

ESIG2001
DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE REDES DE
INFRA-ESTRUTURAS BÁSICAS NUM
SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Carla Vaz Paulo¹

SUMÁRIO

O rápido desenvolvimento urbano nas duas últimas décadas, desencadeou um elevado crescimento das redes de infra-estruturas básicas. A construção de novos sistemas ou a remodelação dos existentes, são precedidos da elaboração de um projecto que exige um cadastro permanentemente actualizado e fidedigno. Com o desenvolvimento tecnológico actual, surgem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) capazes de incorporar a componente espacial a um modelo orientado por objectos, permitindo uma melhoria no planeamento e na gestão dos sistemas de redes públicas.

1. INTRODUÇÃO

A entidade gestora das redes de infra-estruturas básicas (também designados, nesta comunicação, por sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, sistemas públicos ou sistemas de redes) é responsável pela concepção, construção e exploração dos mesmos. Esta entidade tem por incumbência, providenciar a elaboração de estudos e projectos dos sistemas públicos, mantê-los em bom estado de funcionamento e conservação, garantir um bom serviço aos utentes, assegurar quebras no funcionamento das redes, entre outros aspectos. Para isso, será necessário que exista um cadastro que represente estes sistemas públicos de um modo preciso e sempre actualizado com a rede existente .

Existem vários aspectos a ter em conta na concepção destes sistemas e que têm influência directa na sua construção e posterior exploração. Indicam-se de seguida alguns desses aspectos.

Na concepção do sistema público de distribuição de água, deve-se passar por uma análise prévia das previsões do planeamento urbanístico e das características dos aglomerados populacionais, da quantidade de água necessária a abastecer determinada população e determinado incêndio, de pressões mínimas a garantir, de determinadas cotas a “vencer” e ainda pela melhor forma de economia de abastecimento do sistema.

Na concepção do sistema público de drenagem de águas residuais, deve-se ter em conta uma análise prévia e cuidada do destino a dar aos efluentes tanto tendo presente a protecção dos recursos naturais, como a saúde pública e a economia geral da obra.

Na concepção do sistema público de drenagem de águas pluviais, deve-se analisar as áreas em que o escoamento se pode fazer superficialmente para que economicamente se

¹ Eng.^a Geógrafa, Mestre em Sistemas de Informação Geográfica (IST); Gestora de Projectos SIG na ESRI Portugal Sistemas e Informação Geográfica S.A.; cpaulo@esri-portugal.pt; carlavpaulo@hotmail.com.

possa reduzir os custos da extensão da rede e ainda analisar as soluções que possam contribuir por armazenamento, para a redução dos caudais de ponta.

Desde o planeamento:

- na construção de novos sistemas públicos;
- na remodelação desses sistemas;
- na reabilitação dos sistemas existentes;
- e na ampliação dos sistemas existentes;

à gestão:

- na manutenção dos sistemas públicos;
- na conservação/renovação dos sistemas;
- na garantia e continuidade dos serviços;
- nos ensaios para evitar mais tarde gastos desnecessários;
- e na qualidade exigida por norma;

dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, acresce o dever da entidade gestora fornecer aos utentes sempre o melhor serviço.

É um facto que a necessidade dos elementos de base para o dimensionamento destes sistemas passa por um cadastro actualizado e de preferência informatizado, pois permite à entidade responsável pelos mesmos:

- Localizar em planta estes sistemas e respectivos acessórios, a escalas compreendidas entre a 1:500 e 1:2000, tendo como base geográfica a implantação dos edifícios e pavimentos;
- Analisar a natureza e os acidentes de terreno;
- Verificar o estado de conservação/funcionamento dos sistemas e respectivos acessórios;
- Analisar os materiais e determinadas características dos sistemas (como por exemplo a profundidade, a cota de pavimento, entre outros);
- Ter acesso a fichas individuais para os ramais de ligação e de outras instalações nos sistemas.

Face a estes aspectos, esta comunicação visa fomentar a contribuição dos SIG no planeamento e gestão dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, como sendo sistemas capazes de permitirem a actualização do cadastro de um modo fiável e rápido, de permitirem a inventariação automática de um determinado tipo de material constituinte das redes, da verificação do estado de conservação dos sistemas públicos e seus órgãos, de permitirem a criação de fichas de intervenção em cada troço e/ou acessório, de permitirem um planeamento adequado às redes de cadastro e de poderem satisfazer atempadamente as populações em caso de ruptura das redes, entre outras necessidades.

2. CARACTERIZAÇÃO DO ACTUAL CADASTRO DOS SISTEMAS PÚBLICOS

Actualmente as entidades gestoras dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, possuem a maior parte das suas redes em formato analógico desactualizado e executado por desenhadores, com vários anos de casa, e que são os únicos conhecedores do sistema que a entidade possui.

