



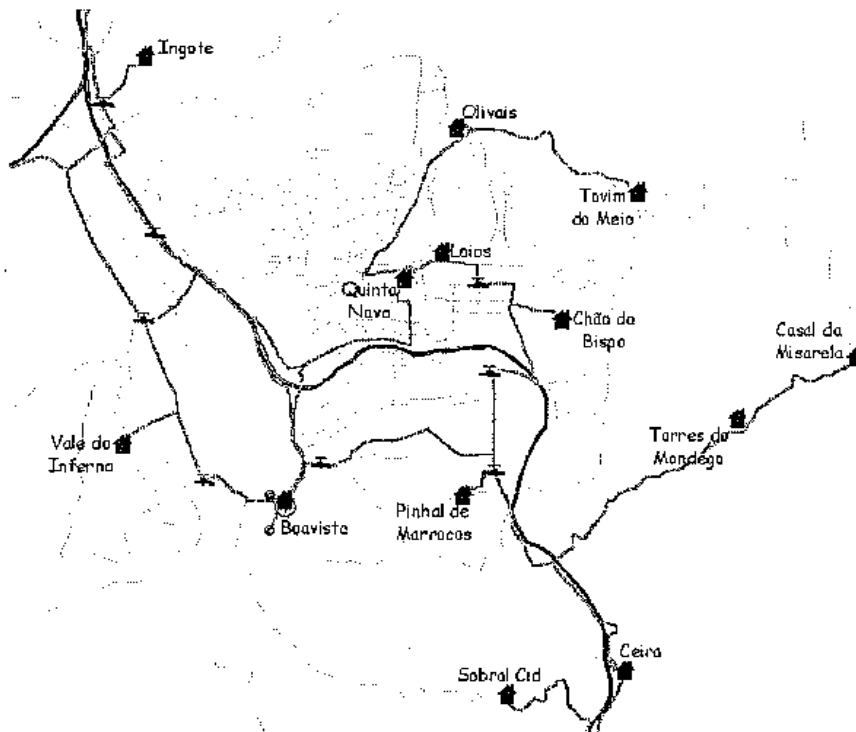
UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Planeamento e Gestão de Sistemas de Abastecimento de Água com Recurso à Tecnologia dos SIG

Desenvolvimento de um Protótipo de Sistema Espacial de Apoio à Decisão (SEAD)
e Aplicação a uma Rede Urbana

por

Ana Cristina Rocha Simão



Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil
- Especialização em Hidráulica e Recursos Hídricos -

Coimbra
2000



Resumo

A crescente evolução dos consumos de água, a consciencialização social de que a água deixou de ser um bem gratuito para se revestir de um valor precioso e a cada vez mais reivindicativa posição dos consumidores no que respeita ao serviço de distribuição de água têm fomentado a necessidade de inovar e modernizar a gestão dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAA).

Neste contexto, o recurso às modernas tecnologias de informação afigura-se inevitável. Só com base nestas é possível ultrapassar a limitada capacidade humana para gerir informação e melhorar os níveis de rapidez na compreensão dos problemas e previsão dos impactes subsequentes a uma tomada de decisão.

A presente dissertação descreve o desenvolvimento de um protótipo de Sistema Espacial de Apoio à Decisão (SEAD) interactivo especialmente concebido para apoiar tarefas de planeamento e gestão de SAA.

O SEAD inclui três componentes principais: um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) que guarda a informação alfanumérica indispensável à exploração, manutenção, planeamento e gestão de SAA (ficheiros de consumidores e dados de exploração); um Sistema de Informação Geográfica (SIG) responsável pela gestão da informação cartográfica (cartografia local e cadastro do SAA) e pela integração da informação alfanumérica com a respectiva componente espacial (permitindo, por exemplo, visualizar a distribuição espacial das roturas da rede ocorridas na última semana); um Sistema de Apoio à Decisão (SAD) que tem por objectivo apoiar tomadas de decisão racionais e transparentes.

A utilidade e o interesse do SEAD desenvolvido são, posteriormente, demonstrados através de um caso de estudo de contornos reais. O problema em questão é o da selecção da “melhor” alternativa de expansão do actual SAA da cidade de Coimbra para abastecer um loteamento a criar na *Quinta da Portela*.

A “melhor” alternativa é sugerida por um dos métodos de apoio à decisão disponíveis no SAD, após a avaliação do desempenho de cada alternativa potencial num conjunto de critérios de decisão. Sempre que possível, essa avaliação é efectuada com recurso às capacidades de análise espacial e cruzamento de informação do SIG. Os resultados são apresentados no espaço dos objectivos e no espaço das soluções.

Palavras Chave:

Sistemas de Abastecimento de Água (SAA), Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Apoio à Decisão, Avaliação Multicritério.

Índice do texto

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO	1
I.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
I.2 OBJECTIVOS DO TRABALHO.....	2
I.3 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO.....	3

CAPÍTULO II

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM PORTUGAL	5
II.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	5
II.2 ENQUADRAMENTO INSTITUCIONAL E LEGISLATIVO.....	6
II.2.1 O período anterior a 1974.....	6
II.2.2 O período posterior a 1974.....	7
II.2.3 A integração na União Europeia.....	9
II.2.4 A situação presente.....	10
II.3 CARACTERIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	12
II.3.1 A informação disponível.....	12
II.3.2 Índice de atendimento.....	13
Evolução temporal.....	14
Comparação com a Europa dos 12.....	16
Distribuição geográfica.....	16
II.3.3 Qualidade do serviço prestado.....	19
Evolução temporal.....	19
Distribuição geográfica.....	20
II.3.4 Quantidade de água distribuída.....	20
Volumes de água.....	22
Capitações.....	25
II.3.5 Qualidade da água distribuída.....	25

II.4	CARACTERIZAÇÃO DOS SAA	28
II.4.1	Dimensão dos SAA	28
II.4.2	Património	30
II.4.3	Estado de conservação.....	30
II.4.4	Tipo de operação	31
II.4.5	Formas de manutenção.....	31
II.5	CARACTERIZAÇÃO DAS ENTIDADES GESTORAS.....	32
II.5.1	As soluções institucionais	33
	Serviços Municipais.....	33
	Serviços Municipalizados	34
	Concessões Municipais.....	34
	Empresas Municipais.....	35
	As fórmulas de gestão implementadas.....	35
II.5.2	Recursos humanos	38
II.5.3	Tarifas praticadas	40
II.6	SÍNTESE.....	41

