

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
FACULDADE DE ARQUITECTURA
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

6º CURSO DE MESTRADO EM PLANEAMENTO REGIONAL E URBANO

CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DE NÍVEL MUNICIPAL



Dissertação apresentada para obtenção de Grau de Mestre em Planeamento Regional e Urbano, pela Universidade Técnica de Lisboa

Fernando da Fonseca Cruz:
(Licenciado)

Orientador Científico: Prof. Doutor João de Azevedo Reis Machado

Industrias	
industria_id	
Designação	
CAE	
NIPC	
Consumo_energia	
Ano_fundação	
Area_ocupada	
Alt_localização	
Accesibilidade	
Q_superiores	
Q_técnicos	
Q_especializados	
Q_N_especializados	
Outros_operários	
Staff_Total	
Regime_laboração	
Dias_trabalho/ano	
Situação	

toponimos	
toponimo_id	
freguesia_id	
toponimo	
cd_tipo	
cd_validade	
cd_pavimento	
topon_antigo	
edital	
observações	
cd_conservação	

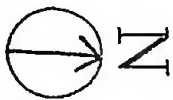
edificios	
edificio_id	
toponimo_id	
npisos	
nfraccioes	
conservacao_id	
construcao_id	
acabamentos	
cor_id	
cobertura_id	
publicidade_id	
afixação_id	
observacoes	

mob_limpeza	
limpeza_id	
tipo_mobiliário	
Freq_recolha	
Estado_conservação	
Data_instalação	
Observações	
freguesias_id	
toponimo_id	

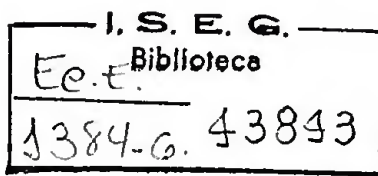
lugares	
lugar_id	
lugar	
cd_INE	
freguesia_id	

Constituição do Júri:

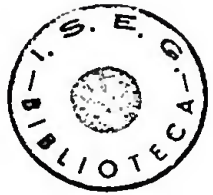
- Prof. Doutor Manuel Leal da Costa Lobo
- Prof. Doutor João Afonso Ramalho Sopas Pereira Bento
- Prof. Doutor João de Azevedo Reis Machado



Julho de 1996



X-96-050612-7



HB43.5
C78
1996

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
FACULDADE DE ARQUITECTURA
INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

6º CURSO DE MESTRADO EM PLANEAMENTO REGIONAL E URBANO

CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA DE NÍVEL MUNICIPAL

Dissertação apresentada para obtenção de Grau de
Mestre em Planeamento Regional e Urbano, pela
Universidade Técnica de Lisboa

Fernando da Fonseca Cruz
(Licenciado)

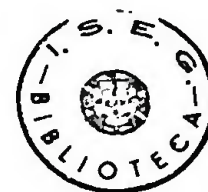
Orientador Científico: Prof. Doutor João de Azevedo Reis Machado

Constituição do Júri:

Prof. Doutor Manuel Leal da Costa Lobo
Prof. Doutor João Afonso Ramalho Sopas Pereira Bento
Prof. Doutor João de Azevedo Reis Machado

Julho de 1996

AGRADECIMENTOS



No eclodir de uma longa tarefa, toma-se insuficiente qualquer gesto de gratidão a todos os que tomaram este trabalho possível. Corro o risco de omitir alguém ou de menosprezar o seu contributo.

Manifesto, desde já, a minha gratidão ao Sr. Presidente da Câmara Municipal de Vila Franca de Xira, Eng.º Daniel dos Reis Branco pela informação disponibilizada, pelo alento confiado e pela credibilidade que manifestou neste projecto, desde o início. Estendo, também, um gesto de gratidão a todos que têm colaborado comigo neste projecto, no Município de Vila Franca de Xira, em especial o Sr. Arq. João Rabaça, Sr. Eng.º. Carlos Vitória, o Sr. Luís Coelho, Sr. Dr. Rui Alves, Sr. Arq. Jorge Neves e Sr.ª Dr.ª Paula Ascensão.

Expresso aqui também o meu apreço por todo o apoio prestado pelo Sr. Eng.º Rui Gonçalves Henriques, presidente do Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG) ao projecto em causa, nomeadamente em matéria de disponibilização de informação e aconselhamento técnico.

Agradeço aos meus professores, familiares, colegas e amigos os seus conselhos e a troca de impressões valiosas, e, em especial, os contributos da Sr.ª Dr.ª Diana Harthan Cruz e Sr.ª Dr.ª Dina Botelho. Igualmente, transmito o meu elevado apreço ao Sr. Eng.º João Cordeiro e ao especialista em sistemas de informação geográfica, Sr. João Marmoto, pela cordialidade e auxílio prestados e pelo seu verdadeiro sentido de pedagogia, nestas matérias. Agradeço, também, todos os contributos e sugestões críticas atentas do Sr. Dr. João Almeida.

Deixo, também, uma especial palavra de agradecimento ao meu orientador, Sr. Prof. Doutor João Reis Machado, pela prontidão, competência e espírito de ajuda, que sempre mostrou na orientação deste trabalho.

RESUMO

Os sistemas de informação geográfica resultam da aplicação das tecnologias de informática ao território. A variável espaço assume um significado universal, pois qualquer acto ou decisão tem a sua repercussão geográfica, directa ou indirecta. Com efeito, a existência de poderosas ferramentas vocacionadas para a captura, processamento, análise e geração de informação espacial conferem aos SIG um especial lugar de destaque no processo de planeamento. A actual dinâmica de transformações ocorridas no espaço nacional, face à incapacidade de resposta da Administração Pública, em tempo oportuno, e a necessidade de uma visão integradora do território, justificam o recurso às novas tecnologias de informação geográfica.

A visão interdisciplinar do urbanista é perspectivada no seio destas tecnologias uma vez que estas absorvem um leque variado de desenvolvimentos disciplinares e possuem campos de actuação muito diversos. Ao encontro deste propósito, optou-se por abordar, de forma pedagógica e holística, tanto quanto possível, as matérias em causa. Desta feita, a abordagem incidiu sobre o conceito dos SIG, o universo de aplicações e as suas componentes, designadamente, o hardware, o software, a informação e os recursos humanos.

Do hardware tomou-se em consideração não só a funcionalidade como também as características relevantes e parâmetros de aceitabilidade na opção de equipamento, dentro do conceito da rápida expansão das tecnologia da electrónica e da informática.

Relativamente ao software, houve a intenção de dar a conhecer a funcionalidade dos *pacotes* disponíveis no mercado, tendo em conta a resolução de tarefas específicas de componente espacial. Dos modelos e indicadores de gestão e de apoio à decisão teve-se em conta a intenção destes virem a constituir funções de análise espacial, em sistemas de informação geográfica, ao serviço do planeamento do território municipal.

A informação geográfica é perspectivada nas suas componentes espacial e alfanumérica. Neste sentido, é feita a avaliação da informação geográfica disponível no território nacional, tendo em conta os seus produtores.

