

A INICIATIVA NACIONAL PARA A SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (INSSAA): a implementação de capacidades de modelação no seio de entidades gestoras de sistemas de abastecimento de água

Sérgio Teixeira COELHO ⁽¹⁾; Dália LOUREIRO ⁽²⁾; Helena ALEGRE ⁽³⁾

Palavras-chave: Abastecimento de água; modelos de simulação; implementação; ambiente operacional

1 Introdução

Os modelos de simulação de sistemas de abastecimento de água são actualmente componentes incontornáveis da panóplia tecnológica que permite às entidades gestoras conseguir a maior eficiência e eficácia possíveis na gestão técnica dos sistemas. Sendo uma tecnologia que já está presente no mercado há bastante tempo, torna-se óbvio que a sua utilidade depende de uma abordagem correcta ao processo de desenvolvimento dos modelos. A experiência demonstra que só é possível tirar eficazmente partido destes quando existe uma estrutura interna à entidade gestora (EG) que permita criar, actualizar e explorar os modelos de uma forma fiável e eficiente. Os modelos de “chave na mão”, desenvolvidos externamente, tendem a ser sistematicamente abandonados após períodos de vida útil relativamente curtos.

A internalização do conhecimento pelas EG e o estabelecimento de procedimentos bem definidos e rotinados demonstra, pelo contrário, ser uma via de sucesso, impulsionadora de inovação tecnológica em muitos outros domínios da gestão. Verifica-se que o desenvolvimento de modelos de simulação constitui, com alguma naturalidade, um bom pretexto para integrar a informação arquivada nos diversos sistemas de informação (SI) eventualmente existentes (SIG, sistemas de gestão de clientes e de facturação, de telegestão/ telemedição, de apoio à manutenção, etc.). As necessidades de informação envolvidas, porventura inócuas à primeira vista, colocam aos restantes SI questões e exigências de qualidade levam inevitavelmente a uma melhoria significativa destes.

O desenvolvimento de modelos de simulação deverá ser abordado de uma forma estruturada e sistemática, que permita garantir o melhor aproveitamento possível do esforço e recursos investidos, tanto na geração da solução inicial como na manutenção do modelo ao longo da sua vida útil.

A Iniciativa Nacional para a Simulação de Sistemas de Abastecimento de Água (INSSAA), um programa que decorreu entre 2003 e 2006 com o objectivo de promover a utilização de ferramentas de simulação para apoio à gestão operacional dos sistemas, tem constituído um bom exemplo desta abordagem. O presente artigo apresenta as fases do programa

¹ Dr. Eng. Civil, Investigador Principal, Núcleo Eng. Sanitária do LNEC, Av. Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa

² Mestre Eng. Civil, Bolseira de Investigação, idem

³ Dr. Eng. Civil, Investigadora Principal, Chefe do Núcleo Eng. Sanitária do LNEC, idem

INSSAA, descreve os resultados obtidos, incluindo os ganhos fundamentais, os principais obstáculos e problemas deparados e as formas encontradas para a sua resolução, e reflecte sobre a problemática da eficaz criação e manutenção dos sistemas de informação, incluindo ferramentas de engenharia como os modelos de simulação, em ambiente de gestão operacional de sistemas de abastecimento de água.

2 A Iniciativa Nacional para A Simulação de Sistemas de Abastecimento de Água (INSSAA)

A INSSAA foi um programa colectivo proposto e coordenado pelo Núcleo de Engenharia Sanitária do LNEC, com a participação das seguintes entidades gestoras de SDA: Águas do Cávado, S.A., Águas da Figueira, S.A., Águas de Gondomar, S.A., Águas do Sado, S.A., Águas de Sto. André, S.A., AGS, S.A., S.M.A.S. de Loures, S.M.A.S. de Oeiras e Amadora, S.M.A.S. do Porto e S.M.A.S. de Sintra.

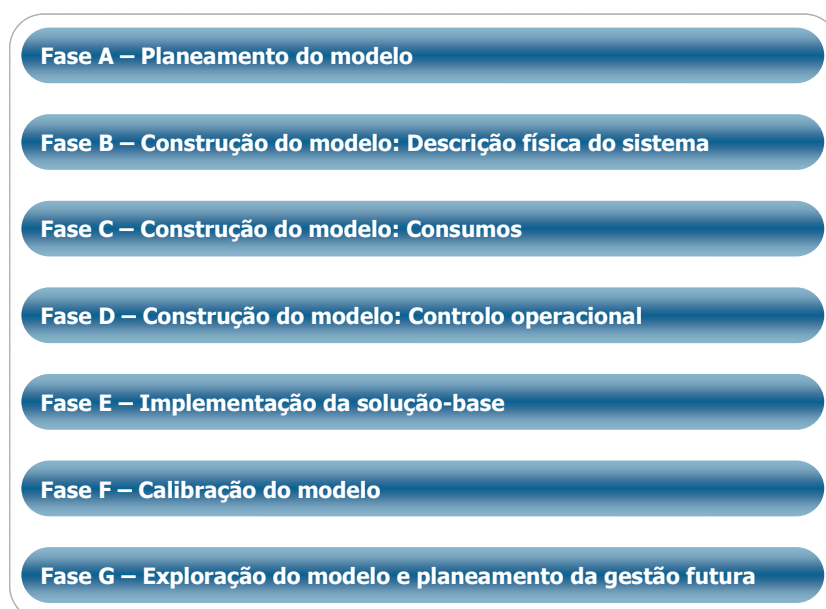


Figura 1 - Fases do desenvolvimento de um modelo.