CAPÍTULO III

ANÁLISE DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	43	
III.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	43
III.2	DIMENSÃO TEMPORAL.....	44
III.3	SUPORTE FÍSICO.....	45
III.4	OS AGENTES INTERVENIENTES.....	47
III.5	A ESTRUTURA FUNCIONAL DA ENTIDADE GESTORA	48
III.5.1	Atendimento de clientes	49
	Contratação	50
	Facturação.....	50
	Controlo da qualidade de serviço prestado	51
	Reclamações	51
III.5.2	Administração do cadastro	52
	Gestão da informação das infra-estruturas.....	52
	Exploração do sistema de gestão de dados	52
III.5.3	Planeamento e concepção.....	53
	Garantia da capacidade produtiva da rede	53
	Planeamento de novas redes	54
	Avaliação do risco de incumprimento de limiares	54
III.5.4	Gestão de projectos e obras	55
	Gestão de projectos.....	55
	Gestão de obras.....	55
III.5.5	Operação e exploração	56
	Supervisão e controlo do funcionamento da rede	56

Manutenção preventiva	57
Gestão de manobras	57
Gestão de avarias.....	58
Gestão de contingências e riscos.....	58
Projectão das necessidades de água a curto prazo	59
III.5.6 Utilização eficiente do recurso.....	59
Medição, controlo e detecção de zonas de baixa eficiência	60
Ordenação sectorial da rede	60
Intervenções com vista à correcção da baixa eficiência	60
III.5.7 Garantia e manutenção do sistema de qualidade.....	61
III.5.8 Gestão administrativa	61
III.6 OS DADOS ENVOLVIDOS NA GESTÃO DE UM SAA.....	62

CAPÍTULO IV

SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E SUA UTILIZAÇÃO NO SECTOR DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....

IV.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	65
IV.2 DEFINIÇÃO DE SISTEMA DE INFORMAÇÃO (SI)	66
IV.3 TIPOS DE SI.....	67
IV.3.1 Sistemas de Gestão de Base de Dados.....	68
Definição	68
Vantagens dos SGBD.....	68
Tipos de SGBD	69
Os SGBD espaciais	70
IV.3.2 Sistemas de Informação Geográfica	71
Definição	71
Os SIG e os outros SI	72
As componentes funcionais de um SIG.....	72
Algumas limitações dos SIG	73
A nova geração de SIG: os SIG abertos	74
A caminho da “interoperabilidade”	74
IV.3.3 Sistemas de Apoio à Decisão.....	76
O conceito de apoio à decisão	76
Definição de SAD	76
A arquitectura de um SAD	77
Os métodos de apoio à decisão.....	77
IV.3.4 Sistemas Periciais	78
Definição de SP.....	78
Campos de aplicação.....	78
IV.4 A UTILIZAÇÃO DE SI PELAS ENTIDADES GESTORAS.....	79
IV.4.1 Os estádios iniciais	79

IV.4.2	O aparecimento dos SIG.....	79
IV.4.3	Um modelo integrado de SI para o planeamento e gestão de SAA	82
IV.4.4	Relatos da utilizações de SI por parte de entidades gestoras	85
	A experiência portuguesa.....	86
	<i>O SI integrado de gestão da EPAL, S.A.</i>	86
	A experiência internacional	89
	<i>Aplicações desenvolvidas em SIG para a gestão operacional de SAA</i>	89
	<i>Referências a desenvolvimentos integrados para o planeamento e gestão de SAA</i>	90
IV.5	O CONCEITO DE SISTEMA ESPACIAL DE APOIO À DECISÃO.....	91
IV.5.1	Características de um SEAD	91
IV.5.2	Os desafios colocados pelos SEAD.....	92
IV.5.3	Desenvolvimentos de SEAD	93
IV.5.4	O caso particular dos SIGP.....	93
IV.6	SÍNTESE.....	95

CAPÍTULO V

DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE SI PARA O PLANEAMENTO E GESTÃO DE

SAA	97	
V.1	NOTA INTRODUTÓRIA	97
V.2	METODOLOGIA ADOPTADA.....	98
V.3	CONCEPÇÃO GLOBAL DO SI.....	98
V.3.1	Objectivos fundamentais	99
V.3.2	Arquitectura técnica	99
V.3.3	Arquitectura funcional.....	100
V.4	LANÇAMENTO DO PROJECTO	100
V.4.1	Seleção do equipamento informático.....	100
	<i>Hardware</i>	101
	<i>Software</i>	101
	<i>SIG</i>	101
	<i>SGBD</i>	102
	<i>SAD</i>	103
V.4.2	Aprendizagem dos <i>softwares</i>	103
V.4.3	Identificação do caso de estudo.....	104
	O município de Coimbra e o seu SAA.....	104
	Delimitação da área de estudo	105
V.5	DESENVOLVIMENTO DA ARQUITECTURA FUNCIONAL.....	105
V.5.1	Criação da base de dados geográfica.....	105
	O modelo conceptual	106
	O modelo lógico.....	107
	<i>O modelo entidade-relacionamento</i>	107
	<i>O modelo lógico da base de dados geográfica</i>	108

O modelo físico	113
<i>Implementação da base de dados alfanumérica</i>	113
<i>Implementação da base de dados cartográfica</i>	120
<i>A integração de ambas as bases de dados</i>	128
V.5.2 Criação do SAD	130
A base de métodos do SAD	131
<i>Métodos multicritério</i>	131
<i>Métodos de normalização</i>	142
<i>Métodos de filtragem prévia</i>	144
O interface com o utilizador	144
<i>Edição da matriz de decisão</i>	145
<i>Edição dos pesos dos critérios</i>	146
<i>Operacionalização da base de métodos</i>	147
Comparação de alternativas	148
<i>Gráficos de barras</i>	150
<i>Caminhos de valor</i>	151
<i>Diagrama de radar</i>	153

