

## **SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: DESENVOLVIMENTO, UTILIZAÇÃO E EVOLUÇÃO**

Eduardo RIBEIRO DE SOUSA<sup>(1)</sup> Ulisses; LAGES DA SILVA<sup>(2)</sup>;  
José António PESTANA<sup>(3)</sup>

### **RESUMO**

A crescente complexidade dos problemas que se colocam à gestão técnica e operacional das infra-estruturas de saneamento básico tem vindo a fazer crescer o interesse das entidades gestoras deste tipo de serviços na adopção de novas tecnologias, nomeadamente no sentido da constituição de sistemas de informação geográfica (SIG), adaptados às suas necessidades específicas.

Se o cadastro acaba por ser o objectivo inicial e, por ventura, o único ao se promover o desenvolvimento de um SIG de infra-estruturas de saneamento básico, tal deverá ser encarado apenas como uma 1ª fase, assumindo uma perspectiva evolutiva que permita a progressiva implementação de outras vertentes, de que se destacam: a ligação ao sistema de clientes, à gestão de obras e empreitadas, à modelação matemática, aos processos de licenciamento e a ligação ao SIG municipal, se existirem em base informática.

Ao longo desta comunicação abordar-se, quer a problemática do desenvolvimento de um SIG, quer a da sua implementação e utilização no seio da entidade gestora, quer ainda a perspectiva da sua evolução.

**Palavras-chave:** Sistemas de Informação Geográfica (SIG); infra-estrutura de saneamento básico; cadastro.

---

(1) Doutor em Eng<sup>a</sup> Civil, Prof. Associado do IST, Lisboa, Portugal. Director Técnico da AQUASIS, Lda., Lisboa, Portugal.

(2) Director Técnico da AQUASIS, Lda., Lisboa, Portugal.

(3) Consultor da AQUASIS, Lda., Lisboa, Portugal.

## 1 - INTRODUÇÃO

A crescente complexidade dos problemas que se colocam à gestão técnica e operacional de infra-estruturas de saneamento básico tem vindo a fazer crescer o interesse das entidades responsáveis pela prestação desses serviços na adopção de novas tecnologias, nomeadamente no sentido da constituição de sistemas de informação geográfica (SIG) adaptados às suas necessidades específicas.

De facto, os SIG constituem instrumentos poderosos que permitem melhorar, de forma significativa, a eficácia dos procedimentos dependentes da disponibilidade de informação e da facilidade de acesso à mesma, implicando a sua introdução alguma reorganização do "modus operandis" das entidades gestoras das referidas infra-estruturas.

Tendo em conta que os processos tradicionais de registo, arquivo e consulta de informação são manifestamente ineficazes face ao crescente volume de informação a tratar, a adopção destas novas tecnologias conduz a numerosos benefícios, de que se destacam:

- ◆ Garantia de uma sistematização e racionalização da informação sobre as redes de serviços, frequentemente dispersa por diversas fontes de informação e departamentos da entidade gestora e com procedimentos de arquivo vulneráveis;
- ◆ Facilidade de introdução (actualização) dos dados progressivamente disponibilizados, de forma a garantir-se a disponibilização de informação permanentemente actualizada, objectivo que nem sempre é atingido, em tempo oportuno, pelos processos tradicionais;
- ◆ Melhoria significativa da qualidade e da natureza da informação necessária às actividades de planeamento, remodelação/ampliação, exploração e manutenção das redes de serviços, e aumento dos padrões de exigência dos técnicos relativamente ao tipo de informação desejado;
- ◆ Aumento da eficácia na manipulação e na transmissão de informação entre departamentos da entidade gestora, com a consequente racionalização de recursos em meios humanos e financeiros, por comparação aos exigidos pelos processos tradicionais;
- ◆ Conhecimento integrado e detalhado da informação sobre as redes de serviços, o que garante uma maior eficácia na análise dos problemas que se colocam, nomeadamente dos que se prendem com a exploração das mesmas (intervenção de piquetes, substituição de condutas, gestão de "stocks", aviso de consumidores, etc.);
- ◆ Redução dos riscos de acidentes em trabalhos de remodelação/ampliação e reparação, decorrentes do desconhecimento da ocupação do sub-solo pelas diversas operadoras de redes de serviços;
- ◆ Benefícios não tangíveis resultantes de uma maior motivação dos técnicos, aos mais diversos níveis, a qual conduz a uma maior eficácia no desempenho das suas funções;