Tendo por base uma metodologia bem definida e um programa de trabalhos faseado (ver Figura 1 e Quadro 1), comum ao conjunto das EG participantes, foram exploradas as seguintes componentes fundamentais:

- Formação dos técnicos das EG participantes no domínio do desenvolvimento, utilização e manutenção de modelos de simulação, através de um programa de formação faseado;
- Planeamento, desenvolvimento e colocação em funcionamento de modelos calibrados de sistemas de abastecimento de água no seio das EG participantes;
- Criação de competências e de mecanismos para a integração da ferramenta desenvolvida, para a sua correcta gestão e para a sua interligação com os restantes sistemas de informação nas EG participantes.

3 Metodologia e programação

Cada EG foi responsável pelo desenvolvimento completo dos seus modelos, incluindo a geração de toda a informação necessária. Assim, a participação no projecto implicou a designação, por parte de cada EG, de uma equipa responsável pelo modelo, incluindo nomeadamente a figura do Gestor de Modelo.

Cada EG participante propôs um ou mais sectores ou sistemas de transporte e distribuição de água, para os quais desenvolveu modelos de funcionamento operacional, de acordo com objectivos bem definidos. Os sistemas ou sectores propostos para modelação foram analisados por forma ao seu desenvolvimento se ajustar ao calendário do projecto, em função da equipa destacada pela EG participante para o efeito e dos objectivos por si estabelecidos para cada modelo. Assim, a primeira fase do programa (Fase A) foi destinada a avaliar e eventualmente aconselhar o ajuste dos objectivos e modelos propostos por cada equipa, em face dos recursos humanos e tecnológicos e da informação de base disponíveis. O Quadro 1 apresenta em detalhe os objectivos e resultados de cada fase.

Cada fase foi iniciada com uma reunião geral para estabelecimento dos objectivos concretos e planeamento de pormenor; e uma acção de formação conjunta, específica das tarefas a desenvolver. O trabalho programado em cada fase foi reportado pelas EG participantes através de relatórios concisos, de acordo com um formato predefinido, discutidos em reunião plenária no final da fase, onde eram igualmente partilhadas as principais dificuldades enfrentadas e feito o balanço do progresso efectuado.

O LNEC foi responsável pela orientação e enquadramento técnicos do trabalho, através de uma programação de trabalhos específica; 7 acções de formação especializadas (uma por fase); um *website* (www.dha.lnec.pt/nes/iniciativa) reunindo toda a informação técnica, metodológica e de formação, e incluindo um fórum de discussão; reuniões periódicas individuais e colectivas; e apoio permanente via *email* e telefone.

Os materiais de apoio disponibilizados pelo LNEC incluíram, entre outros, a programação de detalhe, um manual técnico para cada fase, os textos de apoio e as apresentações electrónicas de todas as acções de formação, e a documentação técnica relativa ao *software* utilizado⁴.

A formação, tendo sido específica de cada fase, incidiu sobretudo nos seguintes vectores principais:

- as metodologias de desenvolvimento dos modelos, e sua relação com os restantes sistemas de informação;
- o processo de implementação de capacidades de modelação no seio das entidades gestoras;
- as técnicas de análise de sistemas de abastecimento, utilizando os modelos de simulação;
- as técnicas complementares de análise (p.ex., análise de caudais de rede e padrões de consumo; balanço hídrico para controlo de perdas).

⁴ Foi utilizado o programa EPANET 2.0, produzido pela *U.S. Environmental Protection Agency* e adaptado para português pelo LNEC (ROSSMAN, 2004).