As condutas e os colectores, assim como, os respectivos órgãos dos sistemas, são desenhados em cartas topográficas, em suporte analógico, que possuem informação cartográfica bastante desactualizada. A precisão geográfica com que os elementos de cadastro são desenhados não é por vezes tida em conta, o que acarreta às equipas de campo o reconhecimento dessa imprecisão (Figura 1) aquando da abertura de valas.

A informação sobre as redes existentes, para além de desactualizada é muito escassa. Não existe, por vezes, informação primordial para a gestão das redes como sejam, os diâmetros de válvulas, as cotas de soleira de câmaras de visita, o local exacto de determinado órgão do sistema e o seu estado de funcionamento, entre outros.

A organização do arquivo cartográfico pode ser também motivo de preocupação, desde cartas que desaparecem, a cartas que duplicam em n.º de exemplares chegando mesmo, estas últimas, a ter informação de cadastro diferente em cada uma delas.



Figura 1: Aspecto da imprecisão geográfica do desenho da conduta.

Começa-se a assistir já, em certas entidades gestoras dos sistemas de redes, à consciencialização da informatização do cadastro destas redes como um principal suporte à própria gestão económica do sistema. Daqui advém, também, a necessidade de evolução do sistema para fazer face a determinados problemas dos utentes.

As vantagens de um sistema informatizado com carácter geográfico são numerosas, e que vão desde o controlo dos consumos dos utentes, à informação dos níveis nos reservatórios, às pressões na rede, à demografia de determinada zona e da sua evolução, até às rupturas nas rede, entre outras.

Descreve-se de seguida a metodologia utilizada no projecto desta comunicação, dando a conhecer o contributo dos Sistemas de Informação Geográfica no planeamento e gestão dos sistemas públicos de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, como um sistema capaz de permitir a actualização e organização constante da cartografia e do cadastro das redes a todos os níveis, dando ao Engenheiro ou Técnico, em gabinete ou em obra, um controlo global dos sistemas em causa.

3. METODOLOGIA

Com o objectivo de desenvolver um adequado sistema de cadastro de redes de infra-estruturas básicas num concelho, utilizou-se um sistema de informação geográfica com a tecnologia mais recente no mercado dos SIG, o *ArcInfo 8.1* da recente arquitectura *ArcGIS* da *ESRI (Environmental Systems Research Institute)*. Esta tecnologia *object oriented*, tem por base um modelo de dados *ArcFM Water* também designado por *ArcGis Water Model*, e cujas componentes, lhes são permitidas definir comportamentos e relações. Deste modo, é possível definir aos objectos do sistema de redes (válvulas, condutas, juntas cegas, colectores, entre outros), domínios, propriedades, regras e conexões. Este conjunto de dados é designado, pela *ESRI*, por *Geodatabase*.

Este estudo foi inicializado numa área piloto do concelho (sub-sistema), onde houve a necessidade de digitalizar o cadastro de redes à escala 1:1000, tendo por base as respectivas cartas topográficas. À rede produzida foi inserida informação alfanumérica e construídas regras de comportamento e de conectividade entre os elementos constituintes da rede, no *ArcInfo 8.1*. A rede e os respectivos órgãos da rede, foram digitalizados com a simbologia regulamentar para estes sistemas públicos e disponível no *ArcGis Water Model* (Figura 2).

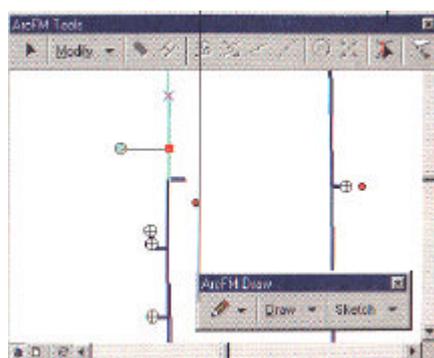


Figura 2: Edição de condutas no sistema de distribuição de água.