CAPÍTULO VI

DESENVOLVIMENTO DE FUNÇÕES ESPECÍFICAS	155
VI.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	155
VI.2 ROTINAS IMPLEMENTADAS EM 4 TH DIMENSION®	156
VI.2.1 Criação de históricos de informação	156
VI.2.2 Gestão de <i>stocks</i>	158
VI.2.3 Emissão de facturas	161
VI.2.4 Produção de relatórios-síntese	163
VI.3 FUNÇÕES DESENVOLVIDAS NO ARCVIEW®	165
VI.3.1 Criação de saídas gráficas expeditas	165
VI.3.2 Localização de clientes	165
O procedimento geocodificação	166
<i>As facilidades disponibilizadas</i>	167
<i>As limitações do procedimento</i>	168
Localização com base no sistema métrico	168
<i>Preparação do procedimento</i>	168
<i>Resultado final</i>	170
Localização com base na parcela de terreno	172
<i>Preparação do processo</i>	172
<i>Resultado final</i>	173
VI.3.3 Localização de rupturas	173
VI.3.4 Preparação de intervenções na rede	174
VI.3.5 Identificação dos clientes afectados pelo isolamento de um troço	178

CAPÍTULO VII

CASO DE ESTUDO	181
VII.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	181
VII.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	182
VII.3 O PROCESSO DE APOIO À DECISÃO.....	183
VII.3.1 Estruturação do processo.....	183
Identificação do agente de decisão e objectivos.....	183
Definição das alternativas	184
<i>Alternativa 1</i>	185
<i>Alternativa 2</i>	186
<i>Alternativa 3</i>	187
<i>Alternativa 4</i>	188
Identificação dos critérios de decisão e respectivos descritores.....	188
Construção da matriz de decisão: avaliação de desempenhos	191
<i>Critério A.1 – Custo das condutas</i>	192
<i>Critério A.2 – Custo de implantação</i>	192
<i>Critério A.3 – Criação de novos arruamentos</i>	199
<i>Critério A.4 – Custos de novos reservatórios e reforço das estações elevatórias</i>	199
<i>Critério B.1 - Custo da energia</i>	200
<i>Critério C.1 - Acréscimo de robustez ao SAA</i>	203
<i>Critério C.2 - Aumento da capacidade do SAA</i>	204
<i>Critério D.1 - Impacte sobre os utentes da estrada</i>	204
<i>Critério D.2 - Impacte sobre a zona envolvente</i>	206
<i>Critério D.3 - Interferência com outras infra-estruturas</i>	207
<i>A matriz de decisão</i>	208
VII.3.2 Avaliação.....	208
Filtragem prévia.....	208
<i>Método Conjuntivo</i>	209
<i>Análise de Dominância</i>	210
Análise multicritério	210
<i>Operacionalização dos níveis de impacte qualitativos</i>	210
<i>Determinação dos pesos dos critérios de decisão</i>	212
<i>Aplicação dos métodos: resultados</i>	213
<i>Comparações de resultados</i>	215
Análise de sensibilidade.....	215
<i>Variação de pesos dos critérios de decisão</i>	216
<i>Variação dos limiares de concordância e discordância no método ELECTRE I</i>	219
Recomendação final.....	220
VII.4 A COMPARAÇÃO DE ALTERNATIVAS E AVALIAÇÃO DE TRADE-OFFS.....	220

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES	225
VIL.1 TRABALHO DESENVOLVIDO.....	225
VIL.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	228
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	229

Referência bibliográficas

- [1] AANGEENBRUG, R. T. (1991) - *A Critique of GIS*. In *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 8, pp. 101-107. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [2] ABECASSIS, F. e CABRAL, N. (1983) - *Análise Económica e Financeira de Projectos*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.
- [3] ABEL, D. J., OOI, B. C., TAN, K.-L. e TAN, S. H. (1998) - *Towards Integrated Geographical Information Processing*. *International Journal of Geographical Information Science*, Vol. 12, n.º 4, pp. 353-371.
- [4] ADAMS, T. M., VONDEROCHE, A. P., RUSSEL, J. S. e CLAPP, J. L. (1992) - *Integrating Facility Delivery Through Spatial Information*. *Journal of Urban Planning and Development*, Vol. 118, n.º 1, pp. 13-23.
- [5] ALEGRE, H. (1994) - *Instrumentos de Apoio à Gestão Técnica de Sistemas de Distribuição de Água*. Dissertação submetida para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Técnica de Lisboa, LNEC, Lisboa, Portugal.
- [6] ALEGRE, H e ALMEIDA, M. C. (1995) - *Avaliação de Níveis de Qualidade de Serviço*. *Gestão de Sistemas de Saneamento Básico*, Vol. 12 - LNEC, Lisboa, Portugal.
- [7] ALLA, P. e TROW, S. W. (1990) - *Implementation of GIS: a way to optimizing utilities operations*. *Proceedings of the 2th Conference of the Association for Geographic Information*, pp. 3.2.1-6. 22- 24 de Outubro, Brighton, Reino Unido.
- [8] ALMEIDA, A. C., SOARES, A. F., CUNHA, L. e MARQUES, J. F. (1990) - *Proémio ao Estudo do Baixo Mondego*. *Biblos*, Vol. LXVI, pp. 17-47. Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [9] ALMEIDA, L. M. A. (1997) - *Sistemas de Informação nas Organizações*. Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.

