



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS

III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
(SILUBESA)

TEMA 1
SISTEMA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

UM SISTEMA DE INFORMATIZAÇÃO DO CADASTRO DE INFRAESTRUTURAS
DE SANEAMENTO BÁSICO

EDUARDO RIBEIRO DE SOUSA

Doutor em Enga. Civil. Prof. Associado do I.S.T.. Consultor da Hidroquatro,
Consultores de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Lda..

ULISSES LAGES DA SILVA

Eng^o Civil Hidroquatro, Consultores de Hidráulica, Recursos
Hídricos e Ambiente, Lda..

JOSÉ ANTÓNIO PESTANA

Finalista de Enga. Civil. Hidroquatro, Consultores de Hidráulica, Recursos
Hídricos e Ambiente, Lda..

RESUMO

Os mapas de cadastro de infraestruturas de saneamento básico (distribuição de água potável, águas residuais comunitárias e pluviais) constituem elementos fundamentais para as actividades de planeamento e exploração de qualquer entidade gestora deste tipo de serviço.

Em Portugal, estes mapas de cadastro são tradicionalmente elaborados e actualizados manualmente, com base em levantamentos aerofotogramétricos às escalas 1/1000 ou 1/2000. Verifica-se que este procedimento, em geral, conduz a um consumo exagerado de tempo e que a sua actualização nem sempre é feita em tempo oportuno.

Recentemente, com a introdução no mercado dos modernos microcomputadores e a viabilidade de aplicação de tecnologias de projecto assistido por computador ("CAD"), com potencialidades cada vez mais avançadas, a custos perfeitamente compatíveis com as capacidades financeiras dos municípios portugueses, novas perspectivas inovadoras se abrem para que os mapas de cadastro possam ser feitos e actualizados informaticamente.

A presente comunicação tem por objectivo divulgar um sistema baseado nesta tecnologia, inovadora em Portugal, que os autores têm vindo a desenvolver e a aplicar a alguns municípios portugueses.

1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de sistemas de computação gráfica na década de 70 permitiu que se abrissem perspectivas, pela primeira vez, aos engenheiros e aos técnicos de planeamento para que a cartografia pudesse ser informatizada, a qual constitui um elemento de base fundamental no desenvolvimento das tarefas diárias de gestão técnica municipal.

No âmbito dos sistemas de saneamento básico (abastecimento de água, águas residuais e pluviais), para além da cartografia ou representação gráfica da base de informação geográfica (lotes edificações, arruamentos, zonas verdes, linhas de água, etc.), é essencial que esta informação seja completada com a localização física dos diferentes elementos e órgãos dos sistemas (cartas de cadastro).

Assim, no caso dos sistemas de distribuição de água são essenciais, por exemplo, a localização das tubagens, das válvulas de seccionamento e de outro tipo, dos reservatórios, das estações elevatórias, etc., enquanto que para os sistemas de águas residuais e pluviais há que localizar as caixas de visita, os colectores e os interceptores em planta, as sargetas e os sumidouros, as estações elevatórias, etc..

Para além da representação gráfica referida, torna-se essencial, ainda, que as cartas contenham a adequada informação alfanumérica, designada usualmente por atributos. Citam-se como exemplos destes atributos, as designações dos arruamentos, os números de polícia, as características das tubagens de uma rede de águas (diâmetros e natureza do material), o tipo de reservatório (número de células, capacidade, cotas de soleira, etc.), as características dos colectores de águas residuais (diâmetros, declives e comprimentos).

Por outro lado, para além das características cuja colocação é aceitável sob o ponto de vista gráfico, existem as restantes características de cada elemento ou órgão das infraestruturas de saneamento básico, as quais são organizadas e estruturadas numa base de dados alfanumérica.

Com o conjunto das bases de dados gráfica e alfanumérica é possível executar uma vasta gama de funções de consulta, alteração e exploração, através de operações relacionais, as quais são, em muitos casos, inacessíveis caso se pretendam levar a efeito por um procedimento manual ou exigem, caso contrário, um número significativo de homens-hora.