A construção de um sistema capaz de auxiliar o Engenheiro ou Técnico na tomada de decisões quanto ao melhor planeamento e gestão das redes de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, no SIG utilizado neste projecto, desenvolve-se em três fases, com os seguintes procedimentos descritos de seguida:

1ª Fase: Arquitectura e planeamento do modelo de dados

- Avaliação do sistema das redes públicas a implementar;
- Comparação do sistema das redes públicas com o modelo de dados do *ArcGIS Water Model*;
- Customização do modelo de dados do *ArcGIS Water Model* com uma ferramenta de UML (*Unified Modeling Language*), *Visio Enterprise*, criando um modelo lógico da dados;

2ª Fase: Construção da *Geodatabase* (Figura 3)

- Exportação do modelo UML para um repositório de dados *Microsoft*;
- Utilização de ferramentas *CASE* no *ArcInfo*, para geração da *Geodatabase*;
- Carregamento de dados na *Geodatabase*;

3ª Fase: Disponibilização da *Geodatabase*

- Criação de conexões na base de dados;
- Utilização de *Layers* para colocação de simbologia apropriada;
- Utilização de mapas para especificar determinadas tarefas dos sistemas públicos.

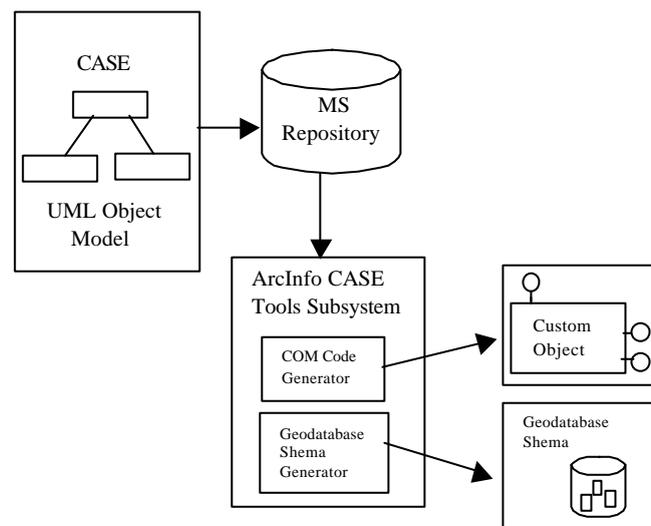


Figura 3: Utilização de ferramentas *CASE* no *ArcInfo* para geração de objectos *COM* e da *Geodatabase* [2].

O sistema de redes implantado com esta tecnologia, permite planear e gerir o cadastro da área piloto. É possível com este sistema geográfico, ter acesso a funcionalidades, tais como, a edição do cadastro mediante regras, o controlo de rupturas nas redes, a visualização de informação (alfanumérica, imagem, vídeo) em determinados pontos da rede, a execução de 'traces' no sistema, a visualização de perfis de troços da rede (Figura 4), entre outros.

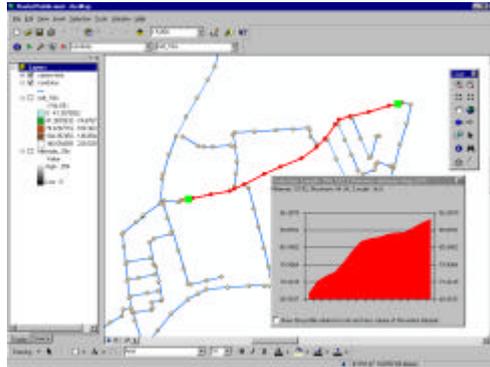


Figura 4: Visualização do perfil de um troço da rede de saneamento.

4. OS SIG NO APOIO À GESTÃO E PLANEAMENTO DOS SISTEMAS PÚBLICOS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA E DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS

O SIG, com funções de gestão e planeamento de redes de distribuição de água, de saneamento e pluvial, assenta numa base geográfica do cadastro digital das redes urbanas, e possui soluções adequadas ao estudo das mesmas, desde a modelação matemática à actualização/digitalização das redes de infra-estruturas básicas.

O modelo de dados utilizado no SIG, para a construção de redes de distribuição de água e de drenagem, possui uma estrutura das componentes que o constituem, que é adoptada pelas entidades gestoras destes sistemas. Para poder construir um sistema denominado válvula, tem que se definir determinados aspectos deste órgão, tais como:

- Tipo de válvula;
- Identificação da válvula;
- Diâmetro da válvula;
- Direcção de fecho da válvula;
- Número de voltas necessárias para o fecho da válvula;
- Estado da válvula (aberta/fechada);
- Estado normal da válvula (normalmente aberta/ normalmente fechada);
- Localização da válvula;
- Área municipal/freguesia onde está localizada;
- Fabricante da válvula.

A este sistema válvula, pode ser-lhe inculido determinado comportamento, como sendo neste exemplo, o controlo do fluxo na rede e a regra de que todas as válvulas conectam condutas.

A evolução dos SIG tem sido notória, desde o tradicional modelo geo-relacional de dados, onde os elementos geográficos são compostos por uma geometria e uma estrutura tabular de base de dados relacional, a um modelo SIG orientado por objectos, onde o comportamento de cada elemento geográfico está incorporado nos mesmos.

