

Livro de Atas

Apenas Comunicação Oral	X	Apenas Poster		Comunicação Oral ou Poster	
-------------------------	---	---------------	--	----------------------------	--

(Assinalar com X a opção de submissão desejada)

APLICAÇÃO DO MODELO DE SIMULAÇÃO HIDRÁULICA EPANET INTEGRADO COM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA. ESTUDO DE CASO: SUB-BLOCO DO APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COVA DA BEIRA.

Luísa Vaz (1)

Paulo Fernandez (1)

Francisco Frazão (1)

(1) Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior Agrária; Quinta Sr.ª de Mércules Apartado 119
6000-909 Castelo Branco; E-mail: luisa_vaz@hotmail.com; palex@ipcb.pt; frazao@ipcb.pt

RESUMO

O aumento da área de agricultura de regadio tem conduzido a novas preocupações, por parte das entidades gestoras, nomeadamente no que toca à gestão eficiente da água. Nesse sentido, estas entidades recorrem a modelos de simulação hidráulica para a tomada de decisão. A utilização destes modelos beneficia da sua integração em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), aumentando as potencialidades e funcionalidades da análise efetuada pelo modelo.

Neste trabalho pretendeu-se integrar o modelo de simulação hidráulica EPANET no SIG QGIS para a simulação hidráulica de um sub-bloco de regadio do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira. Foram realizadas análises em dois cenários distintos, com consumos fixos e com regulação hidráulica nos hidrantes. No cenário com consumos fixos realizou-se a análise de alguns parâmetros hidráulicos, através da apresentação de mapas temáticos de fácil interpretação. No cenário com regulação hidráulica fez-se uma análise mais detalhada da simulação hidráulica dos componentes das bocas de rega, verificando-se, para o exemplo exposto, que o sistema funciona sem limitações de pressão nem de caudal.

A simulação hidráulica de um sistema de distribuição de água integrada num SIG constitui uma ferramenta muito útil para quem tem responsabilidade no domínio da gestão da água.

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores limitantes para a agricultura em Portugal é a fraca disponibilidade de água. A disponibilidade hídrica caracteriza-se por uma distribuição pluviométrica desajustada, coincidindo a estação seca com o período de maiores temperaturas e maior desenvolvimento vegetativo das culturas.

Esta situação só pode ser ultrapassada ou minimizada, através da regularização dos caudais necessários para satisfazer as necessidades hídricas das culturas, na qual o regadio tem um papel crucial. Contudo, as disponibilidades hídricas para o regadio são limitadas, e torna-se essencial controlar e gerir as aplicações do recurso natural água, durante a condução das culturas. Face a esta situação, é necessário um melhor e mais eficaz planeamento da gestão da água para a agricultura.

Neste sentido, estão bem vincadas as necessidades de introdução de formas de inovação tecnológica orientadas para a organização, estruturação, gestão e controlo dos Aproveitamentos Hidroagrícolas, facilitando a tomada de decisões.

Livro de Atas

As necessidades específicas da agricultura têm vindo a exigir a utilização de meios que envolvem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que as entidades gestoras, começam a utilizar. Com efeito, estas baseiam a tomada de decisão e o planeamento nestas ferramentas devido à sua rapidez, facilidade de visualização, fiabilidade e precisão [1].

Aos técnicos destas entidades gestoras são colocados desafios que vão evoluindo para uma procura de maior racionalidade da água. A modelação de sistemas de abastecimento de água, inicialmente utilizado apenas por investigadores, tem acompanhado a progressiva organização dos serviços especializados no sentido da procura de uma maior eficiência.

A utilização dos modelos de simulação hidráulica potencia melhorias na qualidade geral da informação disponível sobre os sistemas, no conhecimento da infraestrutura e na articulação dos diversos sectores técnicos da entidade gestora [2].

1.1 Modelos de simulação hidráulica

Um sistema de distribuição de água sob pressão é uma infraestrutura geralmente enterrada, em que apenas alguns dos componentes estão à superfície e aos quais é possível realizar inspeções para a deteção e verificação de falhas. Para colmatar os gastos associados à deteção das falhas, as entidades gestoras recorrem a modelos de simulação hidráulica.

Os modelos de simulação de um sistema de distribuição de água podem ser utilizados em fase de projeto ou em pleno funcionamento. Estes são instrumentos que permitem analisar e prever o comportamento hidráulico e os parâmetros da qualidade da água, partindo da informação das características dos componentes do sistema, da sua forma e dos consumos solicitados, com margem de erro estimável [2].

São diversos os programas informáticos que permitem a modelação de sistemas de distribuição de água que estão disponíveis. A generalidade dos programas são semelhantes em termos de cálculo dos principais parâmetros hidráulicos e de qualidade da água e estão adequados às necessidades dos utilizadores. As principais diferenças destes modelos estão nalguns acessórios de cálculo, na interface gráfica e nas capacidades de pré e pós-processamento dos dados de entrada e resultados.