No conceito de *lifeware* foi incluída a Autarquia Local como um todo sistémico e avaliado o impacte desta tecnologia, no funcionamento dos respectivos serviços.

A aplicação das metodologias estudadas ao Município de Vila Franca de Xira constitui o objectivo fundamental desta dissertação. O *modelo de dados* apresenta, de forma concisa, quais as entidades e variáveis geográficas *imputáveis*, os seus atributos gráficos e alfanuméricos e a forma como se propõe que os dados se relacionem entre si, por forma a produzirem os resultados esperados. Foram esboçadas algumas formas de pesquisa e análise sobre o modelo de dados apresentado, com o fim de demonstrar a utilidade do mesmo na resolução de problemas de planeamento do território. A gestão do Sistema tem em atenção os esforços direccionados na actualização do mesmo, com o contributo dos vários serviços da Autarquia.

ABSTRACT

The Geographical Information Systems are the result of the application of information technologies to the territory. The diverse size of the amount of land takes on universal significance as any act or decision has its own geographical repercussions. The fact that powerful, specialised equipment designed to capture, process, analyse and generate spatial information exists bears witness to the unique success of GIS as part of the whole planning process. The current dynamic pace of transformations which have been taking place in Portugal, due to the Public Administration and the need for fully integrated foresight and wisdom of planning for the whole territory, justify using the resources of the new Geographical Information Technology.

The townplanner's intersubject vision relies on these technologies to provide the right perspective as they embrace a varied range of developments in different branches and possess extremely diverse fields of performance. Bearing this aim in mind, we decided to consider these matters in pedagogical and holistic way, whenever possible. Thus, the approach focused on the concept of the GIS, the universe of applications and its components, namely the hardware, software, information and human resources.

Not only did we consider the functional capacity of the hardware but also the relevant characteristics and the parameters of acceptability within the options of the equipment, bearing in mind the rapid expansion of electronics and information technologies.

As far as software is concerned, our intention was to present the conjunction of the functions of software packs available on the market, having mind the solving of specific tasks of the spatial component. Taking into consideration the patterns and indicators of management and in order to justify the decision, we considered their intention of beginning to possess functions of spatial analysis for the planing of municipal territory in Geographical Information Systems.

The geographical information is best seen in terms of its spatial and alphanumeric components. Thus, we evaluate the geographical information available in national territory, bearing in mind the companies which produced it.

In the concept of lifeware, the Local Autarchy was included as a whole subsystem and the impact of this technology was assessed in the performance of its departments.

Studied methodologies to the Vila Franca de Xira municipality is the most important goal of the present work. The data model presents, concisely, the imputed geographical entities and variants, its graphical and alphanumeric attributes and the way in which we wish the data is interrelated, so that they can produce the expected results. Some methods of research have been outlined in the data model presented, in order to demonstrate its usefulness in the resolution of the territory planning problems. The system's management takes into consideration the efforts made by various Autarchy departments in the process of bringing it up-date.

PALAVRAS CHAVE

Hardware

Informação geográfica

Município

Lifeware

Planeamento Local

Sistemas de informação geográfica

Software

KEY WORDS

Hardware

Geographical information

Municipality

Lifeware

Local planning

Geographical informations systems

Software

"The secret of life is to become very very good at something that's very very hard to do".

Roald Dahl, The Hitch-Hiker.

ÍNDICE GERAL

INTRODUÇÃO.....	15
I. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....	17
1. Génese, conceitos e domínio de aplicação.....	17
2. O Hardware.....	23
2.1. Unidade Central de Processamento.....	23
2.2. Outros componentes fundamentais e periféricos.....	24
Unidades de armazenamento.....	24
Estações totais e laser guns.....	25
Sistema de Posicionamento Global.....	26
Teclados, ratos e portas.....	27
Scanners.....	28
Mesas digitalizadoras.....	28
Monitores.....	29
Plotters.....	30
2.3. As infraestruturas de comunicação de dados.....	32
Modems e multiplexers.....	32
Redes de comunicação de dados.....	32
3. O Software.....	34
3.1. Sistemas operativos.....	34
3.2. Software aplicacional.....	35
Folhas de cálculo.....	35
Sistemas de gestão de bases de dados.....	36
Aquisição e processamento de dados.....	40
Análise espacial.....	55
Georeferenciação.....	61
Software de redes.....	63
Outros produtos específicos.....	63
4. A informação geográfica.....	64
4.1. A informação espacial.....	64
História da cartografia em Portugal.....	64
Sistemas de projecção cartográficas.....	66
Sistemas de coordenadas.....	69
Sistemas de representação plana usados em Portugal.....	69
Fotografia aérea.....	71
Imagem de satélite.....	71
Ortofotocartografia.....	72
Cartografia de traço.....	73
Cartografia digital.....	75
Produtores nacionais de informação cartográfica.....	78
Controlo de qualidade de informação cartográfica.....	81
4.2. A Informação não-espacial.....	83
Produtores nacionais de informação alfanumérica.....	83
Controlo de qualidade de informação alfanumérica.....	85
5. O lifeware.....	86
II. CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SIG DE NÍVEL LOCAL.....	88
1. A organização municipal.....	88
2. Metodologia da concepção do modelo de dados.....	90
3. Modelo de dados.....	96
3.1. Introdução.....	96
3.2. Topografia e hidrografia.....	103
3.3. Ocupação e uso do solo.....	104
3.4. Plano Director Municipal.....	105
3.5. Património edificado.....	106
3.6. Cadastros.....	108

Cadastro rústico.....	108
Cadastro urbano.....	109
Cadastro estatístico.....	113
Cadastro de redes de águas e de saneamento.....	114
Cadastro de redes eléctricas.....	118
Cadastro de redes de telecomunicações.....	118
Cadastro de redes viárias.....	119
Cadastro de redes de gás natural.....	123
Cadastro industrial.....	123
Cadastro de equipamentos colectivos.....	125
Cadastro de actividades económicas.....	128
Cadastro de espaços verdes.....	129
Cadastro de mobiliário de recolha de resíduos sólidos.....	132
4. Exploração e gestão do sistema.....	133
Formas de consulta e exploração.....	134
Consultas de informação alfanumérica.....	134
Consultas espaciais.....	134
Aplicação de funções de análise espacial.....	135
4.2. Resolução de problemas em planeamento territorial.....	143
Delimitação da Reserva Ecológica Nacional.....	144
Criação de áreas de protecção às redes viárias.....	146
Estudo para a localização de um parque urbano.....	147
Apoio à elaboração de Planos de Pormenor.....	149
4.3. Gestão do sistema.....	151
CONCLUSÕES.....	153
GLOSSÁRIO.....	156
BIBLIOGRAFIA.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig I.1. Formato de dados RLE	46
Fig I.2. Formato de dados Quadtree	47
Fig I.3. Formato de dados raster e vector	48
Fig I.4. Estrutura topológica	53
Fig I.5. Relações espaciais em SIG	53
Fig I.6. Processos de georeferenciação	62
Fig I.7. Representação do elipsóide e do geóide	66
Fig I.8. Projecção cartográficas mais utilizadas	68
Fig I.9. Alguns tipos de erros gráficos	77
Fig II.1. Ficheiro gráfico da área de estudo	101
Fig II.2. Estilo de traço	102
Fig II.3. Espessura do traço	102
Fig II.4. Modelo de dados do Património Edificado	107
Fig II.5. Informação gráfica referente ao Cadastro Urbano	111
Fig II.6. Modelo de dados do Cadastro Urbano	112
Fig II.7. Modelo de dados do Cadastro da Rede Viária	121
Fig II.8. Estruturação gráfica da Rede Viária	122
Fig II.9. Modelo de dados do Cadastro Industrial	125
Fig II.10. Modelo de dados do Cadastro de Actividades Económicas	128
Fig II.11. Modelos de dados do Cadastro de Espaços Verdes	130
Fig II.12. Configuração espacial do Cadastro de Espaços Verdes	131
Fig II.13. Modelo de dados do Cadastro de Mobiliário de recolha de Resíduos	133
Fig II.14. Representação espacial da query 1	136
Fig II.15. Representação espacial da query 4	139
Fig II.16. Visualização do registo "Convento de Nossa Sª de Suberra	143
Fig II.17. Metodologia automática para a delimitação da REN	145
Fig II.18. Algoritmo automático para a definição da REN	145
Fig II.19. Metodologia automática para a delimitação de áreas de protecção aos espaços-canais	147
Fig II.20. Metodologia para a localização de um parque urbano	148