- [10] APDA (1997) - *Água - Quem é Quem*. Separata do Diário de Notícias de Junho de 1997. Associação Portuguesa de Distribuidores de Água, Sintra, Portugal.
- [11] APDA (1999) - *Água - Quem é Quem no sector das água em Portugal*. Associação Portuguesa de Distribuidores de Água, Sintra, Portugal.
- [12] ARCTUR, D., HAIR, D., TIMPSON, G., MARTIN, E. P. e FEGEAS, R. (1998) - *Issues and Prospects for the Next Generation of the Spatial Data Transfer Standard (SDTS)*. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 12, n.º 4, pp. 403-425.
- [13] ARMSTRONG, M. P. e DENSHAM, P. J. (1990) - *Database Organisation Alternatives for Spatial Decision Support Systems*. International Journal of Geographical Information Systems, 4, pp. 3-20.
- [14] ARONOFF, S. (1989) - *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL Publications, Ottawa, Canadá.
- [15] BANA e COSTA (1993) – *Processo de Apoio à Decisão: Problemáticas, Actores e Acções*. Palestra proferida no Curso “Ambiente: Fundamentalismos e Pragmatismos”, Seminário Pedro Nunes, Convento da Arrábida, Arrábida, Portugal.
- [16] BANA e COSTA (1995) – Apontamentos da disciplina *Avaliação de Projectos e Decisão Pública*. Curso de Engenharia do Território, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.
- [17] BAPTISTA, J. M. (1995) - *Reabilitação de Sistemas de Distribuição de Água. Uma metodologia de abordagem*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.
- [18] BAPTISTA, J. M: (1998) - Como Melhorar a Qualidade em Sistemas de Abastecimento de Água. Comunicação apresentada no 4.º Congresso da Água. Revista Indústria da Água, n.º 29, pp. 7-19.
- [19] BAPTISTA, J. M. e MATOS, M. R. (1995) - *O Saneamento Básico em Portugal*. Gestão de Sistemas de Saneamento Básico, Vol. 1. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.
- [20] BAU, J. (1996) - *O Novo Regime Legal de Gestão e Exploração de Sistemas de Águas de Abastecimento para Consumo Humano e de Águas Residuais e o Futuro do Sector em Portugal*. Comunicação apresentada no 3º Congresso da Água/VII SILUBESA, Lisboa, Portugal.
- [21] BISHOP, A. B., HUGHES, T. C. e FULLERTON, H. H. (1991) – *A GIS Approach to Urban Water System Planning*. Proceeding of the Speciality Conference on Civil Engineering - Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems, ASCE, pp. 120-129.
- [22] BISHR, Y. (1998) - *Overcoming the semantic and other barriers to GIS interoperability*. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 12, n.º 4, pp. 297-314.
- [23] BRANCO, F. e PICADO SANTOS, L. (1996) – *Sebenta de estudo da cadeira Vias de Comunicação*, Vol. I, Universidade de Coimbra.

- [24] BREKEN, E. e BROOKS, E. (1991) – *Pilots in GIS "The Whys and Therefores"*. Proceedings of 14th Urban Data Management Symposium, Vol. II, pp. 571-578. Odense, Dinamarca.
- [25] BURROUGH, P. A. (1986) - *Principals of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment*. Clarendon Press, Oxford, Grã-Bretanha.
- [26] CALMEIRO, J. A. (1995) - *Organização dos Serviços*. Gestão de Sistemas de Saneamento Básico, Vol. 4. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal.
- [27] CAMPBELL, H. (1991) – *The Impact of Geographic Information Systems on British Local Government*. Proceedings of 14th Urban Data Management Symposium, Vol. II, pp. 599-610. Odense, Dinamarca.
- [28] CARDEÑA, J. R. (1997) - *Estado de los SIG en España. Estado de los SIG en Aplicaciones Agrícolas*. In Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas. Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.
- [29] CARMÍ, N. (1997) – *Analysis of Pressure-dependent Vulnerability of Water Distribution Networks to Leakage by Using GIS*. Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre, Imperial College, Londres, Grã-Bretanha.
- [30] CARTER, J. R. (1989) - *On Defining the GIS*. In Fundamentals of GIS: a compendium (W. J. Ripple ed.), pp. 3-7. ASPRS/ACSM, Falls Church Virginia, E.U.A.
- [31] CHEN, P. (1976) - *The Entity-Relationship Model - Towards a Unified View of Data*. Association for Computing Machinery Transaction on Database Systems, 1 (1), pp. 9-36.
- [32] CMC (1993) – *Urbanismo, Coimbra, Anos 90*. Câmara Municipal de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [33] COD, E. F. (1970) - *A relational model of data for large shared data banks*. Communications of the Association for Computing Machinery, 13 (6), pp. 377-387.
- [34] CODD, E. F. (1979) - *Extending the database relational model to capture more meaning*. Association for Computing Machinery Transactions on Database Systems, 4 (4), pp. 397-434.
- [35] COHON, J. L. (1978) - *Multiobjective Programming and Planning*. Orlando, FL: Academic Press.
- [36] COPPOCK, J. T. e RHIND, D. W. (1991) - *The history of GIS*. In Geographical Information Systems: Principles and Applications (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 2, pp. 21-43. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha
- [37] COULSON, M. e BROMLEY, R (1990) – *The Assessment of User Needs for Corporate GIS: the example of Swansea Council*. European Conference on Geographic Information Systems, pp. 209-217. EGIS Foundation: Utrecht, Amsterdam, Holanda.
- [38] COUTINHO-RODRIGUES, J. (1996) - *Aplicações da Teoria de Sistemas*. 2^o Edição. Ediliber, Coimbra, Portugal.

- [39] COUTINHO-RODRIGUES, J. (1999) – *Apontamentos de Avaliação de Planos*. (Mestrado em Engenharia Urbana). Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [40] COUTINHO-RODRIGUES, J., CURRENT, J., CLIMACO, J. e RATICK, S. (1997) – *Interactive Spatial Decision-Support System for Multiobjective Hazardous Materials Locations-Routing Problems*. Transportation Research Record, n.º 1602, pp. 101-109.
- [41] COWEN, D. J. (1988) – “*GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences?*”. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.4, n.º 11, pp. 1551 – 1555.
- [42] CRAIG, W. J. e MOYER D. D. (1991) – *Progress on the Research Agenda:URISA '90*. Journal of Urban and Regional Information Systems Associations, Vol. 3, n.º1, pp. 43-56.
- [43] CROSSLAND, M. D (1990) – *HydroLOGIC - A prototype geographic Information Expert System for examining an artificial intelligence application in a GIS environment*. Dept. of Decision and Information Systems, Indiana School of Business, Bloomington, Ind.
- [44] CUBILLO, F. (1997) – *Características Específicas de los Abastecimientos de Agua*. In *Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas*. Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.
- [45] CUBILLO, F., ESTEBAN, M. C., LINDES, J. V., CHUECA, P. R., ANTINOLO, S. G. e SOUSA, M. I. (1997) - *Guía para la Implantación de Sistemas de Información en la Gestión de Redes de Suministro de Agua*. CENTA - Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua, Sevilha, Espanha.
- [46] DANGERMOND, J. (1983) - *A Classification of Software components commonly used in Geographic Information Systems*. In *Design and Implementation of Computer-Based Geographic Information Systems*, (D. J. Peuquet e John O' Callaghan eds.), Nova York, E.U.A.
- [47] DATE, C. J. (1986) - *An Introduction to Database Systems*. 2º ed. Addison-Wesley, Reading Massachusetts, E.U.A..
- [48] De MAN, E. (1998) - *Establishing a GIS in a Relation to Its Use: A Process of Strategic Choice*. International Journal of Geographical Information Systems, Vol., pp. 245-261.
- [49] DENSHAM P. J. (1991) - *Spatial Decision Support Systems*. In *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 26, pp. 403-412. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [50] DEVOGELE, T., PARENT, C. e SPACCAPIETRA, S. (1998) - *On spatial database integration*. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 12, n.º 4, pp. 335-352.
- [51] DICKINSON, H. J. e CALKINS, H. W. (1988) – *The Economic Evaluation of Implementing a GIS*. International Journal of Geographic Information Systems, Vol. 2, n.º 4, pp. 307-327.