E evidente que ao tentar-se aplicar, há uns anos, esta tecnologia no âmbito municipal em Portugal, o primeiro aspecto fundamental a ter em conta era o elevado custo da configuração em "hardware" em que se baseavam os sistemas de projecto assistido por computador ("Computer Aided Design") necessária ao desempenho desta tarefa,

porque apenas estavam disponíveis em sistemas de grande e médio porte (computadores do tipo "mainframe" ou minicomputadores). Para além disso, a utilização eficaz destes sistemas exigia um treinamento intensivo dos quadros técnicos, devido aos procedimentos envolvidos e complexidade inerente aos sistemas utilizados.

No entanto, com a introdução, nos anos 80, dos recentes microcomputadores, cada vez mais a preços compatíveis com as capacidades financeiras dos municípios do nosso País, e das potencialidades oferecidas pelos sistemas de projecto assistido por computador baseados nestes microcomputadores, novas perspectivas se abriram, tornando possível o desenvolvimento de soluções inovadoras para a resolução dos casos específicos de cada autarquia. É de salientar que, em aplicações deste tipo, mais importante do que a configuração em "hardware" necessária é o correspondente "software" de aplicações que serve de suporte ao desenvolvimento da informatização do cadastro das infraestruturas (bases de dados gráfica e alfanumérica).

O sistema INFORCAD/H4, sigla abreviada para INFORmatização do CADastro de infraestruturas municipais, é um sistema desenvolvido na HIDROQUATRO por técnicos nacionais, utilizando uma tecnologia de ponta, o qual se destina a ser instalado em microcomputadores IBM AT ou da nova geração IBM PS/2, ou compatíveis. O sistema INFORCAD/H4 é particularmente orientado e vocacionado para ser utilizado em autarquias locais em Portugal.

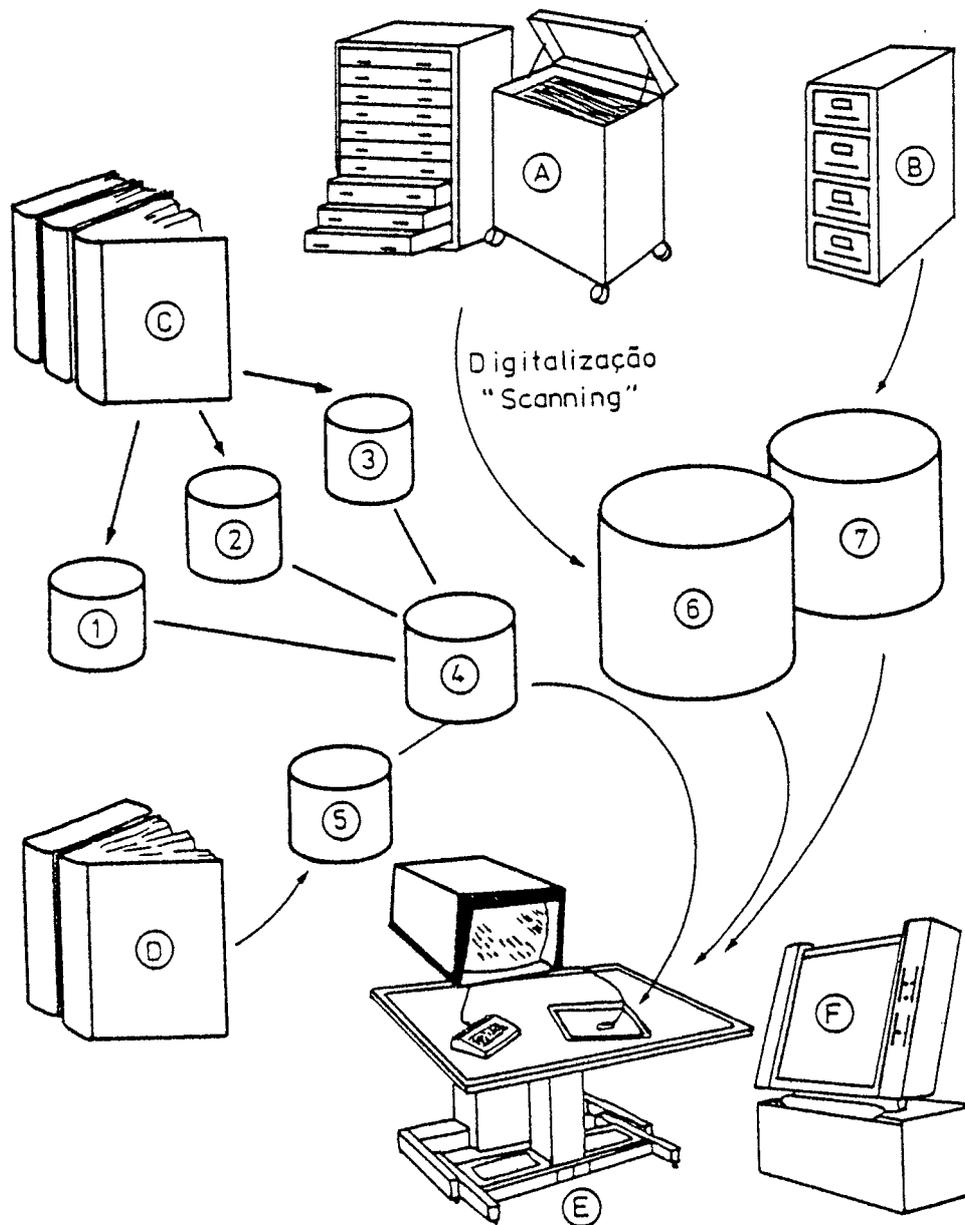
2. SISTEMA DE CADASTRO INFORMATIZADO INFORCAD