Torna-se, assim possível gerir e planear estes sistemas públicos de acordo com as normas [3] em uso e que fazem parte do regulamento obrigatório a cumprir aquando da

sua construção. Dando um exemplo, com o SIG pode-se cumprir informaticamente o artigo 24º (Implantação) no ponto 2, que diz que “As condutas da rede de distribuição devem ser implantadas em ambos os lados dos arruamentos, podendo reduzir-se a um quando as condições técnico-económicas o aconselhem, e nunca a uma distância de inferior a 0.80 m dos limites das propriedades” [3]. Desenvolvendo-se no SIG este regulamento, como sendo uma regra/comportamento do objecto conduta. O artigo 155º no ponto 1, que se prende com a localização das câmaras de visita, pode ser também construída como regra/comportamento do objecto câmara de visita no SIG, e que diz o seguinte: “É obrigatória a implantação de câmaras de visita:

- a) Na confluência dos colectores;
- b) Nos pontos de mudança de direcção, de inclinação e de diâmetro dos colectores;
- c) No alinhamentos rectos, com afastamento máximo de 60 m e 100 m, conforme se trate, respectivamente, de colectores não visitáveis ou visitáveis”[3].

As vantagens da entidade gestora dos sistemas de redes, em possuir uma tecnologia SIG com as características mencionadas nesta comunicação, são as seguintes:

- Permissão de uma visualização geográfica dos sistemas de redes de distribuição de água e de drenagem de águas residuais;
- Permissão de uma melhor compreensão da engenharia das redes e dos seus problemas;
- Utilização da última tecnologia do mercado na construção do modelo de dados *object oriented*;
- Utilização de uma plataforma potente para dar soluções aos serviços das redes mencionadas;
- Permissão da existência de uma maior eficiência operacional e de benefícios económicos à entidade gestora;
- Possibilidade de customização e expansão do modelo de dados utilizado;
- Integração com outros sistemas, de gestão de clientes, de modelação hidráulica, entre outros.

5. EVOLUÇÃO DO TRABALHO DESENVOLVIDO

A consciencialização de disponibilizar a rede construída no projecto, pelos utentes da mesma, foi de extrema primazia, desenvolvendo-se com a rede piloto, um site local capaz de servir de protótipo a um site que será disponível posteriormente na *internet/intranet*.

Pretende-se, a posteriori, que este site disponibilizar ao utente serviços *on-line*, desde a possibilidade do utente colocar a sua queixa no sistema, à colocação da informação ao piquete de serviço, de que houve uma ruptura no sistema e que precisa urgentemente de reparação. O utente para aceder a este serviço, deverá entrar na área geográfica de ocorrência a reclamar e optar pelo serviço necessário anotando a sua queixa. Do lado da entidade gestora do serviço, haverá uma gestão cuidada de encaminhamento das reclamações dos utentes.

Pretende-se, também, ligar este sistema a sistemas externos de gestão de *stocks*, sistemas de atendimento de plantas de localização, sistemas de modelação hidráulica, entre outros.

6. CONCLUSÃO

É um facto que a entidade gestora das redes de distribuição de água e de drenagem de águas residuais faz a gestão dos segmentos da rede de formas diferentes, em tempos diferentes, e por pessoas também diferentes. Isso é notório no exemplo que se segue.

Quando duas secções de condutas, devem ser unidas por uma junta para um novo troço de construção da rede, e as características físicas dos segmentos de cada conduta são idênticos, a maior parte dos engenheiros considera-as como sendo um único segmento. Por outro lado, quando são ligadas duas condutas de épocas diferentes com o mesmo diâmetro mas de materiais diferentes, consideram dois segmentos diferentes de condutas [1].

É por isso que a necessidade de gerir um sistema de redes públicas deverá passar por uma solução SIG, cujo sistema é capaz de auxiliar o Engenheiro ou Técnico, no planeamento e gestão das redes com a vantagem de ter a componente geográfica associada e um modelo de dados com características específicas e regulamentadas para modelar os sistemas de redes públicas.

São sistemas como este, que permitirão um melhor planeamento e gestão das redes de distribuição de água e de drenagem de águas residuais, trazendo a todos os níveis, melhorias de qualidade de vida aos utentes e económicas às entidades gestoras, abrindo portas a um desenvolvimento mais sustentável.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] *ArcFM Water: AM/FM/GIS for Water Utility Systems*, ESRI White Paper, New York, April 2000.
- [2] *Inside ArcFM Water*, ArcFM 8/ArcGIS Book, ESRI, Redlands, 2000.
- [3] Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais, Lisboa, Abril 1998.