Quadro 1 - Programação INSSAA: objectivos e resultados de cada fase

Objectivos da fase	Resultados da fase
Fase A – Planeamento do modelo	
<ul style="list-style-type: none"> Definição dos sistemas a estudar, do âmbito e dos objectivos de cada projecto de modelação; estabelecimento dos usos preferenciais e prioritários do modelo; levantamento preliminar de disponibilidade de dados de cadastro, de facturação e operacionais; identificação de necessidades prioritárias de dados complementares, incluindo quando necessário a apresentação de propostas de alteração de procedimentos de recolha de dados; definição das convenções a adoptar na modelação; definição das opções básicas de modelação; definição da equipa de projecto na EG, incluindo o Gestor de Modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> Relatório conciso contendo a especificação do objecto do estudo, dos usos prioritários do modelo, do sistema de convenções adoptado, das opções básicas de modelação e da equipa envolvida.
Fase B – Construção do modelo – Descrição física do sistema	
<ul style="list-style-type: none"> Recolha de elementos necessários para a descrição física do sistema – cadastro das redes, de reservatórios, de instalações elevatórias, de válvulas utilizadas para operação e outros elementos físicos; geração dos dados prioritários eventualmente em falta; estruturação dos dados físicos para carregamento no modelo, com a criação de Fichas Técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Ficheiro computacional de modelo contendo a descrição física completa do sistema (condutas, nós, reservatórios, válvulas, estações elevatórias e outros dispositivos físicos). Relatório conciso descrevendo a forma como foram obtidos e processados os dados físicos inseridos no ficheiro computacional do modelo, e contendo as Fichas Técnicas do modelo.
Fase C – Construção do modelo – Consumos	
<ul style="list-style-type: none"> Recolha e formatação de dados de medição de caudal na rede; identificação dos dados prioritários em falta e sua geração através de campanhas de medição na rede; análise estatística de dados de caudal, produção de padrões de consumo e tipificação de cenários; recolha de elementos relativos à distribuição espacial de consumos na rede; estimativa e afectação de consumos nos nós da rede; processamento dos dados de consumo para carregamento no modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> Introdução de consumos nos nós e de padrões temporais de consumo no(s) ficheiro(s) computacional do(s) modelo(s) previamente criado(s). Relatório conciso descrevendo os resultados da modelação de consumos, nomeadamente as características dos dados utilizados, a análise estatística e geração de padrões adimensionais, a tipificação de cenários de consumo e a estimativa e afectação de consumos aos nós da rede. O relatório deverá ainda documentar eventuais alterações relevantes a introduzir ao modo de obtenção deste tipo de informação na EG.
Fase D – Construção do modelo – Controlo operacional	
<ul style="list-style-type: none"> Levantamento das regras de operação do sistema, nomeadamente níveis de operação de reservatórios, consignas de caudal, regulações de válvulas e bombas, e modos de operação do sistema de telegestão (caso exista); refinamento da tipificação de cenários, baseado na nova informação recolhida; introdução dos elementos nas Fichas Técnicas do modelo; processamento dos dados para carregamento no modelo. 	<ul style="list-style-type: none"> Introdução, nos ficheiros computacionais de modelo, dos elementos descritivos das regras operacionais de controlo, níveis de operação de reservatórios, consignas de caudal e regulações de válvulas e bombas. Relatório conciso descrevendo as regras operacionais de controlo, níveis de operação de reservatórios, consignas de caudal e regulações de válvulas e bombas. Deverão ser devidamente documentadas as várias configurações físicas e as soluções de modelação adoptadas para as reproduzir.
Fase E – Implementação da solução-base	
<ul style="list-style-type: none"> Compilação dos ficheiros completos correspondentes aos cenários modelados, e estabelecimento das respectivas soluções-base (não calibradas) de modelação; eliminação dos erros detectáveis e afinação de opções de modelação; exploração das capacidades de simulação oferecidas, e primeira abordagem aos objectivos de modelação para ganho de sensibilidade; desenvolvimento de um Manual do modelo, por compilação e adaptação dos relatórios parcelares e das Fichas Técnicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Versões de base plenamente funcionais do modelo, de acordo com os cenários seleccionados previamente. Primeira versão do Manual do modelo. Relatório conciso descrevendo as versões de base do modelo e os aspectos mais relevantes da fase de eliminação dos erros detectáveis e afinação de opções de modelação.
Fase F – Calibração do modelo	
<ul style="list-style-type: none"> Identificação das necessidades de calibração e planificação dos trabalhos a executar; realização de campanhas de medição de rede (caudais e pressões) e de ensaios de perda de carga; calibração iterativa do modelo por comparação com os resultados de campo. 	<ul style="list-style-type: none"> Versões calibradas e plenamente funcionais do modelo, de acordo com os cenários seleccionados previamente. Actualização do Manual do modelo. Relatório conciso descrevendo os ensaios de perda de carga e as medições de rede efectuadas, bem como o processo de calibração do modelo.
Fase G – Exploração do modelo e planeamento da gestão futura	
<ul style="list-style-type: none"> Reavaliação dos objectivos prioritários para o modelo, inicialmente determinados na Fase A; estabelecimento do modelo em ambiente de utilização final, nos vários departamentos interessados, e exploração com vista à satisfação dos objectivos prioritários; estabelecimento de procedimentos de utilização do modelo; planeamento do desenvolvimento continuado do modelo; estabelecimento de procedimentos de actualização do modelo; estabelecimento de uma estratégia de formação interna; interligação com os sistemas de informação da EG; escolha de uma estratégia futura de <i>software</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Versões calibradas, funcionais e actualizadas do modelo, de acordo com os cenários seleccionados previamente e com as utilizações finais decididas. Manual completo e actualizado do modelo. Estrutura interna de gestão do modelo, sob a direcção do Gestor do Modelo. Relatório final de desenvolvimento do modelo.

4 ASPECTOS DETERMINANTES NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

4.1 Introdução

No processo de desenvolvimento de uma estrutura de modelação no seio de uma EG, os pontos mais críticos – onde são geradas as principais dificuldades, e aos quais está associada uma maior fragilidade potencial, em termos do sucesso continuado da actividade – são indubitavelmente:

- a qualidade e disponibilidade dos sistemas de informação;
- a estabilidade e estruturação da equipa de modelação no seio da EG, e sua ligação a um grupo de contacto interno, que inclui os fornecedores de dados e os utilizadores dos modelos; e
- o processo de monitorização e análise de caudais por sector de rede (para produção de padrões e estatísticas de consumo), por se tratar de uma actividade de natureza contínua e inexorável, que gera um volume de dados muito grande, em constante crescimento.