Em comunicações divulgadas noutras reuniões técnicas, os autores (RIBEIRO DE SOUSA e SILVA 1987 a 1987 b) apresentaram os princípios de desenvolvimento da informatização do cadastro de infraestruturas de saneamento básico, cujos procedimentos de automatização se sistematizam na Figura 1. Como se referiu no capítulo precedente, um sistema deste tipo, em termos gerais, agrupa, por um lado, uma base de dados gráfica e, por outro, uma base de dados alfanumérica, interligadas entre si segundo uma correspondência biunívoca. O sistema INFORCAD/H4 segue esta estruturação, fazendo-se, em seguida, uma descrição breve das potencialidades.

2.1 - ASPECTOS FUNCIONAIS

O sistema INFORCAD/H4 permite, sob o ponto de vista funcional, que possam ser cumpridas as seguintes operações:

- * Implantação gráfica das infraestruturas de abastecimento de água, águas residuais e pluviais, sobre uma base de informação geográfica.
- * Identificação rápida dos órgãos que constituem os siste-



- | | |
|--|---|
| A - Base de informação geográfica e cadastro das infraestruturas | 1 - Biblioteca de letras |
| B - Características dos órgãos dos sistemas/dados de operação | 2 - Biblioteca de símbolos |
| C - Práticas de execução do cadastro (simbologia e atributos) | 3 - Biblioteca de blocos |
| D - Procedimentos de execução do cadastro (rotina e controle) | 4 - "Menus" |
| E - Microcomputador (CPU, teclado, digitalizadora, cursor e monitores) | 5 - Biblioteca de comandos do utilizador |
| F - Traçador de gráficos ("plotter") | 6 - Ficheiros digitais dos mapas de cadastro |
| | 7 - Ficheiros digitais das características dos órgãos/dados de operação |

Fig. 1 - Automatização do processo de informatização do cadastro.

mas (tubagens, válvulas de seccionamento, bocas de incêndio, reservatórios, colectores, caixas de visita, etc.).