- [52] DGA (1998) - *Controlo da Qualidade da Água de Abastecimento para Consumo Humano em 1997*. Lisboa, Portugal.
- [53] DGA (1999) - *Controlo da Qualidade da Água de Abastecimento para Consumo Humano em 1998*. Lisboa, Portugal.
- [54] DGAA (1987) – *Administração Local em Números 1986-87*. Lisboa, Portugal.
- [55] DGAA (1991) – *Administração Local em Números 1991*. Lisboa, Portugal.
- [56] DGAA (1995) – *Administração Local em Números 1995*. Lisboa, Portugal.
- [57] DGAA (1997) - *Finanças Municipais 1994*, Lisboa, Portugal.
- [58] DGAA (1998) - *Finanças Municipais 1995*, Lisboa, Portugal.
- [59] DGAA (1999) - *Finanças Municipais 1996*, Lisboa, Portugal.
- [60] DGRN (1988) - *O conhecimento e a percepção da água*. Sondagem de opinião elaborada pela Euroexpansão no âmbito da Campanha Educativa da Água, Portugal.
- [61] DGSB (1981) - *Plano Director de Saneamento Básico para o Decénio de 1981-90*, Ministério da Habitação e Obras Públicas, Lisboa.
- [62] DGSB (1984) - *Avaliação global da situação de saneamento básico*, Ministério da Habitação e Obras Públicas, 2ª edição, Lisboa.
- [63] DJOKIC, D. (1991) – *Urban Stormwater Drainage Network Assessment Using an Expert Geographic Information System*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Texas, Austin, Texas, E.U.A.
- [64] dos REIS, P. C., GONÇALVES, J. S. e RODRIGUES, P. C. (1996) – *O SIG como interligação de sistemas de informação*. Comunicação apresentada na FIL, Lisboa, Portugal.
- [65] DUARTE SILVA (1989) – *Níveis de Atendimento da População Portuguesa com Serviços de Água, Esgotos e Lixos. A situação na Europa. Custos de Aproximação à CEE*. Gabinete de Estudos e Planeamento da Administração do Território – GEPAT, Lisboa.
- [66] DUARTE SILVA (1990) - *Níveis de Atendimento da População Portuguesa com Serviços de Água, Esgotos e Lixos*. Comunicação apresentada no IV Encontro Nacional de Saneamento Básico, 25-28 Junho, Aveiro. Portugal.
- [67] EGENHOFER, M. J. e HERRING, J. R. (1991) - *High-Level Spatial Data Structures for GIS*. In *Geographical Information Systems: Principles and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 16, pp. 227-237. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.

- [68] EGENHOFER, M. J e FRANK, A. (1987) - *Object-oriented Databases: Database Requirements for GIS*. Proceedings of the International GIS Symposium: The research agenda, Vol. 2, pp. 189-211. Washington DC: U. S. Government Printing Office. U.S.A.
- [69] ESRI (1994) - *PC Arc/Info® - PC Starter Kit User Guide*. Environmental Systems Research Institute (ESRI) Inc., Redlands, California, E.U.A.
- [70] ESRI (1995a) - *ArcView® and Transportation Applications - Dynamic Segmentation for the GIS*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [71] ESRI (1995b) - *Dynamic Segmentation - A Powerful Tool for Representing Linear Attributes and Events*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [72] ESRI (1996a) - *ArcView® GIS - The Geographic Information Systems for Everyone*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [73] ESRI (1996b) - *Avenue™ - Customisation and Application Development for ArcView®*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [74] ESRI (1996c) - *ArcView® Spatial Analyst - Advanced Spatial Analysis Using Raster and Vector Data*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [75] ESRI (1997a) - *ArcView® 3D Analyst - 3D Surface Creation, Visualisation, and Analysis*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [76] ESRI (1997b) - *ArcView® Dialog Designer*. Environmental Systems Research Institute Inc. (ESRI), Redlands, California, E.U.A.
- [77] EVANS, T. A., DJOKIC, D. e MAIDMENT, D. R. (1993) – *Development and Application of Expert Geographic Information System*. Journal of Computing in Civil Engineering - ASCE, Vol. 7, n.º 3, pp. 339-353.
- [78] FARIA, A. L. e ALEGRE, H. - *Paving the Way to Excellence in Water Supply Systems: a National Framework for Levels-of-service Assessment Based on Consumer Satisfaction*. The Maarten Schalekamp Award - 1995, AQUA, Vol. 45, n.º 1, IWSA, Londres, Grã-Bretanha.
- [79] FRANK, A. U. (1998) - *Different Types of "Times" in GIS*. In Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems (M. J. Egenhofer e R. G. Golledge eds.), 3, pp. 40-62. Oxford University Press, Nova York, U.S.A.
- [80] FREDERICKS, J. W., LABADIE, J. W. e ALTENHOFEN, J. M. (1998) - *Decision Support System for Conjunctive Stream-Aquifer Management*. Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE, Vol. 124, n.º 2, pp. 69-78.