4.2 Sistemas de informação

Os modelos de simulação utilizam e agregam uma grande quantidade de informação cadastral, operacional e de facturação, de cuja qualidade dependem os resultados obtidos. O seu correcto desenvolvimento necessita, assim, de garantir a maior eficácia possível na obtenção de dados a partir dos outros sistemas de informação: SIG, sistemas de gestão de clientes e de facturação, de telegestão/ telemedição, de medição de caudais de rede (ZMC), etc (Figura 2). Por outro lado, uma vez que tanto as redes de abastecimento como a informação que lhes diz respeito evolui constantemente no tempo, é importante que os responsáveis pelos diferentes sistemas de informação estejam conscientes da existência da ferramenta de modelação, e sejam previstos desde o início os canais adequados de actualização.

O desenvolvimento sistemático de modelos, em ambiente operacional, é desta forma uma excelente oportunidade – talvez única, no domínio da engenharia de abastecimento de água – para serem colocadas questões exigentes sobre:

- a profundidade e flexibilidade dos principais sistemas de informação técnica da EG; e
- a qualidade dos dados aí armazenados.

A resposta das EG participantes na INSSAA foi claramente pautada por decisões de fundo relacionadas com a capacidade de geração dos dados que acima se referem. Tornou-se praticamente geral a tendência para soluções de automatização e integração de dados.

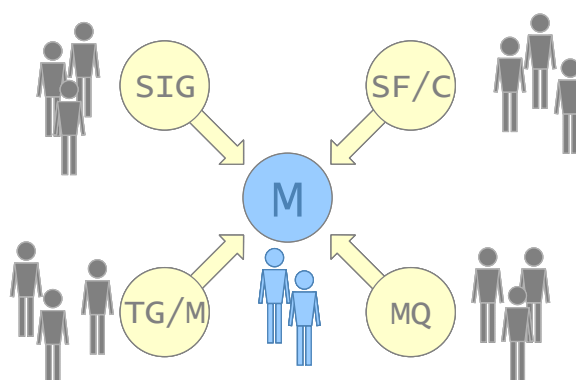


Figura 2 – Sistemas de Informação e sua contribuição para a modelação (SF/Q – Sistema de Facturação/ Clientes; TG/M – Telegestão/ Telemedição; MQ – Medição de Caudais).

Por um lado, existiu por parte das EG participantes uma disponibilidade para soluções informáticas modernas, sobretudo quando sustentadas por uma percepção bem fundamentada da relação custo-benefício.

Por outro lado, a oferta recente de *software* SIG inclui de forma bastante generalizada a integração com modelos (sobretudo o EPANET 2.0) e a possibilidade de georeferenciação de ramais e de criação de tabelas de cruzamento com as bases de dados de facturação, potenciando assim a manipulação de informação sobre consumos. Tal permite uma geração rápida de dados para modelação, mas igualmente potencia outras aplicações cruciais, como a identificação instantânea, no SIG, da lista de clientes afectados por determinada reparação de conduta ou manobra de rede.

A maioria dos participantes acabaram assim por ser, directa ou indirectamente, motivados a investir em soluções actualizadas de SIG, seja de raiz, seja por *upgrade* das soluções que tinham instaladas. A natureza e o âmbito desse tipo de decisões foram claramente mais abrangentes do que o programa de desenvolvimento de modelos de simulação que a INSSAA constituiu – e é importante notar que esse desenvolvimento não implicaria necessariamente soluções deste tipo (aliás, algumas das EG participantes optaram por soluções mais expeditas no imediato, enquanto a solução de fundo não era disponibilizada).

Outro sistema de informação, utilizado sobretudo na operação directa do sistema, mas que contém uma grande riqueza de dados, é o sistema de telegestão. Mais uma vez, a qualidade ou a natureza dos dados armazenados no histórico raramente é questionada, pois não são utilizados com frequência. Quando tal acontece, o risco de o histórico conter valores não-utilizáveis (p.ex., por má parametrização, falhas não detectadas, ou má escolha das grandezas ou do nível de detalhe a armazenar) é substancial. O aparecimento de um cliente interno para esses dados, tal como uma estrutura para produção de modelos, obriga a uma revisão exigente dos dados armazenados e leva muitas vezes a correcções ao próprio sistema.

A INSSAA funcionou, deste modo, como um detonador para um processo de evolução dos sistemas de informação nas EG participantes.

4.3 Recursos humanos e organização interna

O modelo necessita de uma estrutura responsável pelo seu desenvolvimento e actualização, liderada por um responsável, o Gestor do Modelo, que deverá responder, em permanência:

- pela fiabilidade e actualidade do modelo, nomeadamente no que diz respeito à actualização da descrição dos elementos físicos (componentes do sistema), dos controlos e modos de operação, e de forma crucial, da descrição dos consumos nos pontos de entrega;
- pela calibração periódica sistemática;
- pelo planeamento das actividades de desenvolvimento continuado do modelo, em função de objectivos de modelação apresentados pelos utilizadores, sobretudo quando integrados num planeamento estratégico desta actividade;
- pelo controlo de versões – em particular, as versões de referência só podem ser criadas e/ou modificadas pelo Gestor do Modelo;

- pela coordenação da ligação com os outros SI (sobretudo o SIG e o sistema de telegestão), nomeadamente no que se refere ao planeamento dos canais e formatos de transmissão, e à definição dos procedimentos de actualização.