- * Sobreposição das diferentes infraestruturas (existentes ou projectadas), isoladamente ou em conjunto, com a base de informação geográfica, de forma a constituir cartas de cadastro completas.
- * Incorporação nas cartas de cadastro dos atributos dos órgãos que constituem os sistemas, com a possibilidade de descrição das correspondentes características (diâmetro, natureza do material e comprimento dos troços, ano de instalação, etc.).
- * Visualização das cartas de cadastro, da esquematização pormenorizada dos reservatórios, estações elevatórias ou sobrepessoras num monitor a cores ou o respectivo traçado gráfico em "plotter" ou em impressora com capacidades gráficas.
- * Consulta, actualização e exploração permanente e interligada da base de dados gráfica (cartas de cadastro) e alfanumérica.
- * Possibilidades de simulação do funcionamento hidráulico das infraestruturas de abastecimento de água, águas residuais e pluviais.

Na Figura 2 apresenta-se um extracto de uma carta de cadastro, produzida à escala 1/1000 e correspondente a uma zona de um município limítrofe do de Lisboa, incluindo a rede de distribuição de água, obtido, neste caso, numa impressora "laser" com uma resolução de 300 dpi ("dots per inch"). Em complemento, apresenta-se na Figura 3 uma representação tridimensional de um extracto da mesma carta de cadastro, apenas na componente de edificações; esta figura tem um objectivo estritamente ilustrativo, uma vez que as alturas dos edifícios são fictícias, destinando-se a mostrar uma das potencialidades adicionais do sistema INFORCAD/H4.

2.2 - BASE DE DADOS GRAFICA

No sistema INFORCAD/H4, a base de dados gráfica (base de informação geográfica, infraestruturas de abastecimento de água, águas residuais e pluviais) compreende as cartas de cadastro concelhias (a uma mesma escala ou a escalas diferentes, consoante se tratem de zonas urbanas ou rurais - usualmente são utilizadas as escalas 1/1000 e/ou 1/2000), e os esquemas pormenorizados dos reservatórios, estações elevatórias e sobrepessoras, no caso dos sistemas de distribuição de água, e estações elevatórias ou obras especiais, no caso dos sistemas de drenagem de águas residuais e pluviais.