- [81] GARCÍA-SERRA, J., PEREZ, R., VELA, A., GIMENO, M., RODRÍGUEZ e G. SANZ, F. (1991) – *Using Computer Tools in the Design of a Water Supply System Application to the Metropolitan Area of Valencia*. Proceedings of Urban Data Management Symposium '91, 29-31 de Maio, Odense, Dinamarca.
- [82] GONÇALVES, J. S. (1996) – *SIG – O Ponto de Vista da EPAL Enquanto Concessionária da Distribuição do Serviço*. In Actas do VII Encontro Nacional de Saneamento Básico, Vol. II - Painéis, pp. 19-27. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [83] GONÇALVES J. S. (1996) – *Os Sistemas de Informação Geográfica no Centro dos Sistemas de Informação*. Revista Indústria da Água, Ano 5, n.º 21, pp. 61-64.
- [84] GOODCHILD, M. F. (1988) - *Towards an Enumeration and Classification of GIS Functions*. In International Geographic Information Systems (IGIS) Symposium: The research agenda (Aageenbrug R. T. e Schiffman Y. M. eds.), pp. 67-77. AAG, Falls Church Virginia, E.U.A.
- [85] GOODCHILD, M. F. (1991) - *The Technological Setting of GIS*. In Geographical Information Systems: Principles and Applications (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 3, pp. 45-54. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [86] HAN, S. Y e HIM, T. J. (1990) - *Can Expert Systems Help with Planning*. In Polydorides, N. D. (ed.) Computers in Planning: a Compressive Reader. URSA__NET.
- [87] HAYES-ROTH, F., WATREMAN, D. A. e LENAT, D. B. (1983) – *Building Expert Systems*. Addison-Wesley, Reading, Massachussets, E.U.A.
- [88] HEALEY, R. G. (1991) - *Database Management Systems*. In Geographical Information Systems: Principles and Applications (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 18, pp. 251-267. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [89] HUXHOLD, W. E. (1991) - *An Introduction to Urban Geographic Information Systems*. Oxford University, New York, E.U.A.
- [90] IGLESIAS, P., IZQUIERDO, J., LÓPEZ, G. e MARTÍNEZ, J. (1997) - *Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Sistemas de Distribución de Agua*. In Gestión de Sequías en Abastecimientos Urbanos - Tomo I, pp. 26-55. 9-12 de Dezembro, Universidade Politécnica de Valência, Valência, Espanha.
- [91] INAG (1995) - *Recursos Hídricos de Portugal Continental e a sua Utilização*. Lisboa, Portugal.
- [92] INAG (1994) - *Inventário Nacional de Saneamento Básico 1990*. Lisboa, Portugal.
- [93] INAG (1998) - *Situação do Saneamento Básico em Portugal Continental. Resultados (provisórios) do inventário realizado junto das Direcções Regionais do Ambiente, Autarquias, Direcção Geral do Ambiente e Gestor do POA em Outubro de 1998 com projecções da situação em finais de 1999*. Lisboa, Portugal.
- [94] INE(1991) - *Recenseamento Geral da População e da Habitação de 1991*. Lisboa, Portugal.

- [95] INE (1993) - *Estatísticas do Ambiente 1989/91*. Lisboa, Portugal.
- [96] INE (1995) - *Estatísticas do Ambiente 1993*. Lisboa, Portugal.
- [97] INE (1997) - *Estatísticas do Ambiente 1995*. Lisboa, Portugal.
- [98] INE (1998) - *Estatísticas do Ambiente 1996*. Lisboa, Portugal.
- [99] INE (1998a) - *Anuário Estatístico da Região de Lisboa e Vale do Tejo*. Lisboa, Portugal.
- [100] JACOBS, P., GOULTER, I. C. e DAVIDSON, J. (1993) - *Water-Distribution GIS from Fragmented and Incomplete Information*. Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 7, n.º 3, pp. 372-386.
- [101] KANG, S.-B. e CHOY, Y.-C. (1995) - *Object Relational Data Modelling for GIS*. Proceedings of GIS/LIS '95 Annual Conference and Exposition, Vol. II, pp. 554-562. Nashville, Tennessee, E.U.A.
- [102] KARAMOUZ, M. (1989) - *Application of GIS in Monitoring and Trouble Shooting of Water Distribution Systems*. Proceeding Speciality Conference on Water Resources Planning and Management, ASCE, pp. 564-569.
- [103] KOFRON, C. P. (1989) - *AI and GIS connections: Views from Industry and the Field*. Comunicação apresentada em GIS/LIS '89. American Congress on Surveying and Mapping, Bethesda, Md.
- [104] KROENKE, D. (1989) - *Management Information Systems*, McGraw-Hill International Editions, Singapura.
- [105] LAMIE N. R. e WONG A. K. (1991) - *How water and Sewer Agencies Can Leverage Their Investment in AM/FM/GIS*. Proceeding of the Speciality Conference on Civil Engineering - Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems, ASCE, pp.130-136.
- [106] LAURINI, R. e THOMPSON, D. (1992) - *Fundamentals of Spatial Information Systems*. Academic Press. The APIC Series.
- [107] LEIPNIK, M. R., KEMP, K. K. e LOAICIGA, H. A. (1993) - *Implementation of GIS for Water Resource Planning and Management*. Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE, Vol. 119, n.º 2, pp. 184-205.
- [108] LEVY, J. (1996) - *A Qualidade do Serviço de Distribuição de Água. O Parecer do Consumidor*. AEPSA, Portugal.
- [109] LYONNAISE DES EAUX (1994a) - *Mémento du Gestionnaire de l'Alimentation en Eau et de l'Assainissement*. Tome I - Eau dans la ville. Alimentation en eau. Technique & Documentaion - Lavoisier, Paris, França.