O Gestor do Modelo tem ainda uma função importante de sensibilização de todos os potenciais beneficiários para as vantagens do uso sistemático do modelo.

A dimensão da equipa técnica que garante o desenvolvimento, manutenção e actualização permanentes do(s) modelo(s) depende em grande medida da dimensão deste(s), e dos objectivos e utilizações que para ele(s) forem definidos. Em fase de manutenção, a intensidade do trabalho varia com a frequência com que forem requeridas actualizações dos modelos pelos utilizadores, ou versões específicas para determinados objectivos de análise, e com a periodicidade das tarefas pré-programadas, sobretudo relativas à actualização dos padrões de consumo. A tipologia das equipas de modelação formadas nas EG participantes na INSSAA varia:

- num serviço único dentro da EG (p.ex., a divisão de planeamento), e portanto com um funcionamento essencialmente vertical;
- num serviço único, mas de cariz horizontal (p.ex., numa divisão autónoma de SIG);
- pluri-serviço. Ou seja, com elementos de várias divisões interessadas.

A estrutura e forma de actuação ideais dependem de condicionalismos internos. Existem grandes vantagens em a equipa do modelo ter um funcionamento horizontal relativamente aos serviços operativos. Por outro lado, pela forma como a informação sobre a infraestrutura é actualizada nos modelos – via um mecanismo de exportação do SIG e com uma verificação conjunta com este – afigura-se conveniente essa função estar fisicamente próxima ou coincidir com a equipa responsável pela manutenção do SIG. A solução de incluir na equipa de modelação elementos das diversas divisões de engenharia potencialmente interessadas na utilização dos modelos é igualmente interessante, por garantir uma melhor correia de transmissão aos utilizadores.

4.4 Monitorização de caudais

A monitorização e análise de caudais têm como objectivo principal a produção de séries temporais de caudais médios diários, para estudo das principais tendências sazonais, e de caudais médios em base temporal mais curta (horária ou inferior) para produção e tipificação de padrões de consumo diário (Figura 3).

O processamento dos dados de consumo fornece informação cuja utilidade transcende a da obtenção de padrões de consumo para uso exclusivo nos modelos de simulação. Esta informação pode ser utilizada para apoio à operação da rede, por exemplo para operação dos níveis nos reservatórios e/ou optimização do funcionamento das bombas, através de (COELHO *et al.*, 2006): identificação das horas de consumo máximo e mínimo; melhor ajuste das gamas de operação dos níveis dos reservatórios aos diagramas de consumo, com a respectiva maior utilização das capacidades de armazenamento disponíveis; ou ajuste dos regimes de bombeamento aos volumes de armazenamento disponíveis, em função do consumo previsto.

Por outro lado, pode ser utilizada para apoio ao controlo de perdas, seja no cálculo de balanços hídricos, na estimativa de caudais de perdas reais (através dos níveis de caudal nocturno), seja estabelecimento de níveis de alerta sustentados no histórico de dados, que

permitam identificar a ocorrência de caudais anómalos, devidos, por exemplo a roturas (ALEGRE *et al.*, 2005).