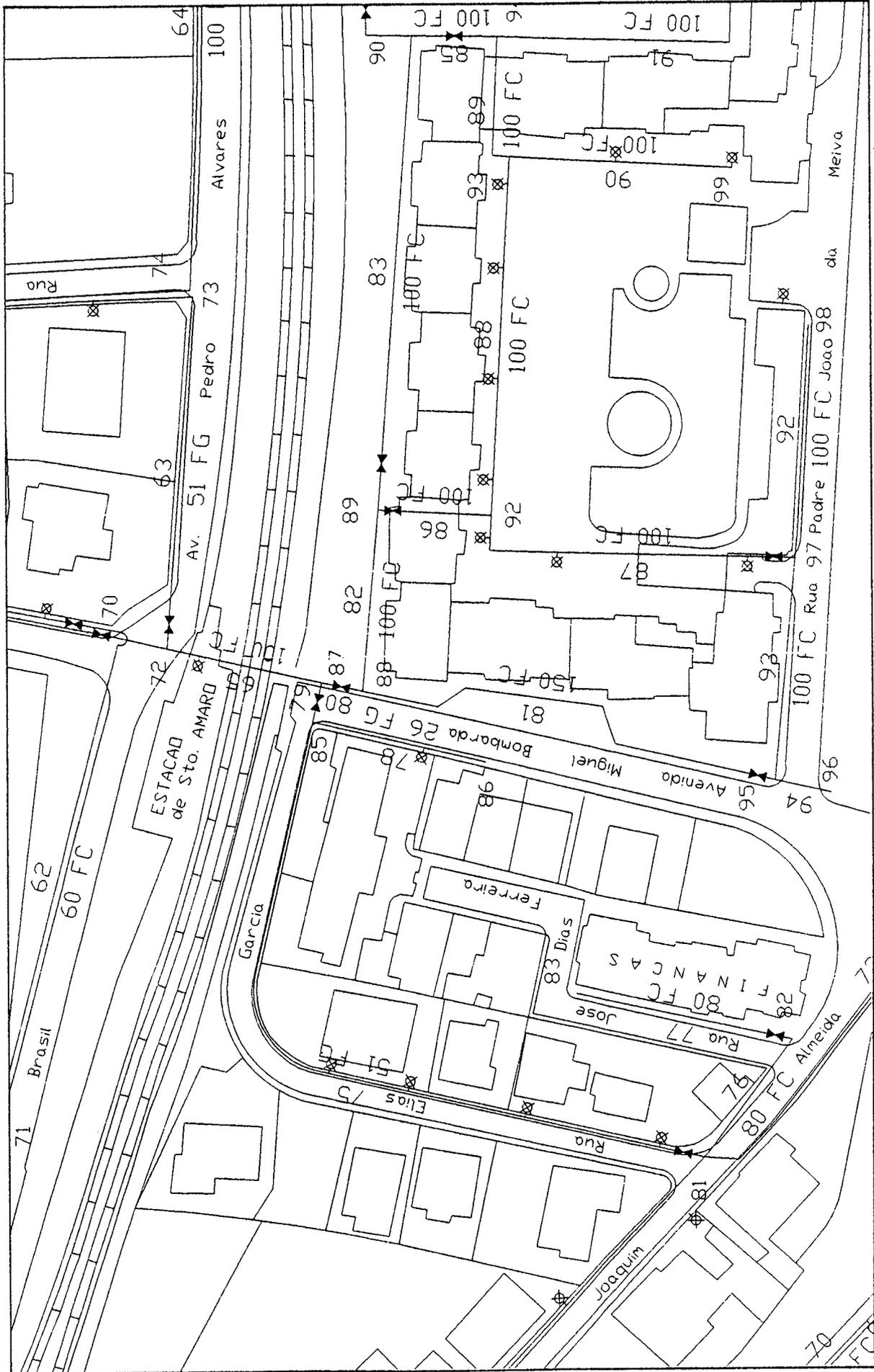


Fig. 2 - Extracto de uma carta de cadastro de uma rede de distribuição de água obtida pelo sistema INFORCAD/H4 numa impressora "laser".