A capacidade de ligação automatizada a um SIG permitindo utilizar a informação geográfica existente e a georeferenciação da rede, assim como o reflexo das atualizações no modelo, evitando assim duplicar a informação é um dos aspetos mais importantes na escolha do modelo a utilizar na modelação.

Um dos programas que reflete de forma eficaz os aspetos a ter em conta na seleção do modelo é o EPANET desenvolvido pela U.S. Environmental Protection Agency que foi adaptado para português pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) [2].

1.2 Objectivo

Este trabalho foi desenvolvido com o objectivo de realizar a simulação hidráulica da distribuição de água numa rede ramificada de rega sob pressão através da integração do modelo EPANET no QGIS.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do Sub-bloco C.4.2 do AHCB

O Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira (AHCB) está localizado na parte setentrional da Beira Baixa, numa zona depressionária entre a Serra da Estrela, a Serra da Gardunha e a Serra da Malcata com altitudes entre os 400 e os 500 m. O sistema hidrográfico desta depressão é composto pelo Rio Zezêre e os seus principais afluentes.

Livro de Atas

O AHCB tem vários fins, destinando-se a beneficiar 12360 ha através de rega em pressão, assegurar o abastecimento público de água a 80000 habitantes e a produção de energia hidroelétrica para 6000 pessoas [3]. É constituído por duas infraestruturas de armazenamento, as barragens da Meimoa e do Sabugal, pela rede de rega primária, o Canal Conductor Geral com a extensão de cerca de 55 km e diversos reservatórios de compensação, e pela rede de rega secundária, constituída por redes ramificadas de distribuição de água independentes, cada uma delas com origem no canal condutor geral e organizadas em sub-blocos e blocos-.

O sub-bloco C.4.2 beneficia as freguesias da Benquerença, Escarigo e Salgueiro. A rede de distribuição de água deste sub-bloco tem origem no canal do Escarigo, ramificação do canal condutor geral, situada à cota 536 m e tem na sua constituição 50 hidrantes com uma, duas ou três bocas de rega, 76 troços de conduta, completando 13654 metros de comprimento, 26 derivações e 87 bocas de rega, beneficiando uma área de 381 ha [4]. O valor de dimensionamento das necessidades de água no mês de ponta na tomada de água do perímetro de rega é de 1887 m³/ha [5]

A informação geográfica e alfanumérica necessária para a simulação hidráulica foi retirada da aplicação GestRegaSIG desenvolvida para a gestão do AHCB, tendo sido selecionados os dados essenciais para a simulação como os dados dos hidrantes, dos troços de conduta, das derivações e da origem da água. Esta informação foi separada por camadas, cuja tabela de atributos contém a informação necessária para realizar a simulação hidráulica.

O GHydraulics [6] é um módulo do QGIS programado em linguagem Python, que permite a simulação hidráulica de uma rede de distribuição de água utilizado o EPANET. Também contém uma função de cálculo do diâmetro económico das condutas para um determinado caudal e permite escrever ficheiros EPANET do tipo .INP.

2.2 Metodologia

A simulação hidráulica foi realizada no QGIS com recurso ao módulo GHydraulics que permite a aplicação do modelo de simulação hidráulica EPANET em ambiente SIG.

Foram realizadas duas simulações distintas para o sub-bloco C.4.2. O cenário 1 com consumo fixo nos hidrantes e o cenário 2 com regulação hidráulica nos hidrantes. No cenário 1 os hidrantes são representados por pontos, em que o caudal de saída da rede é definido pela soma dos caudais nas várias bocas de rega, e no cenário 2 os hidrantes são representados com todas as suas bocas de rega e cada uma destas constituída pelos elementos, válvula redutora de pressão (PRV), válvula reguladora de caudal (FCV), válvula de seccionamento (SEC) e secção de saída (BRG) conforme é ilustrado na figura 1.

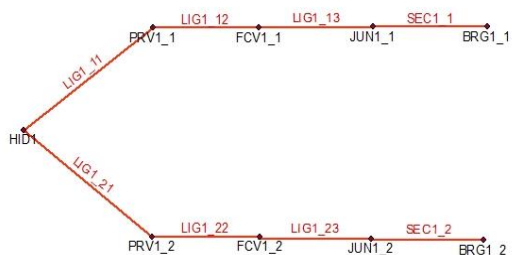


Figura 1 – Representação gráfica do hidrante com duas bocas de rega

Para ambos os cenários, partindo da rede desenhada no QGIS, com camadas para cada componente da rede como condutas, nós e reservatório e para cada componente dos hidrantes (cenário 2) como válvulas e secção de saída, configura-se o GHydraulics associando cada camada a cada um dos componentes físicos necessários para a simulação hidráulica, junções, tubagens, reservatórios de nível fixo, válvulas e reservatórios de nível variável. Depois de configurada a rede, aplica-se o modelo EPANET para a modelação. Neste momento é necessário editar as tabelas de atributos das diferentes camadas de forma a inserir todos os valores necessários nas colunas criadas