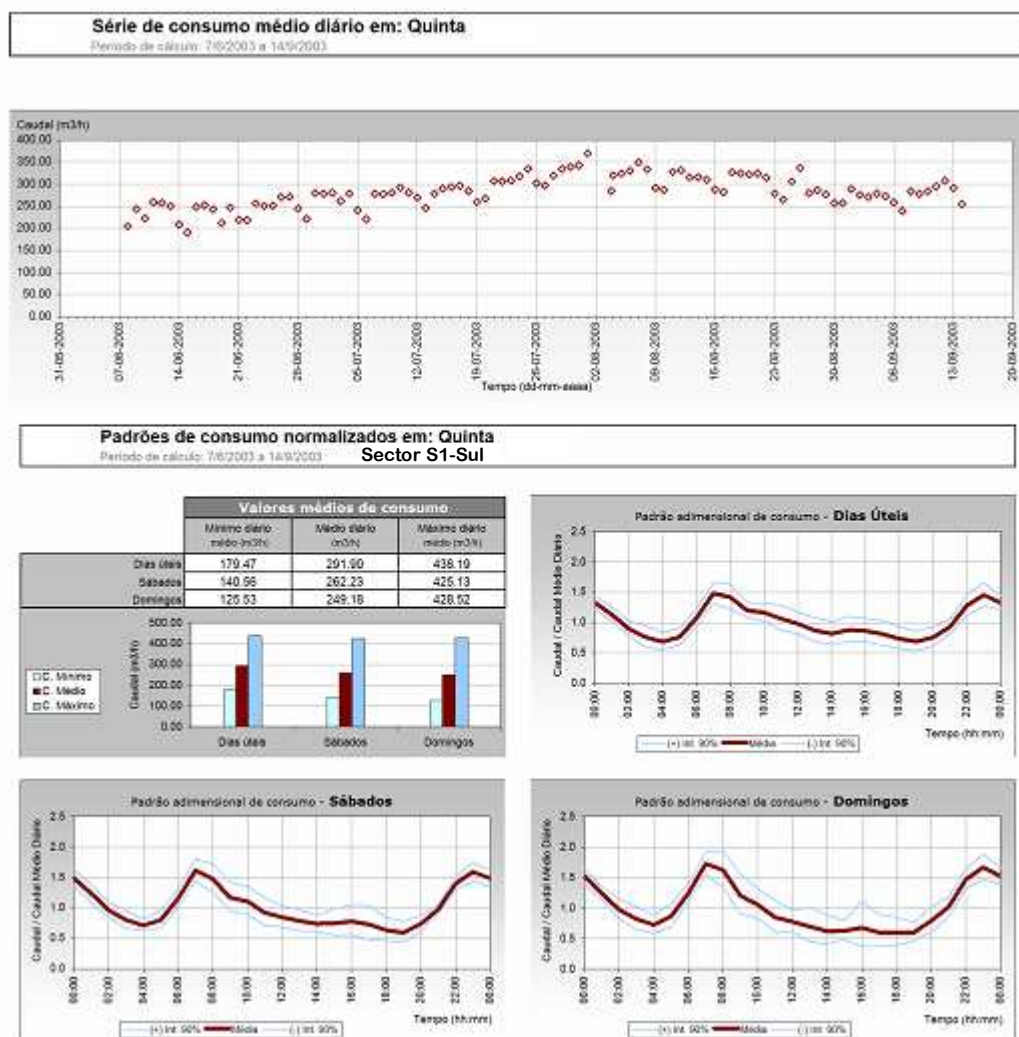


Figura 3 – Resultados do tratamento de dados de caudal de rede: séries de caudal médio diário e padrões de consumo normalizados.

Pode ainda ser utilizada para apoio ao planeamento, através da análise da evolução dos consumos ao longo das diferentes épocas.

A monitorização de caudais é uma actividade que ainda está pouco presente de forma sistemática na generalidade das EG nacionais, sobretudo nos sistemas de distribuição urbana. Por outro lado, a própria falta de sectorização dos sistemas torna tal actividade difícil na fase inicial. A selecção e instalação de equipamento são processos morosos, e envolvem algum investimento que, embora tenha retorno rápido (na capacidade de controlar perdas), representa sempre uma barreira psicológica e financeira. Não surpreendentemente, esse processo constituiu obstáculo importante em algumas das EG participantes na INSSAA, tendo provocado atrasos, felizmente recuperados em tempo útil.

Como se mencionou anteriormente, uma vez instalada, a medição de caudais de rede é uma actividade de natureza contínua, que gera um volume de dados muito grande, em

constante crescimento – e que exige portanto um programa sistemático, uma organização eficaz, e estratégias de manutenção específicas.

5 REALIZAÇÃO E RESULTADOS DO PROGRAMA

O programa foi levado a cabo de acordo com a programação prevista, tendo as EG participantes respondido de forma muito positiva às exigências da metodologia e procurado manter-se dentro de uma dinâmica comum ao conjunto, o que proporcionou um bom ritmo de trabalho e um progresso constante e motivador. A fase de definição de objectivos (Fase A) revelou-se crucial, no sentido em que colocou em perspectiva o trabalho a desenvolver e permitiu criar, ao longo de todo o programa, um enquadramento de aferição constante do progresso obtido em função das metas estabelecidas.

Entre os resultados directos conseguidos pelas EG com a participação no programa, podem citar-se os seguintes

- Modelos construídos, calibrados e documentados⁵, para os sectores escolhidos e para cenários específicos, de uma forma geral. As EG participantes que obtiveram ou estão em vias de obter uma boa integração entre o SIG e o sistema de facturação, e um processamento eficaz dos dados de caudal de rede, estão inclusivamente em posição de exceder largamente os objectivos estabelecidos, em termos de número de sectores de rede modelados.
- Um leque alargado de aplicações da modelação, desde o conhecimento dos tempos de percurso, ao apoio à sectorização, ao controlo de pressões, entre outras.
- Procedimentos rotinados, e formalizados ou em vias de o serem, para construção e manutenção de modelos.
- Canais internos de informação para modelação identificados e estruturados, e rede de contactos internos à EG estabelecida, o que potencia uma maior coesão técnica e oportunidades para cruzamento dessa informação.
- Equipas de modelação motivadas, com formação específica e experiência apreciável no domínio.
- Melhorias significativas no conhecimento dos sectores de rede modelados (tanto relativamente à informação sobre a rede, como sobre o seu comportamento).
- Programa sistematizado de medição de caudais em sectores de distribuição, o que é por si só uma aplicação com fins múltiplos, tornando-se por exemplo essencial para uma estratégia de controlo das perdas de água. Ao possuírem acesso privilegiado a novos pontos de medição de caudal no seio da rede, e ao analisarem