- ◆ Ampliação do espectro de possibilidades de análise dos problemas de gestão técnica das redes de serviços, como seja o tratamento interrelacionado, histórico e estatístico da informação;
- ◆ Possibilidade de acesso e ligação a outras actividades complementares de análise e exploração, de que são exemplo a simulação hidráulica do funcionamento e a telegestão, as quais têm sido, quando realizadas, encaradas como blocos autónomos;
- ◆ Padronização dos fluxos de informação entre departamentos da entidade gestora, permitindo definir procedimentos e níveis de responsabilidade dos técnicos afectos à recolha, registo e análise da informação;
- ◆ Redução do risco de dependência do conhecimento de certas e determinadas pessoas, potenciais únicos detentores da informação, minimizando as implicações em casos de ausência ou reforma das mesmas.

Por outro lado, o desenvolvimento de um SIG, e conseqüente implementação, reveste-se de numerosas implicações organizacionais, de que se destacam:

- ◆ A criação de uma rede de utilizadores interligando os diversos sectores que, de alguma forma, precisem de estar ligados ao cadastro para o exercício das suas funções;
- ◆ O estabelecimento de fluxos de informação que garantam a permanente actualização do cadastro;
- ◆ A definição de hierarquias e níveis de responsabilidade pela recolha, tratamento e transmissão de informação.

Se o cadastro acaba por ser o objectivo inicial e, por ventura, único quando se promove o desenvolvimento de um SIG de infra-estruturas de saneamento básico, tal deverá ser encarado apenas como uma 1ª fase, devendo assumir-se uma perspectiva evolutiva que permita a progressiva implementação de outras vertentes, de que se destacam: a ligação ao sistema de clientes, à gestão de obras e empreitadas, à modelação matemática (simulação hidráulica dos sistemas), aos processos de licenciamento e ao SIG municipal, se existirem em base informática.

Ao longo desta comunicação, ir-se-á abordar, quer a problemática do desenvolvimento de um SIG, quer a da sua implementação e utilização no seio da entidade gestora, quer ainda a perspectiva da sua evolução.

## **2 - METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO SIG**

O desenvolvimento de um SIG compreende, metodologicamente, um conjunto de actividades, as quais podem ser agrupadas em cinco blocos, a saber:

- ◆ Concepção e desenvolvimento do SIG;

- ◆ Inventariação, recolha e sistematização dos dados;
- ◆ Carregamento digital da informação;
- ◆ Instalação do SIG no seio da entidade gestora;
- ◆ Acções de formação.

de que se tecem a seguir algumas considerações:

### **Concepção e desenvolvimento do SIG**

O desenvolvimento deste primeiro bloco de actividades pressupõe a constituição de uma equipa técnica no seio da entidade gestora, que terá por missão inicial promover um profundo debate interno entre os vários departamentos potenciais utilizadores do sistema de informação, tendo em vista a definição de um "Caderno de Encargos" para o projecto, independentemente de eventuais faseamentos que venham a ser decididos para a sua implementação.

Tendo em conta que estas novas tecnologias se encontram ainda numa fase "precoce" no nosso país, há alguma tendência no meio técnico para relevar, logo na fase inicial, questões mais complexas, por vezes sem que as mais simples, porventura as que mais condicionam as tarefas diárias, sejam abordadas com a prioridade e relevância que merecem.

Nesse sentido, é entendimento dos autores que, no contexto da realidade portuguesa, a introdução deste tipo de sistemas envolve não apenas uma vertente técnica, mas também uma vertente pedagógica, o que pressupõe a intervenção de técnicos experientes no desenvolvimento e implementação deste tipo de tecnologias.