Livro de Atas

automaticamente pelo GHydraulics. Finalmente, faz-se correr o modelo, em ambiente SIG, sendo apresentado um relatório do resultado. Os resultados da modelação são apresentados, nas tabelas de atributos das diferentes camadas, em novas colunas criadas automaticamente pelo GHydraulics.

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1 Cenário 1 – Consumo fixo nos hidrantes

Após a concretização da simulação hidráulica do sub-bloco C.4.2. no QGIS, é possível realizar uma análise detalhada dos resultados, em ambiente SIG, aproveitando todas as suas potencialidades. Interessa nesta análise verificar os parâmetros pressão, caudal, velocidade média e perda de carga.

Apresentam-se os resultados, da simulação, relativamente à pressão nos hidrantes e ao caudal nos troços de conduta.

3.1.1 Pressão

No sub-bloco C.4.2, a rede de distribuição de água foi dimensionada para garantir uma pressão mínima, nas bocas de rega, de 35 m.c.a. De forma a verificar o cumprimento da pressão exigida, foi efetuada a análise da pressão nos hidrantes, em vários intervalos de valores, que variam entre o valor mínimo e máximo observados. No mapa das pressões (Figura 2) estão identificados, com cores diferentes, os hidrantes cuja pressão se encontra nos intervalos de valores definidos para a análise.

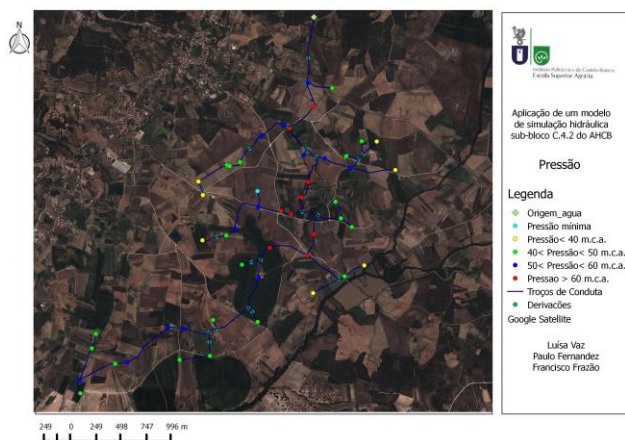


Figura 2 – Mapa das pressões nos hidrantes

3.1.2 Caudal

No dimensionamento da rede de distribuição de água do sub-bloco C.4.2, os consumos de água foram definidos segundo as exigências definidas para cada parcela de rega. Numa análise semelhante à da pressão, é possível verificar o caudal nos troços de conduta e identificá-los segundo os valores do caudal, como é apresentado na Figura 3.

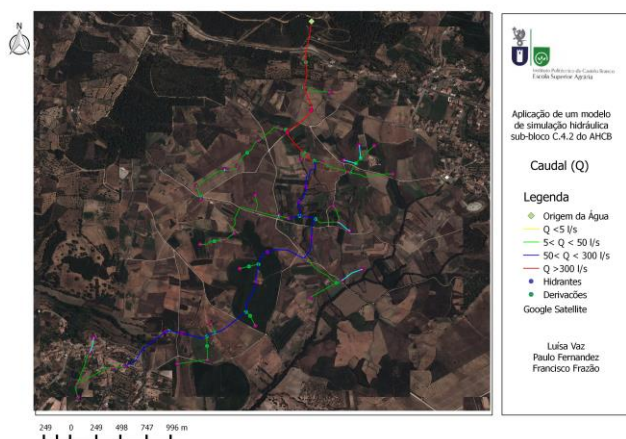


Figura 3 – Mapa do caudal nos troços de conduta

Da análise do mapa dos caudais, verifica-se, como acontece numa rede ramificada, que os troços de conduta com maior caudal são os de ligação ao canal do Escarigo (origem da água) e os de menor caudal são os das extremidades da rede.

