de sistemas de distribuição, melhorando o conhecimento sobre o transporte e o destino dos constituintes da água para consumo humano [6][7].

Atualmente o GISWater encontra-se configurado para funcionar com o *PostgreSQL*, um SGBD de código aberto totalmente compatível com a ISO SQL que pode ser executado em diferentes Sistemas Operativos e apresenta limites máximos de sistemas bastante impressionantes [9][10]. O PostgreSQL apresenta uma extensão para dados geográficos, o *PostGIS*, que permite o armazenamento, consulta e manipulação de objetos SIG. O PostGIS inclui suporte para índices espaciais e funções de análise e processamento de objetos SIG [11]. O PostgreSQL juntamente com o PostGIS oferece uma ferramenta consistente para armazenamento e gestão de informação relativa ao cadastro de redes de abastecimento de água. O *QGIS*, aconselhado e interligado ao GISWater, disponibiliza ferramentas para visualização, consulta, edição e análise espacial [12].

### 3.1. Arquitetura de dados

O GISWater permite construir bases de dados cuja estrutura coincide com a arquitetura de dados do EPANET. Para efeitos de modelação hidráulica o EPANET utiliza como dados de entrada ficheiros ASCII com extensão INP, formato padrão da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) [5]. Estes ficheiros representam as componentes físicas (redes geométricas com topologia arco-nó) e não-físicas (padrões de consumo, curvas de bombas, controlos, etc.) que constituem uma rede de abastecimento de água [6]. A Figura 1 ilustra a arquitetura de dados do EPANET.



**Figura 1 – Arquitetura de dados EPANET**

No que refere à geometria, os arcos representam tubagens, válvulas e bombas e os nós representam junções, tanques e reservatórios. Segundo o conceito de topologia, ou seja, um conjunto de regras e comportamentos que definem como pontos e linhas partilham geometrias coincidentes [13], os nós coincidem com vértices dos arcos.

## Livro de Atas

No EPANET, as componentes físicas devem respeitar as seguintes regras [6][8]:

- a) Os nós, do tipo ponto, são os elementos principais;
- b) Os arcos, do tipo linha, unem os nós do ponto inicial *Node1* ao ponto final *Node2*;
- c) Todos os arcos têm um sentido definido que pode ou não diferir do sentido de escoamento.

O EPANET não representa as redes à escala e a geometria é meramente visual, pois características geométricas como o comprimento e altimetria, são associadas a valores alfanuméricos. A base de dados do GISWater é composta por tabelas alfanuméricas e com geometria. Para a geração do ficheiro INP a geometria apresenta uma enorme vantagem, dado que edições em ambiente QGIS repercutem diretamente no ficheiro INP [5][6].

Posteriormente à execução da simulação pretendida o software EPANET irá criar um ficheiro com o relatório RPT que servirá para análise de resultados e respetivas conclusões

### 3.2. Comunicação com o EPANET

Uma das funcionalidades do GISWater é a comunicação bidirecional, ou seja, a capacidade de ler e escrever ficheiros ASCII, nomeadamente ficheiros em formato INP e RPT, através dos quais se estabelece a comunicação com o EPANET. Esta comunicação ocorre da seguinte forma [6][8]:

- a) Cada tipo de dados é armazenado em tabelas, otimizando o armazenamento dos mesmos. Neste sentido, há tabelas de armazenamento para todos os tipos de dados que geram o INP;
- b) Através da definição e posterior seleção de sectores, ou seja, áreas isoladas da rede que se pretendem estudar, é possível exportar apenas os elementos da rede contidos na secção selecionada;
- c) A exportação da rede é realizada em formato INP para que o EPANET possa ler a informação que lhe é dada;
- d) O EPANET é executado a partir da linha de comando sem recorrer à interface gráfica do *Windows*, através do qual é gerado o ficheiro de resultados RPT;
- e) A informação do ficheiro RPT é lida e armazenada em tabelas relacionadas diretamente com a geometria;
- f) A apresentação dos resultados pode ser realizada através do SIG, uma vez que os resultados estão ligados aos arcos e nós que compõem a rede de abastecimento de água.

## 4. CASO DE ESTUDO DA QUINTA DO LAGO

O cadastro da rede de abastecimento de água da Quinta do Lago, gerido pela Infraquinta, é constituído pelos elementos geométricos que compõem uma rede e por dados horários de consumo provenientes do SCADA. Os dados de consumo são associados à rede através de pontos de consumo referentes ao ponto físico de entrega de água. A área de intervenção da Infraquinta engloba cerca de 1430 pontos de consumo.

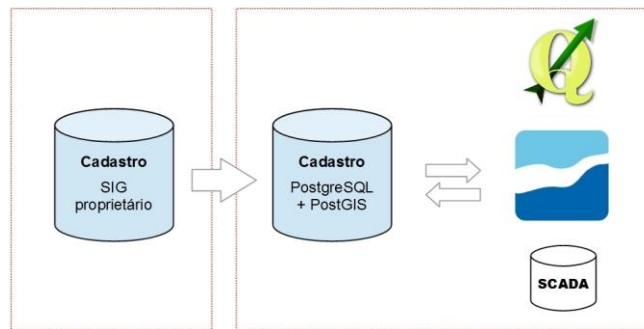
O facto dos dados de consumos serem horários diferencia a Infraquinta de outras entidades gestoras e permite obter um modelo hidráulico muito próximo da realidade pois as incertezas intrínsecas às estimativas de consumos são minoradas. Tal volume de informação requiere ferramentas adequadas e que promovam uma boa metodologia de trabalho. A adoção do GISWater permitiu lidar com todas estas variáveis e ainda a inserção de ramais (ligações de abastecimento doméstico de pequeno diâmetro) no modelo da rede de abastecimento de água tornando o modelo hidráulico mais preciso.