ÍNDICE DE QUADROS

Q I.1. Características técnicas das UCP	24
Q I.2. Características técnicas das unidades de armazenamento	25
Q I.3. Características técnicas das estações totais	26
Q I.4. Características técnicas dos teclados	27
Q I.5. Características técnicas das portas	27
Q I.6. Características técnicas dos scanners	28
Q I.7. Características técnicas das mesas digitalizadoras	29
Q I.8. Características técnicas dos monitores	30
Q I.9. Características técnicas das impressoras gráficas	31
Q I.10. Características técnicas das redes de comunicações de dados	33
Q I.11. Formatos de dados das folhas de cálculo	36
Q I.12. Formatos de dados dos SGBD mais comuns	36
Q I.13. Distinção entre SIG e CAD	43
Q I.14. Formato de dados raster	53
Q I.15. Formato de dados vector	54
Q I.16. SIG raster versus SIG vector	53
Q I.17. Características da cartografia pub. pelo IPCC e pelo IGeoE, para Portugal Continental	70
Q I.18. Câmaras fotográficas e sensores radiométricos- possibilidades cartográficas	72
Q I.19. Erro máximo de posição em função da escala	82
Q I.20. Precisão altimétrica em função da escala	82
Q II.1. Áreas de intervenção da base de dados geográfica	99
Q II.2. Atributos gráficos da Topografia e Hidrografia	103
Q II.3. Categorias, features e respectivas tabelas de atributos	103
Q II.4. Processos de georeferenciação	103
Q II.5. Conteúdo da tabela de atributos Topografia	104
Q II.6. Conteúdo da tabela de atributos Hidrografia	104
Q II.7. Atributos gráficos da Ocupação e Usos do Solo	104
Q II.8. Categorias, features e tabelas de atributos da Ocupação e Uso do Solo	104
Q II.9. Processos de georeferenciação da Ocupação e Uso do Solo	105
Q II.10. Conteúdo da tabela de atributos Ocupação e Uso do Solo	105
Q II.11. Atributos gráficos das Cartas de Ordenamento e de Condicionantes do PDM	106
Q II.12. Atributos gráficos do Património Edificado	106
Q II.13. Categorias, features e respectivas tabelas de atributos do Património Edificado	107
Q II.14. Processos de georeferenciação Património Edificado	107
Q II.15. Conteúdo da tabela de atributos Património Edificado	107
Q II.16. Atributos gráficos do Cadastro Rústico	109
Q II.17. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro Rústico	109

Q II.18. Processos de georeferenciação do Cadastro Rústico	109
Q II.19. Conteúdo da tabela de atributos Propriedades Rústicas	109
Q II.20. Atributos gráficos do Cadastro Urbano	110
Q II.21. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro Urbano	110
Q II.22. Processos de georeferenciação do Cadastro Urbano	110
Q II.23. Conteúdo da tabela de atributos Edifícios	112
Q II.24. Atributos gráficos do Cadastro Estatístico	113
Q II.25. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro Estatístico	113
Q II.26. Processos de georeferenciação do Cadastro Estatístico	114
Q II.27. Conteúdo da tabela de atributos Censos	114
Q II.28. Atributos gráficos do Cadastro de Redes de Águas e de Saneamento	115
Q II.29. Categorias, features e tabelas de atributos do Cad. de Redes de Águas e Saneamento	115
Q II.30. Processos de georeferenciação do Cadastro Redes de Águas e Saneamento	115
Q II.31. Conteúdo da tabela de atributos Reservatórios	116
Q II.32. Conteúdo da tabela de atributos Estações Elevatórias	116
Q II.33. Conteúdo da tabela de atributos Tubagem da Rede de Água	116
Q II.34. Conteúdo da tabela de atributos Válvulas	116
Q II.35. Conteúdo da tabela de atributos Ventosas	116
Q II.36. Conteúdo da tabela de atributos Redutores de Pressão	117
Q II.37. Conteúdo da tabela de atributos Medidores de Caudal	117
Q II.38. Conteúdo da tabela de atributos Colectores de Águas Pluviais	117
Q II.39. Conteúdo da tabela de atributos Colectores de Esgotos Domésticos	117
Q II.40. Conteúdo da tabela de atributos Caixas de Visita	117
Q II.41. Atributos gráficos de Redes Eléctricas	118
Q II.42. Atributos gráficos de Rede Telefónica	119
Q II.43. Atributos gráficos de Redes Viárias	120
Q II.44. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro de Redes Viárias	120
Q II.45. Processos de georeferenciação do Cadastro de Redes Viárias	120
Q II.46. Conteúdo da tabela de atributos Cadastro de Redes Viárias	120
Q II.47. Atributos gráficos de Cadastro da Rede de Gás Natural	123
Q II.48. Atributos gráficos do Cadastro Industrial	123
Q II.49. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro Industrial	123
Q II.50. Processos de georeferenciação do Cadastro Industrial	124
Q II.51. Conteúdo da tabela de atributos Indústrias	124
Q II.52. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro de Equipamentos Colectivos	126
Q II.53. Processos de georeferenciação do Cadastro de Equipamentos Colectivos	126
Q II.54. Conteúdo da tabela de atributos Ensino	126
Q II.55. Conteúdo da tabela de atributos Saúde	126
Q II.56. Conteúdo da tabela de atributos Desportivos	127
Q II.57. Conteúdo da tabela de atributos Religiosos	127
Q II.58. Conteúdo da tabela de atributos Infância	127
Q II.59. Conteúdo da tabela de atributos Idosos	127
Q II.60. Conteúdo da tabela de atributos Mercados	127