- [110] LYONNAISE DES EAUX (1994b) - *Mémento du Gestionnaire de l'Alimentation en Eau et de l'Assainissement*. Tome III – Administration. Cas spécifiques. Monographies. Technique & Documentaion – Lavoisier, Paris, França.
- [111] MAGUIRE, D. J. (1991) - *An Overview and Definition of GIS*. In *Geographical Information Systems: Principal and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 1, pp. 9-20. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [112] MAGUIRE, D. J. e DANGERMOND, J. (1991) - *The Functionality of GIS*. In *Geographical Information Systems: Principal and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 21, pp.319-335. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [113] MAGUIRE, D. J. e RAPER, J. F. (1990) - *An Overview of GIS Functionality*. Proceedings of GIS Design Models and Functionality Conference. Midlands Regional Research Laboratory, Leicester, 10 pp.
- [114] MAKSIMOVIC, C. e CARMI, N. (1997) – *Corporate GIS in Urban Waters Asset Management. (Gestión de Inventarios com GIS)*. In *Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas*, Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.
- [115] MAKSIMOVIC, C., CARMI, N. e TODOROVIC, Z. (1997) – *Corporate GIS in Water Companies – an Introduction*. In *Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas*, Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.
- [116] MARBLE, D. F. (1984) - *Geographic Information Systems: an Overview*. Proceedings Pecora 9 Conference, pp. 18-24. Dioux Falls, SD.
- [117] MARN (1995) - *Plano Nacional da Política da Água*. Ministério do Ambiente e Recursos Naturais, Lisboa, Portugal.
- [118] MARQUES. R. C. (1999) - *Avaliação e Gestão de Empreendimentos de Abastecimento de Água*. Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [119] MARTINS (1998) - *Serviços Públicos de Abastecimento de Água e Saneamento - Opções de financiamento e gestão nos municípios Portugueses*. AEPSA, Portugal.
- [120] MAYSTRE, L. I., PICTET, J. e SIMOS, J. (1994) - *Méthodes Multicritères ELECTRE. Description, Conseils Pratiques et Cas d'Application à la Gestion Environnementale*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suíça.
- [121] McCRARY, S. W., BENJAMIN, C. O. e SCHMIDT, P. J. (1993) - *Decision-Support Tools for Transferring AM/FM/GIS to Small Communities*. *Journal of Planning and Development*, Vol. 119, n.º 4, pp. 173-188.

- [122] McKINNEY, D. C., MAIDMENT, D. R. e TANRIVERDI, M. (1993) – *Expert Geographic Information System for Texas Water Planning*. Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE, Vol. 119, n.º 2, pp. 170-183.
- [123] MENDES (1993) - *Inquérito às Câmaras Municipais sobre a Utilização de Meios Informáticos no Planeamento e Gestão Urbanística*. Laboratório de Sistemas de Informação Geográfica, Departamento de Engenharia Civil da Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- [124] MENDES (1995) - *Apontamentos de Sistemas de Informação Urbanística*. (Mestrado em Engenharia Urbana). Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [125] MOUTAL, H. P.; BOWEN, D. R. (1991) – *Updating New York City's Sewer and Water Distribution Systems: Practical Applications of GIS*. Proceedings of the Speciality Conference on Civil Engineering - Applications of Remote Sensing and Geographic Information Systems, ASCE, pp.155-164.
- [126] MPOT (1995) – *Norma de Características Técnicas das Estradas Municipais*. Ministério do Planeamento e Ordenamento do Território, Lisboa, Portugal.
- [127] NIMTZ, H. (1993) – *Information Environment in Utility Corporation*. Proceedings of the Far East Workshop on Geographic Information Systems, 21-22 Junho, Singapura, pp. 380-403.
- [128] OGC (1996) - *OpenGIS Specification*. Documento recolhido na World Wide Web em <http://opengis.org/>. Open GIS Consortium Inc.
- [129] OPENSHAW, S. (1991) - *Developing Appropriate Spatial Analysis Methods for GIS*. In Geographical Information Systems: Principles and Applications (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 25, pp. 389-402. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [130] PARENT, P. e CHURCH, R. (1987) - *Evolution of Geographic Information Systems as Decision Making Tool*. Proceedings of GIS '87. ASPRS/ACSM, Falls Church VA, pp. 63-71.
- [131] PEUQUET, D. J. (1984) - *A Conceptual Framework and Comparison of Spatial Data Models*. Cartographica, 21 (4), pp. 66-113.
- [132] PRATS, J. P. (1997) – *Planteamiento del Proyecto SIG. El Caso de Aguas de Valencia*. In Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas. Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.
- [133] PRODANOVIC, D. (1997a) – *Bases de Dados para Infraestruturas Urbanas*. In Sistemas de Informação Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas. Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.

- [134] PRODANOVIC, D. (1997b) – *Modelos Digitales del Terreno*. In *Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas*. Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.
- [135] RAPER, J. F. e BUNDOCK, M. (1994) - *Development of a Generic Spatial Language Interface of GIS*. In *Geographical Information Handling - Research and Applications* (Paul M. Mather ed.), John Wiley & Sons Ltd., Chichester, Grã-Bretanha.
- [136] RAPER, J. F. e RHIND, D. W. (1990) - *UGIX (A): the Design of a Spatial Language Interface for a Topological Vector GIS*. *Proceedings of the 4th International Symposium of Spatial Data Handling*, Vol. 1, pp. 405-412. International Geographical Union, Zurique, Suíça.
- [137] RAZAVI, A. M. (1995) - *ArcView[®] Developer's Guide*. OnWord Press, Santa Fe, U.S.A.
- [138] RAZAVI, A. M., ALEXANDER, J. e WARWICK, V. (1995) - *ArcView[®]/Avenue[™] Programmer's Reference*. OnWord Press, Santa Fe, U.S.A.
- [139] RIBEIRO DE SOUSA, E. (1996) – *Sistema de Informação Geográfica: Desenvolvimento de Aplicações para Infra-estruturas de Saneamento Básico*. Actas do VII Encontro Nacional de Saneamento Básico, Vol. II - Painéis, pp. 39-58. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [140] RIBEIRO DE SOUSA, E., SILVA, U. L., MARREIROS, E., GODINHO, C. (1986a) – *Informatização do Cadastro do Sistema de Distribuição de Água da EPAL. Metodologia de Implementação e Evolução. Parte A*. Actas do VII Encontro Nacional de Saneamento Básico, Vol. I, pp. 125-133. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [141] RIBEIRO DE SOUSA, E., SILVA, U. L., MARREIROS, E., GODINHO, C. (1986b) – *Informatização do Cadastro do Sistema de Distribuição de Água da EPAL. Metodologia de Implementação e Evolução. Parte B*. Actas do VII Encontro Nacional de Saneamento Básico, Vol. I, pp. 135-144. Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [142] ROBINSON, V. B. e FRANK, A. U. (1987) – *Expert Systems for Geographic Information Systems*. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 53, n.º 10, pp. 1435-1441.
- [143] ROBINSON, V. B., FRANK, A. U. e BLAZE, M. A. (1988) – *Expert Systems and Geographic Information Systems: Review and Prospects*. *Experts Systems in Engineering* (D. T. Pham, ed.), Springer-Verlag, Berlim, Alemanha, pp. 203-213.
- [144] RODRIGUEZ-BACHILLER, A (1991) – *Decision Support Systems: the Way Ahead for Expert Systems?*. In *URSA_NET Forum '91*, Patras, Junho.
- [145] ROY, B. (1985) – *Méthodologie Multicritère d'aide à la décision*. Economica, coll. «Gestion», Paris, França.