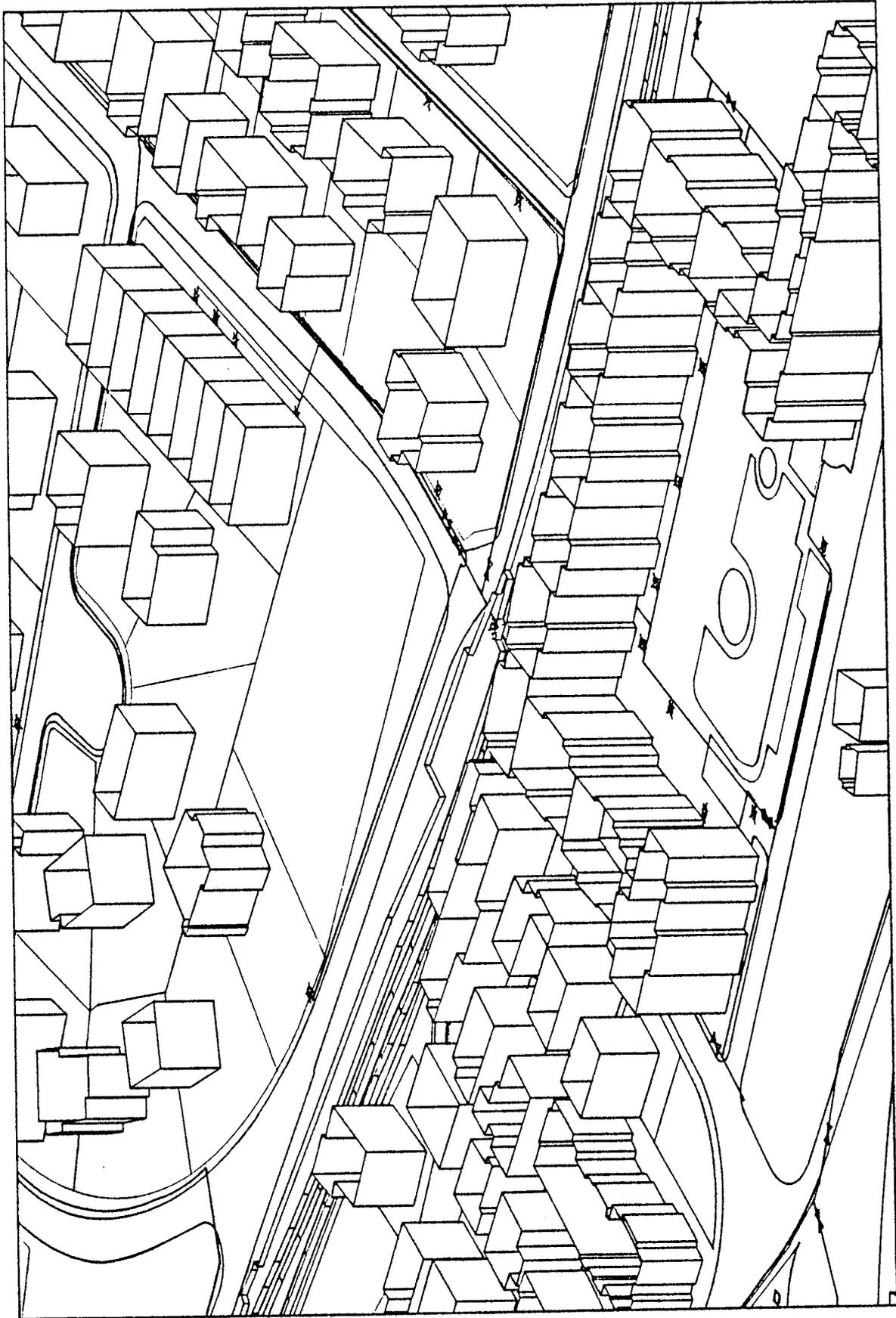


Fig. 3 - Representação tridimensional de um extracto de uma carta de cadastro de uma rede de distribuição de água obtida pelo sistema INFORCAD/H4 num traçador de gráficos.

A base de dados gráfica é concebida por camadas, agrupando cada uma delas informação do mesmo tipo e sendo o seu número ilimitado. Assim, as diferentes camadas existentes incluem, por exemplo, elementos sobre os arruamentos, os lotes, os jardins, as linhas de água, a rede de distribuição de água, a rede de drenagem de águas residuais e pluviais, etc..

Este tipo de concepção da base de dados gráfica permite, a qualquer momento, a visualização apenas da informação necessária ao utilizador; assim, é possível tornar invisível no monitor todo o grafismo desnecessário, o que simplifica a leitura, sem que, contudo, a informação tenha de ser eliminada da base de dados.

No sistema INFORCAD/H4, a base de dados gráfica é explorada por "menus" específicos residentes no monitor ou por actuação directa nas componentes gráficas em análise através da mesa digitalizadora. Este tipo de organização torna o sistema INFORCAD/H4 muito eficaz e "amigável".

Estes "menus", cuja configuração varia em função do tipo de utilização da base de dados gráfica, permitem, por exemplo, ampliar e/ou deslocar a zona em análise de uma dada carta de cadastro; activar ou desactivar as diferentes camadas da base de dados gráfica; colocar, alterar ou eliminar órgãos dos sistemas de distribuição de água, águas residuais ou pluviais (tubagens, colectores, válvulas, bocas de incêndio, caixas de visita, sarjetas, etc.); colocar, alterar e eliminar atributos de natureza não gráfica que reflectem as principais características dos órgãos do sistema e, ainda, as designações dos arruamentos ou outro tipo de informação descritiva que se pretenda que esteja contida na carta de cadastro.