Q II.61. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro de Actividades Económicas	128
Q II.62. Atributos gráficos de Cadastro de Espaços Verdes	129
Q II.63. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro de Espaços Verdes	129
Q II.64. Processos de georeferenciação Espaços Verdes	129
Q II.65. Conteúdo da tabela de atributos Espaços Verdes	129
Q II.66. Atributos gráficos do Cadastro de Mobiliário de Recolha de Resíduos	132
Q II.67. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro de Recolha de Resíduos	132
Q II.68. Processos de georeferenciação do Cadastro de Recolha de Resíduos	132
Q II.69. Conteúdo da tabela de atributos Mob_limpeza	132
Q II.70. Conteúdo e elementos fundamentais de um Plano de Pormenor	150
Q II.71. Estruturação da informação geográfica segundo o conteúdo da Planta de Implantação	150
Q II.72. Estruturação da informação geográfica relevante na elaboração de Planos de Pormenor	150

LISTA DE SIGLAS UTILIZADAS

B: byte	Mbps: Mega bit por segundo
b:bit	MPAT: Ministério do Planeamento e da Administração do Território
bps: bits por segundo	NIP: Número de Identificação de Prédio
c/s: ciclos por segundo	PCM: Presidência do Conselho de Ministros
EPAL: Empresa Portuguesa das Águas Livres	PDM: Plano Director Municipal
ESRI: Environmental Systems Research Institute	PEOT: Plano Especial de Ordenamento do Território
GDP: Sociedade Distribuidora de Gás Natural de Portugal	PMIF: Plano Municipal de Intervenção Florestal
FCL: Faculdade de Ciências de Lisboa	PMOT: Plano Municipal de Ordenamento do Território
ICN: Instituto de Conservação da Natureza	POOC: Plano de Ordenamento da Orla Costeira
GB: Gyga byte	PP: Plano de Pormenor
CAD: Computer Aided Design	PROGIP: Programa de Apoio à Gestão Informatizada dos Planos Municipais de Ordenamento do Território
CCR's: Comissões de Coordenação das Regiões	PROSIG: Programa de Apoio à Criação de Nós Locais do Sistema Nacional de Informação Geográfica
IEADR: Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural	PROT: Plano Regional de Ordenamento do Território
FCCN: Fundação para a Computação Científica Nacional	PU: Plano de Urbanização
IF: Instituto Florestal	RAM: Random Access Memory
CCRLVT: Comissão de Coordenação da Região de Lisboa e Vale do Tejo	RCCN: Rede da Comunidade Científica Nacional
CD-ROM: Compact Disc Read Only Memory	RNET: Reserva Natural do Estuário do Tejo
CD: Compact Disc	RNIG: Rede Nacional de Informação Geográfica
IGeoE: Instituto Geográfico do Exército	ROM: Read Only Memory
CMVFX: Câmara Municipal de Vila Franca de Xira	s: segundos
CNIG: Centro Nacional de Informação Geográfica	SGBD: Sistema de Gestão de Bases de Dados
CP: Correios de Portugal	SGBDR: Sistema de Gestão de Bases de Dados Relacionais
CPU: Central Processing Unit	SIG: Sistema de Informação Geográfica
CREL: Circular Regional Exterior de Lisboa	SQL: Structured Query Language
IGM: Instituto Geológico e Mineiro	TIN: Triangular Irregular Network
DGA: Direcção-Geral do Ambiente	UNL: Universidade Nova de Lisboa
dpi: dot per inch	USIG: Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica
DTM: Digital Terrain Model	UTL: Universidade Técnica de Lisboa
IH: Instituto Hidrográfico	UTM: Universal Transverse Mercator
IICT: Instituto de Investigação Científica e Tropical	
INAG: Instituto Nacional da Água	
INE: Instituto Nacional de Estatística	
INESC: Instituto de Engenharia e de Computadores	
INIA: Instituto Nacional de Investigação Agrária	
IPIM: Instituto Português de Investigação Marítima	
IPPC: Instituto Português de Cartografia e Cadastro	
ISA: Instituto Superior de Agronomia	
ISEGI: Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação	
JAE: Junta Autónoma de Estradas	
KB: Kilo byte	
LNEC: Laboratório Nacional de Engenharia Civil	
lpm: linhas por mm	
LTE: Electricidade, Lisboa e Vale do Tejo	
MB: Megabyte	
Mhz: Megahertz	
MIP: Mega Instructions Per Second	

INTRODUÇÃO

A presente dissertação pretende contribuir para a concepção e implementação de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) de nível local. Significa, sobretudo, um esforço integrador na sistematização de matérias diversas, complexas e delicadas, de uma área ambiciosa e em pleno desenvolvimento tecnológico.

O tema tratado neste trabalho vem ao encontro da abordagem interdisciplinar e *holística*, facultada pelo Curso de Mestrado em Planeamento Regional e Urbano, da Universidade Técnica de Lisboa e, em última análise, enquadra-se na especialização em Planeamento Local, conferida pelo referido Mestrado, e no próprio perfil do urbanista, que tem como objecto de estudo o território, com as suas componentes geográfica, económico-social, ambiental e cultural diversas.

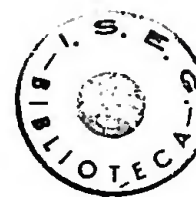
A recente implementação das novas tecnologias de informação geográfica, no nosso país, aliada à escassa produção de estudos científicos e de *know-how* constituiu, por um lado, obstáculo à elaboração desta dissertação e, por outro, um verdadeiro estímulo à investigação.

Foi objectivo fundamental deste trabalho esboçar uma tentativa de aproximação das novas tecnologias de informação, em pleno desenvolvimento, ao espaço geográfico específico de um município, integrado na Área Metropolitana de Lisboa, com a criação de um modelo de Sistema de Informação Geográfica, como instrumento de planeamento urbanístico e de apoio ao decisor.

A metodologia utilizada na realização do projecto em causa resultou de uma filosofia de investigação, concepção e implementação. Assim, os passos fundamentais deste longo trabalho de investigação académico pautaram-se por:

- Pesquisas bibliográficas;
- Visitas de estudo a organismos e empresas na área dos Sistemas de Informação Geográfica;
- Acções de formação nas tecnologias em causa;
- Recolha de dados/informação;
- Concepção teórica do modelo;
- Tratamento prévio dos dados;

- Implementação do modelo teórico em equipamento informático específico;
- Carregamento dos dados;
- Ensaio e exploração do modelo.



A organização da tese comporta duas partes fundamentais. A primeira parte aborda, de forma integral, os sistemas de informação geográfica, vistos na perspectiva da sua génese, do vasto domínio de aplicação e dos seus componentes: hardware, software, informação e recursos humanos inseridos no contexto da instituição que o venha a suportar.

A segunda parte, consubstancia um modelo de SIG aplicado ao município de Vila Franca de Xira. Neste contexto é abordada a sua integração nos serviços da Autarquia, o seu faseamento, a concepção informática do modelo de dados, a sua implementação e exploração.