Assim, a concepção e desenvolvimento de um SIG envolve a satisfação das seguintes condições:

- ◆ Definição precisa e realista das metas a atingir, logo na fase inicial de desenvolvimento do projecto;
- ◆ Empenhamento dos gestores e dos quadros técnicos nas diversas fases do projecto, tendo em conta implicar, por um lado, uma importante mobilização de recursos humanos e financeiros e, por outro, alterações ao esquema organizativo vigente para que o sistema possa ser concebido e implementado na sua plenitude;
- ◆ Definição clara das etapas e fases do projecto, num compromisso entre prazo recomendável para o início da sua utilização e recursos humanos e financeiros disponíveis para afectar ao projecto;
- ◆ Consciencialização da importância de que se reveste a inventariação, recolha e sistematização dos dados, alicerce de todo e qualquer sistema de informação e condição "sine qua non" para o sucesso da sua implementação;
- ◆ Importância da intervenção de consultores externos à entidade gestora com reconhecida

capacidade e experiência na concepção e desenvolvimento de sistemas análogos;

- ◆ Realização de um conjunto de acções de formação correctamente orientado para os diversos perfis de utilizadores;
- ◆ Criação de uma equipa de acompanhamento do projecto, que constitua o "polo" dinamizador do projecto no seio da entidade gestora;
- ◆ Escolha criteriosa da configuração informática ("hardware") e do "software", de forma a garantir a satisfação das necessidades de curto e médio prazo da entidade gestora.

Relativamente à importância da intervenção de um consultor externo (empresa ou técnicos especialistas), a experiência dos autores demonstra que a solução mais equilibrada e eficiente reside na constituição de equipas mistas na fase de concepção do sistema de informação, de modo a que o mesmo venha a dar resposta às reais necessidades sentidas no dia a dia da entidade gestora, deixando a parte específica de desenvolvimento de "software" ao consultor externo, por natureza mais vocacionado para esse efeito.

Esta solução intermédia é a mais equilibrada e eficiente e, conseqüentemente, a que permite obter melhores resultados, quer porque, num processo desta natureza, há necessidade de uma contribuição directa, a vários níveis, dos técnicos da entidade gestora que dessa forma se sentirão comprometidos e cativados pelo projecto, quer porque as tecnologias envolvidas ultrapassam, normalmente, o nível de conhecimento desses mesmos técnicos, independentemente das suas capacidades, particularmente no que se prende com os conhecimentos de informática e com o domínio dos procedimentos exigidos para o desenvolvimento de um SIG.

À equipa de acompanhamento do projecto, de preferência constituída por técnicos dos diversos departamentos mais directamente envolvidos no cadastro, exige-se larga disponibilidade para acompanhar o processo de modo a, por um lado, maximizar o seu contributo para a solução final e, por outro, garantir uma efectiva transmissão de "know-how" do consultor para os membros da equipa.

Do domínio da tecnologia, por parte dos membros da equipa de acompanhamento, depende, em grande medida, o sucesso da implementação do sistema de informação no seio da entidade gestora, designadamente incentivando, dando a formação e prestando assistência aos restantes utilizadores.

Em resumo, pode-se afirmar que da motivação e do empenhamento desta equipa, bem como da real transferência de conhecimentos do consultor para os seus membros, depende uma parte significativa do êxito do projecto.

No que se refere ao conjunto "hardware"/"software" de suporte do sistema de informação, este deverá poder funcionar em rede, de forma distribuída, e possuir a capacidade de integração com as ferramentas mais comuns de "desktop office", pelo deverá funcionar em ambiente operativo do tipo Windows, de preferência NT, para maior desempenho. Por outro lado, dado que o SIG se destina a ser utilizado por pessoas que, muitas delas, não possuem

conhecimentos de informática, o mesmo deverá assentar numa filosofia de utilização "amigável", designadamente adoptando uma interface com o utilizador acessível, desenvolvida numa perspectiva de "job oriented", ou seja, em que o acesso às funcionalidades incorporadas se faça com o mínimo de operações intermédias possível.

#### **Inventariação, recolha e sistematização dos dados**

A inventariação, recolha e sistematização de dados, bem como o respectivo carregamento digital, constituem, sem dúvida, as vertentes que requerem, normalmente, a afectação de maiores recursos financeiros e humanos, particularmente se se pretender suprir situações de insuficiência, desactualização ou mesmo inexistência de elementos de base de registo do cadastro.

De salientar que a problemática da informação não se prende, directamente, com a constituição de um SIG, pois é desde sempre necessária; quando indisponível, são grandes e, por vezes, graves os problemas que se colocam à gestão técnica operacional das infra-estruturas, dificultando, igualmente, as tarefas de planeamento e expansão dos sistemas.