No Quadro 1 apresenta-se, a título ilustrativo, um extracto da hierarquia de "menus" de monitor do sistema INFORCAD/H4, neste caso relativo ao conjunto de comandos de actualização da rede de águas, por via da base de dados gráfica.

Por outro lado, dada a interactividade existente no sistema INFORCAD/H4 entre a base de dados alfanumérica e gráfica, é assegurada, automaticamente, uma coerência total da informação referente a todo o sistema.

2.3 - BASE DE DADOS ALFANUMÉRICA

No sistema INFORCAD/H4, a base de dados alfanumérica compreende um conjunto de tabelas, as quais podem ser classificadas, segundo o tipo de informação que contém, em dois grandes grupos.

O primeiro compreende, para todos os elementos e órgãos dos sistemas (águas, águas residuais e pluviais), as características físicas desses mesmos órgãos (por exemplo, para uma válvula de suspensão o seu número de código, o diâmetro nominal, o tipo de vál-

vula, o ano de instalação, o fabricante, o fornecedor, o modelo, etc.). O segundo grupo compreende, para certos tipos de órgãos dos sistemas, as condições de operação e manutenção dos mesmos (por exemplo, para uma tubagem da rede de águas as roturas que ocorreram e as datas respectivas).

No sistema INFORCAD/H4, a base de dados alfanumérica é do tipo relacional, o que lhe confere enormes potencialidades, sendo a sua capacidade praticamente ilimitada e particularmente bem adaptada em relação às necessidades da gestão técnica no âmbito das Câmaras Municipais e Serviços Municipalizados.

A base de dados alfanumérica, cuja exploração é feita por "menus" interactivos e hierarquicamente organizados, permite obter informação sobre as características físicas e condições de operação e manutenção dos órgãos dos sistemas de abastecimento de água, águas residuais e pluviais, a qualquer nível de complexidade.

O acesso à informação, em particular nas actividades que se destinam à sua alteração, é protegido por um sistema de palavras chave; assim, é garantida a segurança do sistema.

A medida das necessidades do utilizador do sistema INFORCAD/H4, a exploração da base de dados produz relatórios (ou tabelas) no monitor ou numa impressora, associados, se pretendido, à visualização gráfica simultânea da informação da carta de cadastro.

Nestas condições, o utilizador do sistema INFORCAD/H4 pode pretender, por exemplo, seleccionar, numa dada carta de cadastro, quais as tubagens de diâmetros compreendidos entre 60 e 100 mm, cujo ano de instalação é posterior a 1978, e simultaneamente visualizá-las a uma cor diferente das restantes, no monitor.

Idêntico procedimento pode ser seguido para todos os tipos de órgãos dos sistemas. Isto quer dizer que, desta forma, as cartas de cadastro podem ser visualizadas representando as características relevantes para o utilizador, omitindo, se desejado, a informação não necessária à consulta pretendida.

Uma outra particularidade interessante, sob o ponto de vista de apoio à exploração de um sistema de distribuição de água, é a possibilidade do utilizador poder interrogar sobre as válvulas de suspensão que devem ser fechadas, caso se verifique uma rotura numa dada tubagem.

2.4 - INTERACTIVIDADE DO SISTEMA INFORCAD

O sistema INFORCAD/H4 foi concebido de forma a poder ser estabelecido um diálogo amigável com o utilizador. Enquanto que a base de dados alfanumérica é explorada através de "menus" interactivos e hierarquicamente organizados, a base de dados gráfica é explorada por "menus" específicos no monitor ou directamente por

actuação nas componentes gráficas visualizadas.