Podem apontar-se como principais limitações desta dissertação a impossibilidade de abordar todos os temas tratados em profundidade e a tendência eminentemente teórica. Tais razões ficaram a dever-se à necessidade de sintetizar assuntos tão vastos num período de tempo reduzido, tendo em conta as exigências de abordagem teórica de um trabalho académico. Por outro lado, a realização do trabalho foi condicionada pela indisponibilização de informação para investigação por parte do INE, a preços acessíveis e em tempo oportuno. Acrescente-se, ainda, que os problemas de manutenção verificados no equipamento informático utilizado, para materializar algumas ideias, traduzindo-se na sua pouca operacionalidade, condicionaram uma melhor *performance* dos trabalhos.

A abordagem, simples e directa, das matérias em causa pretende demonstrar o lado prático da tecnologia e aproximá-la cada vez mais do técnico e do decisor e estabelecer uma estreita relação de diálogo entre estes intérpretes de mudança.

A inovação deste trabalho consiste, fundamentalmente, na adopção de uma perspectiva sistémica do planeamento territorial e na tentativa de estabelecimento de normas genéricas de estruturação da informação a utilizar pelos técnicos e decisores locais, com repercussões directas nos conceitos e na linguagem urbanísticas.

I. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

1. Gênese, conceitos e domínio de aplicação

Não é consensual o conceito de Sistema de Informação Geográfica. Frequentemente aceita-se apenas a ideia de que o SIG é composto pelo software que executa determinadas tarefas de análise e processamento de informação espacial. Para os investigadores destas matérias, fazem parte deste conceito o hardware, o software, a informação, os modelos e procedimentos utilizados e os recursos humanos, integrados numa organização. Parece que se deva ter mais em linha de conta este último conceito, uma vez que o software, desprovido dos outros componentes, assume uma dimensão reducionista, muito aquém do verdadeiro significado do SIG.

Tentar-se-á, seguidamente, considerar algumas definições, segundo os teóricos destas áreas tecnológicas.

Segundo D. Rhind (1987), um Sistema de Informação Geográfica é um “sistema de hardware, software e procedimentos, projectados para suportar a aquisição, gestão, manipulação, análise, modelação e visualização de dados georeferenciados, para resolver problemas de planeamento e gestão complexos”, ou então “um sistema computacional que pode reter e usar dados descrevendo lugares à superfície da Terra”. Para S. Aronoff (1989) “um SIG é qualquer sistema que usa, armazena e modifica informação georeferenciada, baseado num computador”. Segundo J. Antenucci (1991), “um SIG é um sistema que possui uma estrutura gráfica para coordenadas, uma estrutura topológica para relações espaciais e um sistema de gestão de bases de dados convencional, para atributos”.

Todavia, nas definições de SIG são consensuais as ideias de armazenamento, manipulação e geração de resultados espaciais para aplicações diversas.

Para melhor conhecer a gênese desta tecnologia, toma-se oportuno abordar, de uma forma integrada, as inovações tecnológicas mais recentes.

Os progressos científicos que se verificaram no século XX abriram novos horizontes para o conhecimento, para a compreensão do Universo, da matéria e do Homem. Podem destacar-se como progressos mais marcantes, os que abaixo se descrevem:

- A difusão dos primeiros programas radiofónicos e imagens de televisão, no início dos anos 20, nos EUA;
- Nos anos 30, as descobertas da radioactividade artificial, do microscópio

electrónico, da desintegração do átomo, a invenção do radar e o primeiro avião a reacção;

- No anos 40, a descoberta do “factor Rheasus”, o início da televisão comercial nos EUA, a invenção da primeira pilha atómica, a primeira máquina de calcular da IBM, a primeira bomba atómica, as descobertas do transistor e do avião supersónico;
- No anos 50, a bomba de hidrogénio, a primeira central atómica com produção de energia eléctrica e o primeiro satélite artificial;
- Início da Era Espacial preconizada pelas superpotências então URSS e EUA, marcada pela presença do Homem na Lua, nos anos 60;
- Registou-se um conjunto considerável de avanços científicos e tecnológicos na medicina, biologia e electrónica, nomeadamente a colocação no mercado da primeira calculadora de bolso, a patente do primeiro microprocessador da Intel Corporation, a primeira transfusão sanguínea sintética nos EUA e a produção da primeira hormona artificial, nos anos 70;
- Nos anos 80 e 90 registou-se uma evolução considerável em diversos domínios das ciências graças aos avanços da electrónica e informática que impulsionaram a Era da Informação, destacando-se a comercialização do primeiro leitor laser na Europa e a produção de software para sistemas de informação geográfica.

A Física foi a ciência que experimentou as mais profundas transformações com a Teoria da Relatividade de Albert Einstein e com a Teoria Quântica de Max Planck, sendo, esta, posteriormente desenvolvida por Heisenberg. O *princípio da incerteza* da teoria de Heisenberg foi amplamente estudado e aplicado aos transístores e mais tarde aos circuitos integrados e, graças a ele, se deve todo o desenvolvimento da microelectrónica. As únicas áreas em que a Física Quântica ainda não é devidamente incorporada são a gravidade e a estrutura do Universo em larga escala (S. Hawking, 1988). A integração das “duas físicas”, a Quântica (que explica as partículas) e a Relativista (que explica o comportamento do Universo) é tarefa que se ocupa, nos nossos dias, o cientista inglês Stephen Hawking, tendo denominado ao seu estudo, embora ainda em investigação, a Teoria Quântica da Relatividade.

Destes acontecimentos, o que mais marcou a era da máquina, do nosso século, foi sem, sombra de dúvidas, a invenção do computador nos anos 40. Desde a invenção deste, até aos nossos dias, podem diferenciar-se quatro gerações na *história da electrónica e da informática*.

A 1ª geração, baseada na *válvula*, vigorou entre 1944 e 1959, destacando-se o ENIAC como o primeiro computador electrónico, elaborado para fins militares, em 1947.

A cartografia temática teve início nos EUA e na Grã-Bretanha, nos anos 50. É nesta altura que surge o Atlas Britânico da Flora, embora em formato analógico, com mais de 2000 folhas. Surgem os primeiros mapas, impressos pelos meteorologistas, para controlar as marés de crude. Nos EUA, nasce o primeiro sistema de defesa baseado em radar com geração de imagem e, igualmente, o primeiro sistema de planeamento de transportes, para a cidade de Chicago. Mas o acontecimento mais marcante foi o nascimento, no Canadá, do primeiro Sistema de Informação Geográfica, da responsabilidade do Governo, contendo informação sobre agricultura, floresta, vida selvagem, divisões censitárias e uso do solo, para todo o país. Contudo, é nos EUA que surgem os pioneiros sistemas automáticos de cartografia para gás natural e electricidade (Antenucci, et al, 1991).