Pode-se afirmar que os dados são o "alicerce" de todo e qualquer sistema de informação, sendo a sua disponibilidade condição indispensável para a sua afirmação junto dos quadros técnicos e operacionais da entidade gestora.

É que, sendo a informática uma "barreira" para a maior parte dos potenciais futuros utilizadores, a motivação para a "enfrentar" e "vencer" depende dos benefícios que daí possam advir, os quais só serão evidenciáveis caso o sistema permita aceder a um conjunto de informações fiáveis, pelo menos equivalente ao disponível nas fontes tradicionais de consulta do cadastro.

Dada a natureza desta actividade, o seu desenvolvimento deverá ser feito com um forte contributo e em estreita colaboração com os técnicos da equipa de acompanhamento, na medida em que a necessária avaliação e análise dos dados de base disponíveis conduz à identificação de lacunas e ao levantamento de dúvidas que deverão ser esclarecidas sempre que possível, no sentido da constituição de um conjunto de dados de qualidade.

A tarefa de sistematização dos dados destina-se a promover a preparação prévia da informação a codificar, de forma a adequá-la ao procedimento de codificação digital, tornando-o mais eficiente e rigoroso.

#### **Codificação digital da informação**

A codificação digital de informação com vista à constituição de um SIG envolve três vertentes, a saber:

- ◆ a cartografia digital;
- ◆ a componente gráfica da informação;
- ◆ a componente alfanumérica da informação.

A vertente da cartografia digital corresponde à aquisição da base cartográfica de

georeferenciação do cadastro, elemento fundamental à constituição de um sistema de informação geográfica, para o que é necessário dispôr de bases cartográficas à escala urbana (1:1 000 ou 1:2 000).

O SIG deverá permitir a importação da cartografia, quer em formato vectorial, quer em formato "raster", podendo a sua aquisição, quando inexistente, ser promovida no âmbito do processo de constituição do sistema de informação.

De referir que os custos envolvidos na aquisição de cartografia vectorial (numérica ou digitalizada) são substancialmente superiores aos inerentes à "rasterização" de eventuais bases de levantamento aerofotogramétrico existente, mesmo que desactualizado, ou à utilização de ortofotomapas em formato "raster", já disponíveis para diversas áreas do País. No entanto, a indisponibilidade de cartografia actualizada não deverá, na opinião dos autores, constituir um obstáculo ao lançamento de projectos com vista à constituição de sistemas de informação.

Nos casos em que o município esteja a promover o desenvolvimento de um SIG de âmbito municipal, deverá ser o próprio município a conduzir e liderar o processo de aquisição de uma cartografia numérica actualizada do concelho, em estreita colaboração com os restantes operadores de redes de serviços, como aliás se tem vindo a constatar em relação a alguns municípios da área metropolitana de Lisboa.

A codificação da componente gráfica, no caso de cadastro de infra-estruturas de saneamento básico, compreende a digitalização das informações tradicionalmente assinaladas nas designadas "cartas de cadastro", ou seja, o traçado dos elementos lineares (tubagens e colectores) e respectivos atributos alfanuméricos e a marcação dos restantes órgãos pontuais (válvulas, medidores de caudal, câmaras de visita, etc.).

A simbologia a adoptar deverá, por um lado, permitir diferenciar, facilmente, os diversos tipos de órgãos lineares e pontuais e, por outro, transmitir a maior quantidade de informação possível (p.e., no caso das válvulas, o símbolo poder indicar o tipo de válvula, a função e o modo de operação). No caso das infra-estruturas de saneamento básico, existe um regulamento que define a forma base de representação dos órgãos mais frequentes.

A codificação da componente alfanumérica passa pela introdução, no sistema de informação, das características alfanuméricas conhecidas, daquelas que constam das fichas de descrição adoptada para cada tipo de órgão. Muitas dessas características têm domínio previamente conhecido, casos para os quais o sistema de informação deverá disponibilizar, para selecção, a lista de opções possíveis.