Assim sendo, o sistema INFORCAD/H4 é realmente um instrumento de trabalho dos técnicos municipais, sem que lhes seja exigida uma formação informática. No entanto, trata-se de um sistema que dispõe de todas as potencialidades e que se caracteriza por um rigor de um programa informático profissional.

2.5 - CONFIGURAÇÃO EM MEIOS INFORMATICOS

Dada a forma como foi concebido, o tipo de "software" que lhe está subjacente e o sistema operativo utilizado, o sistema INFORCAD/H4 deve ser classificado como independente do "hardware", uma vez que pode ser instalado na maior parte dos microcomputadores pessoais actualmente existentes no mercado, desde que estes se alinhem pelo padrão dos chamados IBM compatíveis.

Desta forma, a flexibilidade de escolha do equipamento é muito grande, não ficando as Câmaras Municipais ou Serviços Municipalizados dependentes desta ou daquela marca de equipamento. Além disso, dadas os inúmeros tipos e marcas de periféricos suportados pelo sistema, esta flexibilidade vem fortemente acrescida.

Nas suas linhas gerais, a configuração requerida deverá compreender uma unidade de CPU, com uma unidade de disco rígido e uma unidade de disquetes, um teclado, um monitor monocromático (alfa-numérico) e outro policromático (gráfico), uma vez que na sua plenitude o sistema está concebido para operar em ambiente de duplo monitor, uma mesa digitalizadora (para digitalização das cartas de cadastro e operação dos comandos de "menus"), um traçador de gráficos e uma impressora de relatórios.

Dependendo da eficácia de processamento e da qualidade de representação gráfica pretendidas (dimensões, resolução e número de cores do monitor), a configuração referida corresponde a um investimento que se pode situar entre os 3 000 e os 6 000 contos.

O sistema INFORCAD/H4 pode ser instalado em microcomputadores do tipo IBM-AT ou IBM PS/2 ou compatíveis (o sistema foi inicialmente desenvolvido num SPERRY/UNISYS PC IT), sendo a especificação dos meios informáticos, nas suas linhas gerais, a seguinte:

- * Sistema operativo: MS-DOS ou PC-DOS (versão 3.x).
- * Memória RAM: mínimo de 640 Kb.
- * Unidade de disco rígido: a capacidade depende da aplicação, mas um mínimo de 40 Mb é recomendável.
- * Unidade de disquetes: 5 1/4" e/ou 3,5".
- * Processador: 80286 ou 80386 da Intel.

- * Coprocessador matemático: 80287 ou 80387 da Intel.
- * Monitores: um policromático (no mínimo com uma resolução de 640x350, ou seja, do tipo EGA "Enhanced Graphics Adapter") e outro monocromático; existe uma vasta gama de monitores no mercado e respectivos controladores que são compatíveis com o sistema INFORCAD/H4, nomeadamente com uma melhor resolução.
- * Mesa digitalizadora: depende do pretendido, sendo a configuração mínima indispensável a de formato A3; existe uma vasta gama de digitalizadoras no mercado que são compatíveis com o sistema INFORCAD/H4.
- * Traçador de gráficos ("plotter"): para o tipo de aplicação em causa é necessário um formato mínimo A1, sendo recomendável o formato A0; existe uma vasta gama de traçadores no mercado que são compatíveis com o sistema INFORCAD/H4.
- * Impressora de relatórios do tipo corrente (80/132 colunas), com ou sem capacidades gráficas, ou, se pretendido, do tipo "laser".

REFERENCIAS

- RIBEIRO DE SOUSA, E.A.; SILVA, U.L. 1987a - Informatização do Cadastro de Sistemas de Saneamento Básico em Microcomputador no Ambito da Gestão Municipal. 2o. Encontro Nacional dos Distribuidores de Agua. Braga.
- RIBEIRO DE SOUSA, E.A.; SILVA, U.L. 1987b - Cadastro de Sistemas de Saneamento Básico. Sua Informatização em Microcomputador no Ambito Municipal. Encontro Nacional de Saneamento Básico/87. Matosinhos.