A invenção do *transístor* marcou a 2ª geração da electrónica e informática, que teve lugar entre 1959 e 1963. O *transístor*, de muito menores dimensões que a *válvula*, executando tarefas mais rápidas, permitindo períodos de funcionamento consideravelmente maiores, marcou, sem dúvida, uma importantíssima etapa na revolução electrónica e informática. É nesta fase que surgem as primeiras ferramentas informáticas para aplicações gráficas, suportadas pela tecnologia do transístor (silício e germânio), com o nascimento do CAD. Marcaram esta geração os primeiros digitalizadores, as impressoras gráficas e os terminais gráficos e a tecnologia de 16-bit⁽¹⁾.

O advento da Nova Geografia (quantitativa) teve um *impacte* significativo na génese e desenvolvimento dos sistemas georeferenciados. T. Hagerstrand foi o primeiro geógrafo sueco a simular dados espaciais (Antenucci, et al, 1991). Em 1962, Dr. Horwood e seus alunos desenvolveram, na Universidade de Washington, o protótipo SIG, com aplicação ao planeamento urbano (Antenucci, et al, 1991).

O aparecimento do *circuito integrado* definiu a 3ª geração, que marcou os anos decorridos entre 1964 e 1970. Nesta altura, este dispositivo electrónico permitiu a criação de computadores pessoais (Personnel Computers), devido às suas pequenas dimensões e potencialidades. Os consideráveis avanços informáticos dessa década permitiram o nascimento da arquitectura de 32-bit, mais rápida que a anterior. Como inovações tecnológicas salientam-se os monitores coloridos e o desenvolvimento de software de processamento gráfico. Surgiram as grandes empresas informáticas como a

(¹) - Na arquitectura de 16-bit o computador lê 2 caracteres e envia 2, simultaneamente. O procesador Intel 80286 possui esta arquitectura. Na arquitectura de 32-bit, presente nos circuitos integrados Intel 80386 e 80486, o endereçamento permite ler e enviar 4 caracteres de uma vez.

Computervision, a Applicon, Bendix, IBM, ESRI, Intergraph, Calma, Comarc e Synercom (Antenucci, et al, 1991). Nos EUA, a Universidade de Washington foi centro de investigação pioneiro desta tecnologia espacial e progressivamente esses centros foram-se expandindo, um pouco por toda a América do Norte e, nos anos 70, chegaram à Europa. Portugal teve o seu primeiro sistema georeferenciado no Gabinete da Área de Sines, mas é na segunda metade da década de 80 que esta tecnologia se instala, marcando o início, com os SIG's dos municípios de Oeiras e de Santiago do Cacém, a nível local. Deve salientar-se, também nesta altura, a aquisição de equipamento para a produção cartográfica, pelo então Serviço Cartográfico do Exército. Nos finais de década de 60 e início da década de 70, segundo João Mamoto, o capitão Miliciano Nunes, do então Serviço Cartográfico do Exército, fez a primeira experiência de fotogrametria digital conhecida em Portugal. O trabalho teve como suporte um estereorestituidor *Wild*, um registador de coordenadas *EK2*, com fita de papel perfurado, um computador do Centro de Cálculo Científico da Fundação Caloust Gulbenkian e um *plotter* do tipo *flat bed plotter*. O sistema lia a fita perfurada e convertia-a em "imagem" vectorial directamente para o *plotter*.

A 4ª geração teve início ainda nos anos 70 e ainda é vivida por nós. Marcam esta época, a informática de comunicação com os *computadores pessoais* e as *redes de transmissão de dados*, baseadas em microprocessadores. A nível dos sistemas de informação geográfica, as inovações reflectiram-se na criação de software *desktop*⁽²⁾ e do *scanning*⁽³⁾ da informação espacial.

Diversos profissionais devem ser apontados como impulsionadores dos sistemas de informação geográfica, nomeadamente os geógrafos e engenheiros geógrafos, os urbanistas e os arquitectos. O contributo inicial teve a sua origem nas noções, conceitos e nos estudos de natureza espacial, procurando localizar os fenómenos e estabelecendo relações entre eles. Contudo, o maior impulso tem sido movido pelas recentes tecnologias de informação. Foi sobretudo na década de 80 que os *mini* e *micro-computadores* se difundiram de modo intenso verificando-se o aparecimento de máquinas mais rápidas, tomando-se estas muito populares, vocacionadas para aplicações do tipo *desktop* em detrimento dos sistemas *mainframe*⁽⁴⁾. Começou por descobrir-se o verdadeiro lado prático da informática e os fabricantes investiram, cada vez mais, no hardware e software, quer de gestão, quer aplicacional. O declínio dos preços do equipamento veio tornar ainda mais possível a facilidade de aquisição de computadores. Por outro lado, a política de "não-

(2) - Sistemas baseados em tecnologia do tipo PC (Personnel Computer), mais económica e vocacionada ao uso corrente.

(3) - Conversão binária de imagem através de uma scanner.

(4) - Grandes sistemas com elevadas capacidades de armazenamento e velocidades de processamento de dados.

protecção” de algum software gráfico, nomeadamente de produtos CAD, contribuiu ainda mais para a difusão das potencialidades das suas aplicações.

O casamento entre as bases de dados com as aplicações espaciais e a fotografia aérea e a imagem de satélite vieram, sem dúvida, proporcionar uma nova revolução na área dos sistemas de informação geográfica, podendo integrar dados de natureza diversa, para aplicações cada vez mais diversificadas e complexas, desde a produção cartográfica e alfanumérica, à análise espacial e às aplicações de natureza específica, designadamente ambiente, ordenamento e planeamento do território e, em última análise, no apoio à decisão.

Os sistemas de informação georeferenciada foram, a pouco e pouco, adquirindo contributos de vários domínios tecnológicos e de desenvolvimentos disciplinares tradicionais, daí que haja integração de conceitos pertencentes a diversas áreas, nomeadamente à geografia, às ciências computacionais, à cartografia, à matemática, à geodesia, à estatística, à fotogrametria, à investigação operacional, à detecção remota e às ciências de *surveying*.

Seria exaustivo enumerar os diversos domínios de aplicação dos sistemas georeferenciados, contudo, tentar-se-á sintetizar os mais relevantes. Na Administração Pública Portuguesa, designadamente no Poder Central, a aplicação tende a pautar-se, cada vez mais, nas áreas seguintes:

- Definição de políticas de ordenamento do território, de ambiente, economia, indústria, turismo e educação;
- Investigação científica;
- Planeamento estratégico e militar;
- Estudos de Impacte Ambiental (biofísico e socio-económico);
- Elaboração, consulta, gestão e revisão dos Planos de Ordenamento da Orla Costeira (POOC), dos Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) e dos Planos Especiais de Ordenamento do Território (PEOT);
- Produção cartográfica;
- Produção de bases de dados sectoriais;
- Estudos eleitorais;
- Gestão de recursos naturais;
- Protecção civil;
- Identificação e *mapping* de acessibilidades.