⁵ Foi colocado um cuidado especial na produção e actualização do chamado Manual do Modelo, para cada modelo desenvolvido. O Manual do Modelo é um instrumento técnico que deve acompanhar permanentemente cada modelo, constituindo um repositório completo de todas as opções e técnicas de modelação utilizadas (não deve ser confundido com o manual do *software* de simulação). Descreve todas as fases de desenvolvimento do modelo de simulação, referindo nomeadamente as convenções de nomenclatura, os cenários-base modelados, as opções de base adoptadas; a construção do modelo, detalhando os principais aspectos da modelação física do sistema, da modelação dos consumos e da modelação das condições de gestão operacional, bem como as opções de simulação hidráulicas e temporais utilizadas; a calibração do modelo, descrevendo as opções tomadas e os ensaios realizados; e a utilização futura do modelo.

sistematicamente os dados assim obtidos, os gestores de modelo de várias das EG participantes passaram de clientes de dados a fornecedores internos de informação sobre a possibilidade de detecção de roturas (pela observação dos registos) ou a estimativa de caudais nocturnos.

Por outro lado, pelo menos tão importantes como os resultados directos do programa foram alguns dos benefícios indirectos e sinergias conseguidos, entre os quais se podem contar:

- Actualização e melhoria de qualidade da informação cadastral; e em muitos casos, uma motivação extra para remodelação do SIG e para a georeferenciação de ramais.
- Produção (fornecida externamente ou desenvolvida internamente à EG – ambos os casos se deram) de aplicações ligando SIG e sistema de facturação/ clientes, de múltipla utilidade.
- Revisão das capacidades do sistema de facturação/ clientes, relativamente a utilizações de engenharia.
- Implantação de sistemas de monitorização de caudais, e contacto com tecnologias em grande evolução – como por exemplo os medidores de inserção ligados a estações autónomas de transmissão (via rádio, GSM/GPRS ou outros), que em conjunto com um PC funcionando como servidor, constituem autênticos sistemas de telemetria de grande flexibilidade e facilidade de instalação.
- Tipificação de padrões e estatísticas de consumo em sectores de rede, com a consequente melhoria do conhecimento sobre captações e comportamentos, de reflexos directos na qualidade dos dados de base utilizados para planeamento, projecto (incluindo expansão e reabilitação) e operação dos sistemas.
- Capacidade para realizar balanços hídricos mais rigorosos, por sector de modelação.
- Estudo preliminar de valores de grandezas hidráulicas nos sectores modelados.
- Revisão dos dados produzidos por sistemas de telegestão, sobretudo em termos da constituição de um histórico fiável para aplicações de engenharia.
- Identificação, para as equipas de modelação, de um conjunto valioso de contactos externos especializados, suplementando os contactos internos à EG, anteriormente mencionados.

O formato colectivo do programa potenciou, por outro lado, vantagens interessantes, que poderão justificar a repetição para outras aplicações ou noutros contextos. Entre essas vantagens, destacam-se o efeito de estímulo mútuo e partilha de conhecimentos e experiências gerado entre um grupo alargado de técnicos que seguem um programa comum; a eficaz gestão de tempos de projecto que tal permitiu, pois existiu uma maior motivação para respeitar prazos e metodologias; as sinergias em termos de geração de soluções dedicadas, por parte de fornecedores (p.ex., aplicações de SIG ou sistemas de monitorização de caudais de rede); a evolução na qualidade da oferta dos próprios equipamentos de monitorização, que foi em parte estimulada pela procura por parte das equipas de modelação; e o efeito de agregação que um grupo alargado como o que participou na INSSAA potenciou, como embrião de um fórum de modeladores na indústria da água nacional.

6 PRÓXIMOS PASSOS

Um sistema de informação técnico que representa uma infra-estrutura em constante evolução, como um sistema de abastecimento de água, é um trabalho permanentemente em curso. Tal constatação aplica-se aos modelos de simulação, mas também aos sistemas de informação geográfica e outros.

No caso dos modelos de simulação, deve ter-se em consideração que para além da evolução da infra-estrutura física em si, também a sua vertente funcional se vai modificando no tempo, fruto da evolução dos modos de operação, das estratégias de operação, e sobretudo do número, tipo e comportamentos dos consumidores servidos.

Esses condicionantes tornam os modelos de simulação particularmente sensíveis à necessidade de uma atenção e actualização permanentes. Deve notar-se aqui que, ao se falar de um modelo, está-se a incluir necessariamente nessa designação não só a sua implementação computacional, mas também a documentação específica que o acompanha, e que inclui nomeadamente o Manual do Modelo.

Na fase pós-projecto, verifica-se que as necessidades emergentes para as EG que participaram na INSSAA residem sobretudo:

- na formalização da continuidade das equipas de modelo – em organizações com quadros técnicos relativamente escassos face às necessidades, a dispersão de tarefas e solicitações a que esses quadros estão sujeitos é frequentemente avassaladora, o que constitui uma ameaça à manutenção das equipas formadas;
- no enraizamento continuado e formalização dos procedimentos relativos aos processos de modelação;
- na formação e informação interna de utilizadores;
- na expansão segura e planeada do número de sectores de rede modelados; e
- na revisão periódica de soluções informáticas de dados.