- [146] SAGE, A. (1986) - *An Overview of Contemporary Issues in Design and Development of Microcomputer Decision Support Systems*. In *Microcomputer Decision Support Systems: Design, Implementation and Evaluation*, edit. S. Andriol, pp. 3-46, Holanda.
- [147] SANTOS, L. A. (1999) - *Circulação de Veículos e Prestação de Serviços em Redes Urbanas com Recurso à Tecnologia dos SIG - Implementação de uma Heurística e Aplicação ao Caso da Recolha de Resíduos Sólidos Urbanos*. Dissertação submetida para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [148] SCHARLIG, A. (1985) - *Décider sur Plusieurs Critères, Panorama de l'Aide à la Décision Multicritères*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suíça.
- [149] SCHARLIG, A. (1996) - *Pratiquer Electre et Prométhée - Un Complément à Décider sur Plusieurs Critères*. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suíça.
- [150] SCHOLTEN, H. J. (1996) *Conclusions*. In *Spatial Analytical Perspective on GIS* (M. Fischer, H. J. Scholten e D. Unwin eds.), pp. 245-248. Taylor & Francis, Londres, Grã-Bretanha.
- [151] SERRA, P. C. (1996) - *Comentários a propósito do Decreto-Lei relativo à Gestão e Exploração de Sistemas Municipais de abastecimento de Água, Saneamento de Águas Residuais e Saneamento de Resíduos Sólidos*, Hotel Altis, Lisboa, Portugal.
- [152] SERRA, P. C. (1997) - *Notas Soltas sobre a Problemática da Empresarialização do Sector da Água, Esgotos e Resíduos Sólidos em Portugal*. Lisboa, Portugal.
- [153] SHEPHERD, I. D. (1991) - *Information Integration and GIS*. In *Geographical Information Systems: Principal and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 22, pp. 337-360. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [154] SIMÃO, A. R., COUTINHO-RODRIGUES, J. e ANTUNES do CARMO, J. (1999) - *Construção de um Sistema Espacial de Apoio à Decisão para o Planeamento e Gestão de Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água*. Comunicação apresentada no IV SILUSBA, Coimbra, Portugal.
- [155] SMASC (1998) - *Relatório de Gestão e Documentos Financeiros*. Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [156] SMASC (1999) - *Separata "Principais parâmetros da sua imagem"*. Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- [157] SOARES, A. F., MARQUES, J. F. e ROCHA, R. B. (1985) - *Contribuição para o Conhecimento Geológico de Coimbra*. Memórias e Notícias. Publicação Mus. Lab. Mineralogia e Geologia da Universidade de Coimbra, 100, pp. 41-71, Coimbra, Portugal.
- [158] SOUSA, A. A. (1994) - *Apontamentos da cadeira Infra-estruturas II do curso Engenharia do Território*. Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.

- [159] SPRAGUE, R. H. e CARLSON, E. D. (1982) – *Building effective decision support systems*. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliff, New Jersey.
- [160] SUI, D. Z. (1998) – *GIS-based urban modelling: practices, problems and prospects*. International Journal of Geographic Information Science, Vol. 12, n.º 7, pp. 651-671.
- [161] TAHER, S. A. e LABADIE, J. W. (1996) – *Optimal Design of Water-Distribution Networks with GIS*. Journal of Water Resources Planning and Management- ASCE, Vol. 122, n.º 4, pp. 301-311.
- [162] VOISARD, A. e SCHWEPPE, H. (1998) - *Abstraction and Decomposition in Interoperable GIS*. International Journal of Geographical Information Science, Vol. 12, n.º 4, pp. 315-333.
- [163] WALSH, M. R. (1993) – *Toward Spatial Decision Support Systems in Water Resources*. Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE, Vol. 119, n.º 2, Março/Abril, pp.158-169.
- [164] WATKINS, D. W., McKINNEY, D. C., MAIDMENT, D. R. e LIN, M. D. (1996) - *Use of Geographic Information Systems in Ground-Water Flow Modelling*. Journal of Water Resources Planning and Management - ASCE, Vol. 122, n.º 2, pp. 88-96.
- [165] WEIBEL, R. e HELLER, M. (1991) - *Digital Terrain Modelling*. In *Geographical Information Systems: Principal and Applications* (D. J. Maguire, M. F. Goodchild e D. W. Rhind, eds.), Vol. 1, 19, pp. 269-297. Longman Scientific & Technical, Londres, Grã-Bretanha.
- [166] WORBOYS, M. F., HEARNshaw, H. M. e MAGUIRE, D. J. (1990) - *Object-oriented Data Modelling for Spatial Database*. International Journal of Geographical Information Systems, Vol. 4, pp. 369-383.
- [167] WORBOYS, M. F., MASON, K. T. e DAWSON, B. R. (1993) - *The Object-based Paradigm for a Geographical Database System: Modelling, Design and Implementation Issues*. In *Geographical Information Handling - Research and Applications* (Paul M. Mather, ed.), pp. 91-102. John Wiley & Sons Ltd, Grã-Bretanha.
- [168] WORBOYS, M. F. (1998) - *A Generic Model for Spatio-Bitemporal Geographic Information*. In *Spatial and Temporal Reasoning in Geographic Information Systems* (M. J. Egenhofer e R. G. Golledge eds.), 2, pp. 25-39. Oxford University Press, Nova York, U.S.A.
- [169] ZARAGOZÁ, J. (1997) – *Gestión de Redes Utilizando el SIG. SIG en Aguas de Alicante*. In *Sistemas de Información Geográfica (GIS) Aplicados a Redes Hidráulicas*. Universidade Politécnica de Valência, 10 a 19 de Novembro, Valência, Espanha.