No contexto de uma Autarquia, deve considerar-se o seguinte leque de actuações:

- Elaboração, consulta, gestão e revisão dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT) e dos Planos Municipais de Intervenção Florestal (PMIF);
- Caracterização do território e das actividades sociais e económicas;
- Licenciamento da construção;
- Optimização de localização de infra-estruturas e equipamentos;
- Gestão de redes de infra-estruturas;
- Gestão do solo, nomeadamente do cadastro geométrico da propriedade rústica e urbana;
- *Monitorização* de recursos naturais e de áreas sensíveis;
- Apoio à prevenção e ao socorro em situações de catástrofe, nomeadamente, inundações, fogos, terremotos, etc;
- Produção de cartografia de índices de construção e outros indicadores urbanísticos;
- Optimização de percursos de recolha de lixo;
- Outros domínios consoante a vocação a que for destinado.

No Sector Privado, as aplicações poderão fomentar as seguintes áreas de intervenção:

- Localização de áreas geográficas estratégicas para o investimento;
- Gestão de recursos naturais;
- Produção cartográfica;
- Gestão de redes;
- Estudos de marketing;
- Planeamento e gestão de transportes;
- Desenho industrial;
- Execução de projectos de arquitectura e de engenharia.

2. O Hardware

O conceito de *hardware* inclui diversas unidades físicas que têm como função constituir a plataforma ou infra-estrutura que suporta o *software* de gestão e o aplicativo. Como componentes principais de *hardware* podem distinguir-se o *hardware* para *input* (teclado), de armazenamento (discos rígidos, *diskettes*, *tapes*), de processamento (unidade central de processamento), e *hardware* para *output* de dados (*monitor*, impressora e *plotter*).

Para a escolha de cada unidade de hardware, deve fazer-se uma selecção bastante criteriosa, ponderando diversos aspectos, entre eles a velocidade de processamento, taxa de transferência de dados e as capacidades de armazenamento da memória central, da memória *cache* e de disco, entre outros.

Os quadros constantes dos pontos seguintes pretendem elucidar, de forma sintética, os principais componentes de um computador, tendo em conta as características mais relevantes. No contexto da grande dificuldade em estabelecer parâmetros ideais na selecção de computadores e de periféricos para sistemas de informação geográfica, devido ao ritmo assustador das inovações tecnológicas, que os ramos da electrónica e da informática têm sofrido, sobretudo, nos últimos anos, os seguintes quadros pretendem, apenas, indicar algumas referências actuais que poderão ser levadas em conta na aquisição de equipamentos informáticos.

2.1. Unidade Central de Processamento

A função fundamental da Unidade Central de Processamento (UCP) é a de controlar os acessos ao sistema e garantir a segurança de transmissão de dados. A UCP assume, também, um papel preponderante no controlo das comunicações entre periféricos e executa os comandos do utilizador. É, por assim dizer, a unidade de *hardware* fundamental de um computador, capaz de ler as instruções e coordenar as acções/tarefas mandadas executar pelo utilizador.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Velocidade da UCP	≥ 133 Mhz (≥ 90 MIPS) ^(*)
RAM	≥ 64 MB
Cache interna	8 a 16 KB
Cache externa	256 a 512 KB
Arquitectura PCI	32 ou 64 b

QI.1. Características actuais da UCP

Os *servers*, enquanto unidades centrais de uma rede, são especialmente vocacionadas para permitir a ligação de diversas unidades periféricas de hardware (monitores ou terminais videos, plotters, etc) possibilitando a partilha das mesmas aplicações de software, na rede local, gerindo a relação cliente-servidor.

Os *servers*, dado o elevado papel desempenhado na rede, podem possuir vários processadores centrais e geralmente contêm grandes capacidades de armazenamento em disco.

2.2. Outros componentes fundamentais e periféricos

Unidades de armazenamento

Os discos rígidos (*hard disk*), as *diskettes*, as bandas magnéticas, os discos ópticos e os *CD-ROM* constituem as unidades de armazenamento de informação convencionais. As unidades de armazenamento de informação permitem guardá-la e mantê-la inalterável para diversas aplicações e futuras utilizações. Os discos rígidos assumem um papel preponderante, pelo elevado volume de informação que suportam e pela facilidade e comodidade de acesso. Quando se pretende trabalhar com dados de natureza espacial, há a necessidade de se adquirir discos com capacidades de armazenamento elevadas, da ordem de 1 Gbyte ou superiores. Os dados espaciais são especialmente consumidores de espaço em suporte digital, em particular para os formatos *raster*, como se verá mais adiante. Os discos ópticos, embora mais lentos que os restantes, têm a vantagem de serem móveis e de armazenar grandes volumes de informação. As *diskettes* costumam ser utilizadas para

(*) - Milhões de Instruções por Segundo.

cópias de segurança da informação, que está contida no disco rígido, de ficheiros de dimensões mais reduzidas, possibilitando quer o armazenamento, quer a troca de informação entre micro-computadores. Para volumes consideráveis de armazenamento, não obstante a sua baixa velocidade de acesso, as bandas magnéticas apresentam-se mais eficientes, por isso são destinadas a cópias de segurança do disco rígido. Os CD-ROM são discos apenas de leitura. As vantagens da sua utilização prendem-se com as elevadas capacidades de armazenamento de informação, muitas vezes utilizados como veículos para instalação de software no disco rígido.

Para além da capacidade de armazenamento, devem considerar-se outros parâmetros de controlo, para este *hardware* em causa. Trata-se das taxas de transferência de dados e das velocidades de acesso ao disco. A *performance* da UCP deve ser conjugada com boas *performances* em taxas de transferência e em velocidades de acesso, por forma a garantir maior rapidez de processamento de informação.

Unidade de hardware	Capacidade de armazenamento	Taxa de transferência de dados	Velocidade de acesso
Disco rígido	≥ 2 GB	≥ 7 MB/s	< 10 ms
Diskettes	1.44 MB	baixas	> 250 ms
Bandas magnéticas	≥ 1GB	366 KB/s	muito baixas
Discos ópticos	≥ 1GB	baixas	baixas
CD-ROM (x4)	600 MB	> 900 KB/s	< 150 ms

QI.2. Características técnicas actuais das unidades de armazenamento

Estações totais e laser guns

As estações totais são dispositivos electrónicos, que vieram revolucionar e substituir os teodolitos. A sua função é a de captar dados (coordenadas) no terreno, convertendo-os em coordenadas rectangulares, medindo ângulos e distâncias, através de pontos coordenados conhecidos, armazená-los em formatos digitais e posteriormente transferi-los para programas capazes de os reconhecer e de construir o modelo topográfico. A sua importância é vital para a actualização da cartografia numérica. As grandes potencialidades deste equipamento permitem libertar o topógrafo para outras tarefas, devido ao elevado rendimento de trabalho. Uma outra vantagem reside na maior fiabilidade dos dados levantados quando comparada com os levantamentos tradicionais.