7 CONCLUSÕES

Os modelos de simulação de sistemas de abastecimento de água, uma ferramenta disponível no mercado de consultoria há já bem mais de uma década, só no presente começam a fazer verdadeiramente parte da paisagem tecnológica da indústria da água portuguesa, e em particular do ambiente de gestão técnica dos sistemas.

Tal deve-se a factores como: a maior ênfase actualmente colocada na necessidade de racionalização da gestão; a consequente maior disponibilidade para soluções informáticas avançadas; a grande disponibilidade do *software* de modelação; e a integração que finalmente começa a verificar-se entre os SIG e os modelos (e em menor escala, entre estes e os sistemas de facturação).

Existe hoje no mercado uma boa oferta de soluções de modelação, isoladas ou integradas em SIG, e com versões em português. Por outro lado, o *know-how* necessário para desenvolver modelos e aplicá-los à análise de sistemas está largamente documentado e atinge grande profundidade técnica.

Onde se verifica claramente um défice, que se reflecte na capacidade da indústria em verdadeiramente internalizar esta ferramenta, é nas metodologias de implementação dos

modelos, e das capacidades de modelação, em grupos de utilizadores profissionais no seio das próprias EG. A ausência de estratégias bem definidas nesse domínio tem sido efectivamente o principal obstáculo a que os modelos atinjam a difusão que se esperaria, em face da sua incontornável utilidade.

A INSSAA, enquanto programa para apoio à implementação, procurou abordar essa lacuna explorando de forma sistemática 3 vectores principais:

- as metodologias de desenvolvimento dos modelos, e sua integração com os restantes sistemas de informação;
- o processo de implementação de capacidades de modelação no seio das entidades gestoras;
- as técnicas de análise de sistemas de abastecimento utilizando a modelação.

Considera-se que os métodos desenvolvidos provaram constituir boas propostas para a realização deste tipo de processos. A experiência e os conhecimentos acumulados pelas equipas de modelação participantes, os canais de informação e de contacto por elas estabelecidos no interior das suas organizações, bem como externamente, e a integração dos diversos sistemas de informação, comunicação e controlo envolvidos constituem importantes passos em frente na evolução tecnológica das EG. Como se mencionou anteriormente, o programa constituiu um detonador indirecto de um processo de evolução dos sistemas de informação nas EG participantes.

A INSSAA potenciou igualmente a criação de um núcleo alargado de utilizadores da modelação na indústria da água, o que pode ter um efeito importante a nível nacional no sentido de gerar fóruns de discussão e redes de contactos técnicos. Estará em breve em implementação uma evolução do conceito subjacente ao *website* da INSSAA, para constituir um portal público dedicado ao tema, com conteúdo técnico – documentação e *software* – notícias, materiais didácticos e um fórum electrónico.

Por outro lado, a I conferência especializada INSSAA, que o presente artigo integra, provou ser possível já no nosso país congregar em torno deste tema um apreciável conjunto de participantes e de contributos de qualidade, com a particularidade de uma notável descentralização geográfica em termos do *know-how* relatado. Espera-se que o evento possa constituir um fórum periódico dedicado ao tema da modelação como pólo integrador dos sistemas de informação técnica para utilizações de engenharia.

8 AGRADECIMENTOS

O trabalho descrito no presente texto só se tornou possível através do esforço e da estreita colaboração de um grupo alargado de técnicos que, para além da equipa do LNEC, integrou equipas das seguintes entidades (por ordem alfabética): Águas do Cávado, S.A., Águas da Figueira, S.A., Águas de Gondomar, S.A., Águas do Sado, S.A., Águas de Sto. André, S.A., AGS, S.A., S.M.A.S. de Loures, S.M.A.S. de Oeiras e Amadora, S.M.A.S. do Porto e S.M.A.S. de Sintra. A eles, e ao apoio que receberam das respectivas organizações, se deve o sucesso da INSSAA.

A um segundo nível, apraz registar a rápida e decisiva resposta tecnológica – por vezes em colaboração directa com o programa INSSAA – dos fornecedores dos principais equipamentos e sistemas de informação presentes na indústria, que num curto espaço de

tempo – pouco mais de 3 anos – souberam criar condições para uma evolução pronunciada da oferta de mercado.

9 REFERÊNCIAS

ALEGRE, H., COELHO, S.T., ALMEIDA, M.C., VIEIRA, P. - Controlo de perdas de água em sistemas de adução e distribuição. Manual, Série IRAR-LNEC, Edições IRAR, Lisboa (361 p.), 2005.

COELHO, S.T., LOUREIRO, D., ALEGRE, H. - Modelação e análise de sistemas de abastecimento de água. Manual, Série IRAR-LNEC, Edições IRAR, Lisboa (335 p.), 2006.

ROSSMAN, L. - Epanet 2.0 em Português – Manual do Utilizador. Tradução e adaptação de D. Loureiro e S.T. Coelho. Manual, LNEC, Lisboa (241 pág.). (www.dha.lnec.pt/nes/epanet). Edição impressa: Manual do Utilizador do Epanet 2.0. Edições IRAR (Instituto Regulador de Águas e Resíduos), série IRAR-LNEC, Lisboa, 2004.