Todo o processo de codificação deverá ser objecto de rigorosos procedimentos de controlo de qualidade, que garantam a detecção/edição de eventuais erros de introdução ou de interpretação, bem como a identificação de prováveis incorrecções ou lacunas nos elementos de base, não identificadas no âmbito das tarefas de inventariação, recolha e sistematização.

**Instalação do SIG no seio da entidade gestora**

Numa primeira fase, a instalação do SIG desenvolvido, com toda ou parte da informação carregadas, deverá ser feita apenas no(s) equipamento(s) informático(s) afecto(s) aos membros da equipa de acompanhamento, afim de estes realizarem os necessários testes de validação e aceitação do sistema.

Só após ter sido aceite o sistema, se deverá promover à sua instalação noutros equipamentos informáticos, função das metas e escalonamento definido para o projecto.

De referir que a difusão do SIG pressupõe, por um lado, a instalação de uma rede informática com débito adequado aos volumes de informação a transmitir e, por outro, a aquisição de equipamento informático com desempenho compatível com os fins em vista, numa configuração que deverá ser previamente avaliada e definida com intervenção do consultor.

#### **Acções de formação**

As acções de formação constituem uma vertente fundamental à real transferência de conhecimento para os técnicos da entidade gestora, pelo que o conjunto de acções de formação deverá ser objecto de criteriosa definição em função dos diversos perfis de utilizadores.

A experiência dos autores recomenda a definição de três perfis de utilizador, a saber: de gestão/administração, de actualização e, finalmente, de consulta, para os quais deverão ser realizadas acções de formação específica.

Recomenda-se, igualmente, que pelo menos as acções de formação destinadas aos utilizadores de consulta possam ser ministradas por técnicos da equipa de acompanhamento da entidade gestora, de modo a responsabilizá-los futuramente pelo acompanhamento e, desse modo, mantê-los mais próximos de um maior número de utilizadores, proximidade essa que lhes irá permitir identificar e ultrapassar, em tempo oportuno, eventuais dificuldades de um ou outro utilizador que, de outro modo, os poderiam levar a desistir e, em consequência disso, resistir à introdução destas novas tecnologias.

### **3 - IMPLEMENTAÇÃO E UTILIZAÇÃO DO SIG**

Se o desenvolvimento de um SIG é um processo relativamente complexo e moroso, a sua implementação no seio da entidade gestora, de modo a conseguir-se uma efectiva utilização pelos diversos departamentos afectos ao cadastro, ao ponto de substituir por completo os processos tradicionais, objectivo desejável, reveste-se de numerosas dificuldades que apenas um correcto planeamento conseguirá ultrapassar.

Desde logo, e como se referiu a propósito da metodologia de desenvolvimento, a constituição de uma equipa de acompanhamento por parte da entidade gestora reveste-se de um papel relevante, não apenas na fase de desenvolvimento, mas fundamentalmente na de implementação do SIG.

De facto, sendo constituída por técnicos da entidade gestora, recomendavelmente dos sectores mais ligados ao cadastro, o seu comprometimento com o projecto e a aquisição de

conhecimentos decorrente do seu envolvimento directo nas várias fases do mesmo, constitui factor de motivação e conduz a que cada um possa ser tido como “polo” dinamizador junto dos respectivos departamentos.

Desse modo, uma vez concluída a fase de testes e aceitação do SIG e carregada toda a informação disponível, fase durante a qual o sistema, então em fase experimental, apenas precisaria de ser instalado num único equipamento da entidade gestora, é fundamental apostar-se na sua difusão e divulgação.

A criação de uma rede técnica de utilizadores do SIG, locais e remotos, pressupõe a prévia formulação de um plano com vista à definição da configuração da rede, designadamente identificando:

- ◆ os departamentos da entidade gestora de alguma forma afectos ao cadastro;
- ◆ os potenciais utilizadores, definindo os respectivos perfis de acesso à informação;
- ◆ os postos de trabalho e periféricos a instalar em cada departamento;
- ◆ a especificação informática dos postos de trabalho e periféricos a instalar;
- ◆ o “lay-out” da rede, designadamente definindo:
  - velocidade de transferência da informação;
  - a localização física dos postos de trabalho;
  - a localização física dos periféricos;
  - a ligação ao “server”, se existir.

Definida a rede de utilizadores, a sua implementação poderá ser faseada em função das disponibilidades financeiras da entidade gestora, dando prioridade aos sectores mais dependentes do acesso à informação do cadastro.