3.2 Cenário 2 – Regulação hidráulica nos hidrantes

Realizou-se a simulação hidráulica da rede, com regulação nas bocas de rega, definindo nas válvulas redutoras de pressão (PRV) e nas válvulas reguladoras de caudal (FCV) a pressão (P) mínima a garantir e o caudal (Q) máximo a debitar, com todas as bocas de rega abertas. Na secção de saída da boca de rega considerou-se o artifício de um reservatório de nível variável (BRG) de grandes dimensões, por forma a permitir simular diferentes necessidades de pressão da rede terciária de rega (sistema de rega do agricultor). Verifica-se que a rede funciona em pleno e não existem falhas em caudal e pressão. Com a integração do EPANET no SIG este estudo executa-se de forma simples e rápida, uma vez que os dados são apresentados numa tabela de atributos editável e de fácil leitura e análise. Os resultados desta análise para hidrantes com uma, duas e três bocas de rega são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da simulação com regulação hidráulica nos hidrantes

Hidrante		Válvula PRV		Válvula FCV		Seção Saída sob pressão	
ID	P (m.c.a.)	ID	ΔH_s (m)	Q (l/s)	P (m.c.a.)	Q (l/s)	P (m.c.a.)
155	43,7	BRG 155_1	8,7	3	34,99	3	34,5
173	39,3	BRG 173_1	4,3	2	35,00	2	34,5
		BRG 173_2	4,3	6	34,98	6	34,5

Livro de Atas

192	53,0	BRG 192_1	18	2	35,00	2	34,5
		BRG 192_2	18	3	34,99	3	34,5
		BRG 192_3	18	7,5	34,96	7,5	34,5

Como o dimensionamento da rede não apresenta limitações face às exigências de caudal e pressão, a válvula PRV limita a pressão do hidrante a 35 m.c.a (valor máximo permitido). Este valor é verificado pela perda de carga singular que a válvula PRV provoca (ΔH_s), sendo dado pela diferença entre o valor da pressão no hidrante e o valor fixado de 35 m.c.a. que chega à válvula FCV. Nesta válvula o caudal é limitado ao valor máximo para ela definido, e verifica-se que a pressão decresce ligeiramente em resultado de perdas de carga. Finalmente na secção de saída verifica-se o mesmo caudal de passagem anterior e a pressão definida para o sistema de rega, que neste exemplo foi de 34,5 m.c.a.

4. CONCLUSÕES

A gestão da água é um tema atual e de extrema importância, existindo um esforço em encontrar ferramentas que auxiliem a gestão da água para serem utilizadas pelas entidades gestoras dos Aproveitamentos Hidroagrícolas. Os modelos de simulação hidráulica e o SIG são exemplos dessas ferramentas, permitindo efetuar o dimensionamento de um sistema de distribuição de água de forma eficiente, projetar alterações às redes existentes e corrigir possíveis erros.

A integração do EPANET no QGIS tem a vantagem de simplificar a simulação hidráulica de um sistema de distribuição de água, permitindo aplicar o EPANET na rede georreferenciada, facilitando a análise dos resultados, permitindo introduzir os dados de entrada do modelo nas tabelas de atributos de forma célere e simples e permitindo a visualização dos resultados em mapas temáticos.

O exercício de simulação hidráulica apresentado reflete a aplicação a uma rede de distribuição de água ramificada que corresponde às situações usuais em perímetros de rega. A aplicação a redes malhadas realça as potencialidades destes modelos.

Contudo, a integração do EPANET no QGIS apresentou algumas limitações que não permitem a realização da simulação hidráulica em todas as condições permitidas no EPANET, nomeadamente a escolha das unidades de cálculo dos diferentes parâmetros hidráulicos, a escolha da fórmula de cálculo das perdas de carga e a simulação de dispositivos emissores (agulhetas). Porém, estas limitações não condicionam de forma impeditiva a simulação hidráulica.

Portanto, demonstrou-se que a modelação desenvolvida possibilita a gestão hidráulica de redes de distribuição de água sob pressão e pode ser facilmente implementada, podendo assim, este tipo de aplicações constituir uma ferramenta muito útil para quem tem responsabilidades neste domínio científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Perdigo A. (2003) SIG na gestão da água para a Agricultura. Finisterra, XXXVIII, 76: 121-131.

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

[3] Santos, A. e Matos, M. (2007) Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira. Processos construtivos do Circuito Hidráulico Sabugal-Meimoa e Canal Condutor Geral da Cova da Beira. II Congresso Nacional de Rega e Drenagem. Fundão.

Livro de Atas

[4] Fernandez, P. et al. (2005) Concepção de um SIG para a gestão do Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira – Fase I – Relatório Técnico I. Instituto Politécnico de Castelo Branco. Escola Superior Agrária.

[5] Mota, A. e Santos, A. (2011). Aproveitamento Hidroagrícola da Cova da Beira. Eficiência como garantia de futuro. Engenharia dos Aproveitamentos Hidroagrícolas: actualidade e desafios futuros. APRH - Jornadas Técnicas. Lisboa.

[6] Macke, S. (2014) GHydraulics - Hydraulic analysis of water supply networks (using EPANET). Acessível em <http://epanet.de/ghydraulics/>.