Anteriormente o cadastro encontrava-se inserido num SIG proprietário, mais concretamente, em *ArcGIS* e bases de dados em *Microsoft SQL Server*. Durante um período a sua utilização prioritária era para apoio na manutenção da rede, ou seja, proceder à gestão das infraestruturas existentes de modo a garantir o seu bom funcionamento e a qualidade do serviço prestado. Com a necessidade de otimizar hidráulicamente a rede existente começámos a desenvolver modelos matemáticos em ambiente EPANET. O ficheiro INP era exportado a partir do *ArcGIS*, que para além de dificultar a inclusão de ramais no modelo não apresentava, no nosso entender, a melhor forma de

## Livro de Atas

associar os consumos horários existentes no SCADA aos pontos de consumo da rede. O ArcGIS realiza somatórios de consumos e o que pretendemos é associar os consumos nos respetivos pontos de consumo.

A Figura 2 ilustra o processo de migração do SIG proprietário para uma base de dados em PostgreSQL e por sua vez a utilização do software GISWater para interligação com o QGIS e com o SCADA existente.



**Figura 2 – Processo de migração**

Outra questão que veio reforçar a opção por esta migração deve-se à velocidade de acesso aos dados geográficos. O facto de possuímos uma versão freeware do Microsoft SQL Server, a versão *Express*, limitava-nos não só pela capacidade de armazenamento das bases de dados, mas principalmente pelo facto de apenas se tirar partido de um único *core* do servidor.

O PostgreSQL permite beneficiar dos múltiplos *cores* do servidor, o que no nosso caso se traduziu em maior velocidade de consulta com todas as vantagens que daí advêm, nomeadamente velocidade de consulta e edição dos dados geográficos.

Relativamente à gestão do cadastro e utilização do mesmo para gerar ficheiros INP, o GISWater veio proporcionar uma ferramenta bastante útil pela sua capacidade e facilidade de integração do PostgreSQL com o QGIS e com o EPANET.

## 5. CONCLUSÃO

A gestão da informação é crucial no planeamento de redes de abastecimento de água. É assim bastante importante adquirir informação de um modo simples e rápido e conseguir cruzá-la sem grande dispêndio de tempo. De modo a ser alcançado este objetivo optou-se por utilizar o software GISWater devido à sua capacidade e facilidade de integração e também por permitir a comunicação entre as diferentes ferramentas utilizadas: bases de dados, EPANET, SIG e SCADA. A interligação permite potenciar as capacidades de cada uma destas ferramentas tirando partido do grande volume de dados que pode ser armazenado e manipulado pelo PostgreSQL, da visualização, edição e consulta espacial do QGIS e da modelação hidráulica que o EPANET realiza. A interligação permite também que qualquer alteração realizada a nível da base de dados reflita directamente no ficheiro INP, facilitando a sua criação e edição.

O facto de o GISWater ser de código aberto e acesso gratuito veio facilitar a exploração das suas potencialidades, quer a nível de integração, manipulação e gestão dos dados.

A utilização do GISWater exigiu um processo de migração do SIG existente para uma base de dados em PostgreSQL/PostGIS. Esta migração permitiu-nos usufruir de todo o potencial do servidor SIG aumentando a velocidade de acesso aos dados com todas as vantagens que daí advêm.

No futuro pretende-se atingir a capacidade de produzir modelos matemáticos que simulem o comportamento hidráulico da rede de abastecimento de água da Quinta do Lago em tempo real. Pretende-se também a



## Livro de Atas

configuração de um WebSIG que estabeleça o acesso ao cadastro e ao modelo hidráulico a todos os departamentos da empresa através de um simples navegador de internet.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Price R., Vojinovic, Z. (2011) Urban Hydroinformatics. Data, Models and Decision Support for integrated Urban Water Management. IWA publishing.

[2] GISWater (Acedido em Maio de 2015) Site Oficial do GISWater. Acessível em: <https://www.giswater.org/>

[3] Coelho S., Loureiro D. e Alegre H. (2006) Modelação e análise de sistemas de abastecimento de água. 335p. Instituto Regulador de Águas e Resíduos e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

[4] Walski T.M., Haestad Methods, Inc (2003) Advanced water distribution modeling and management. 751p. Haestad Press, the University of Michigan, USA.

[5] EPANET (Acedido em Maio de 2015) Site Oficial do EPANET. Acessível em: <http://www2.epa.gov/water-research/epanet>.

[6] Rossman, Lewis A. (2000) EPANET 2 USERS MANUAL. Water Suply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory, Cincinanti, OH 45268.

[7] Torret X., Sanguino J., Quintanilla C. (2012). Herramientas de código libre. Una realidad para la gestión municipal aplicada a los servicios urbanos. Magazine gvSIG Association.

[8] Torret X., Medina V. (2014) PostgreSQL y PostGIS 2.0 aplicados al mundo de la ingeniería hidráulica y fluvial. In: Livro de Resumos do VIII Jornadas de SIG Libre, 26-28 Março de 2014, Girona.

[9] PostgreSQL (Acedido em Maio de 2015) Site Oficial do PostgreSQL. Acessível em: <http://www.postgresql.org/>

[10] Caldeira C. (2015) PostgreSQL – Guia Fundamental – 1ª Edição. 260 p. Edições Sílabo, Lda., Lisboa.

[11] PostGIS (Acedido em Maio de 2015) Site Oficial do PostGIS. Acessível em: <http://postgis.net/>

[12] QGIS (Acedido em Maio de 2015) Site Oficial do QGIS. Acessível em: <http://www.qgis.org/>