Ainda que importante, a efectiva utilização do SIG no seio da entidade gestora não está apenas dependente da reflectida definição e implementação da rede de utilizadores.

Se, por um lado, é importante promover a motivação dos potenciais utilizadores, para o que conta, essencialmente, a disponibilidade e fiabilidade da informação, a facilidade de utilização, a realização de acções de formação e o apoio continuado dos técnicos mais directamente envolvidos no projecto, por outro é indispensável que essa ligação gere um permanente contributo para a contínua melhoria, quer da aplicação desenvolvida, quer da informação carregada, neste caso garantindo a sua permanente validação e actualização.

No sentido de avaliar o grau de utilização do sistema pelos diversos sectores da entidade gestora interligados ao SIG, é recomendável que o sistema permita a obtenção de estatísticas de utilização; sectores que evidenciem um reduzido grau de utilização geral, por comparação àquele que seria de esperar, deverão merecer uma atenção redobrada por parte dos técnicos da equipa de acompanhamento, afim de se identificarem os motivos pelos quais tal acontece.

Dentro de cada sector, deverá ser possível avaliar o grau de utilização por utilizador credenciado; neste caso, tempos de utilização quase nulos poderão querer significar maiores dificuldades na apreensão e no contacto com estas novas tecnologias por parte desses utilizadores, para os quais deveria ser criado um plano complementar de formação.

Tendo em vista garantir, tanto quanto é possível, os fluxos de informação necessários à permanente certificação e actualização dos dados, considera-se necessária a institucionalização de hierarquias e níveis de responsabilidade pela recolha, tratamento e transmissão de informação ao sector que vier a ficar responsável pela sua codificação. Em caso de falha, seria assim, acima de tudo, possível identificar onde e porquê terá a mesma tido origem e, com base nisso, promover não só a rectificação, como sensibilizar as respectivas hierarquias para a importância do seu contributo.

Por último, de referir que, para cada sector ou departamento, deverão ser criadas e institucionalizadas formas-padrão de recolha e tratamento de informação, designadamente fichas, esquemas, mapas, etc., a fim de uniformizar os procedimentos inerentes à transmissão e actualização dos dados.

#### **4 - VERTENTES DE EVOLUÇÃO DO SIG**

Vencida que esteja a “barreira” da 1ª fase de implementação do SIG, normalmente, no domínio em análise nesta comunicação, abrangendo apenas o cadastro das infra-estruturas, é possível e desejável perspectivar a sua evolução com vista à incorporação de outras vertentes, de que se destacam:

- ◆ a comunicação com o sistema de clientes;
- ◆ a ligação ao sistema de gestão de obras, equipamentos e empreitadas;
- ◆ a ligação à modelação matemática;
- ◆ a comunicação com o sistema de processamento dos licenciamentos;
- ◆ a ligação ao SIG Municipal,

em todos os casos, se tais sistemas de base informática existirem, no que constitui um conjunto de importantes mais valias.

A título de exemplo, refira-se que a comunicação com o sistema de clientes permitiria a consulta, através da codificação dos ramais, de informação relacionada com os contratos que lhes estejam associados, bem como a obtenção de ficheiros de consumos, estes necessários à modelação matemática, e ainda o lançamento de situações de aviso aos consumidores.

Refira-se, a propósito da ligação à modelação matemática, o facto de o SIG poder produzir de forma automática, associando funcionalidades específicas para esse efeito, os ficheiros com a topologia da rede, simplificando desse modo, de forma significativa, a fase de preparação dos dados.

Ainda uma referência à ligação ao SIG municipal, se este existir, a qual permitiria, entre outras coisas, a criação de uma única referência para o roteiro e para os números de polícia, por natureza da responsabilidade do departamento de planeamento urbanístico da Câmara, garantindo a sua permanente sincronização.

Estas e muitas outras funcionalidades poderão ser implementadas a partir da ligação do SIG com outros sistemas informáticos em funcionamento no seio da entidade gestora, potenciando-se, dessa forma, uma economia de recursos, a uniformização de referências, a georeferênciação de

informações de sistemas concebidos como meramente alfanuméricos e o despoletar de processos conjuntos.