A *laser gun* da Laser Technology, Inc., é outro dispositivo, muito recente, que permite

calcular, à semelhança das estações totais, ângulos e distâncias, convertendo-as em coordenadas rectangulares. A grande vantagem, em relação àquelas, reside no facto de apenas necessitar de um operador de campo, devido ao sistema de emissão e recepção de raios laser. Conseguem-se precisões da ordem de 9.4 cm, para distâncias entre os 500m e 9 Km, quando usado um prisma reflector⁽⁶⁾. A captura de dados pode, de igual modo, ser transferida para formatos ASCII ou DXF e serem utilizados em modelos digitais de terreno em ambiente SIG.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Precisão	5"
Medida de distância	≥ 2.1 m
Actualização	3.2 s
Interface	RS 232C
Formatos de saída	ASCII, DXF (2D e 3D)
Cademeta electrónica com memorização	≥ 2000 coordenadas
Painel de controlo	LCD (10 dígitos/coordenada)

QI.3.Características técnicas actuais das estações totais.

Sistema de Posicionamento Global

O GPS (Global Positioning System) é um dispositivo electrónico que tem como função captar coordenadas, através da recepção de dados via satélite. A conjugação de dois satélites em órbita, num período de 30-32 minutos, é suficiente para se obterem as coordenadas desejadas, em qualquer parte do globo, desde que garantidas as condições de recepção do sinal. Serve para levantamentos topográficos em modelados muito difíceis e, inclusivamente, para a elaboração de cartografia digital com precisão.

A ligação do GPS a uma estação total é a combinação perfeita para levantamentos com precisão.

⁽⁶⁾ - Mark Bradshaw, "Improving Data Acquisition and Conversion Productivity Using Laser Mapping Systems", (comunicação), USA, 1994.

Teclados, ratos e portas

Os teclados (keyboard) constituem a forma mais expedita para introdução de dados em sistemas digitais. Hoje em dia, a escolha deste periférico não oferece qualquer problema, uma vez que a sua produção é quase *standard*. Contudo, deve assegurar-se a capacidade de possuir caracteres nacionais e a existência de teclas de função disponíveis para executar determinadas rotinas de programação.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Língua	Português e Internacional
Bloco numérico (Ten Key board)	Sim
Teclas de função	≥ 12
Número de teclas	≥ 101

QI.4. Características actuais dos teclados.

Os ratos (*mouses*) passam a ser também um tipo de periférico que não oferece grandes preocupações na selecção. Há toda a vantagem em que os mesmos possuam, pelo menos, três botões para a programação de funções do tipo *data-point*, *tentative-point* e *reject*⁽¹⁾.

Hoje em dia, a sofisticação dos ratos passa a ser tal que abarca o aspecto ergonómico e aspectos mais técnicos, como são a utilização de feixes de raios infravermelho em substituição do fio de ligação à porta série da UCP.

As portas (*slots*) são o interface pelo qual um computador estabelece ligação externa com qualquer dos seus periféricos. Deve assegurar-se o número mínimo de portas para as necessidades primárias de periféricos, a fim de se evitarem custos adicionais.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Portas paralelas centronics	1
Portas série RS232C	2
Portas auxiliares	1
Portas video	2

QI.5. Características técnicas actuais das portas.

⁽¹⁾ - *Data-point* consiste na selecção de um determinado ponto; *tentative-point* consiste na identificação e captura do ponto coordenado mais próximo; *reject* significa anular a selecção.

Scanners

Os *scanners* são dispositivos electrónicos com função de converter imagens analógicas no formato numérico (digital). O resultado da conversão traduz-se em ficheiros pancromáticos (preto e branco) para resoluções radiométricas de 1 bit⁽⁸⁾. A obtenção de 256 cores ou 256 níveis de cinzento são possíveis em resoluções de 8 bits⁽⁹⁾. A resolução espacial é directamente proporcional à precisão pretendida para a imagem digital; quanto maior for a mesma, tanto maior será a fiabilidade dos dados e consequentemente o tamanho do ficheiro obtido.

À obtenção de imagem rasterizada segue-se o processo de *vectorização*. Este consiste na utilização de software próprio que visa construir objectos ou entidades espaciais do tipo vector, constituídas por pontos, linhas, ou polígonos, que poderão ter ligação a tabelas da base de dados.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Resolução espacial ⁽¹⁰⁾	200 (7.5 µm) a 1016 dpi (254µm)
Resolução radiométrica ⁽¹¹⁾	8 bits (0-255) ou 3 x 8 bit para cor (RGB)
Dimensão do papel	A4 a A0
Tipo	flat-bed scanners (mesa) ou drum-scanners (tambor)

QI.6. Características técnicas actuais dos *scanners*.

Os *scanners* podem funcionar por *reflexão* de luz emitida e recebida pela cabeça ou por *transmissão* de luz emitida por uma cabeça atravessando o documento e sendo recebida por outra. Para documentos opacos deve utilizar-se o primeiro processo e no caso de documentos transparentes, ou um ou o outro.

Mesas digitalizadoras

O objectivo da mesa consiste na conversão da imagem analógica para formato vector, por conversão directa em linhas, pontos ou polígonos. Enquanto o *scanner* rasteriza, a mesa

(8) - O nível binário 0 significa a ausência do fenómeno e 1 a sua presença.

(9) - Atente-se à relação 2^n , em que n representa o número de bits. Se $n=8$, então $2^8 = 256$.

(10) - Também denominada geométrica porque tem a ver com a dimensão do pixel.

(11) - Tem a ver com o número de níveis de cinzento que se podem obter entre o branco e o preto, ou os níveis e cor no sistema RGB.

vectoriza. O funcionamento de uma mesa baseia-se na existência de uma rede electromagnética, constituindo um sistema de coordenadas cartesianas próprio. O software tem por objectivo o reconhecimento dos pontos provenientes da *malha* e converte-os em sinais digitais. Dizer que uma mesa tem uma resolução de 20 μm , significa que o espaçamento da rede electromagnética é de 20×10^{-3} mm.

A mesa oferece menores performances de fiabilidade que o scanner, pois é mais susceptível de introduzir erros de digitalização e de os ignorar. A precisão dos resultados obtidos com uma mesa estão fundamentalmente dependentes da qualidade do material e do estado de espírito e sensibilidade do operador.

O *cursor* da mesa deverá possuir pelo menos três botões, dada a necessidade de se programar algumas teclas, do mesmo, para executar determinados comandos úteis no processo de digitalização.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Precisão	≤ 0.254 mm
Resolução	≥ 100 lpm ⁽¹²⁾
Dimensão do papel	$\geq A1$
Cursor	≥ 3 botões

QI.7. Características técnicas actuais das mesas digitalizadoras.

Monitores

Na selecção de um monitor, para além da resolução, outros critérios deverão ser tomados em linha de conta, nomeadamente a dimensão (diagonal), a frequência e a capacidade de RAM video. As aplicações gráficas exigem monitores coloridos de dimensões maiores que as mais usuais (14"). São preferíveis diagonais iguais ou superiores a 17". Contudo, acrescente-se que os preços tomam-se elevados para dimensões superiores a 14".

A taxa de *refresh* ⁽¹³⁾ deve situar-se acima dos 65 Hz (ciclo/segundo). Quanto maior for esta frequência, tanto mais estática será a imagem. Os monitores entrelaçados refrescam a imagem no dobro do tempo dos não-entrelaçados, sendo preferíveis estes.

⁽¹²⁾ - Linhas por mm.

⁽¹³⁾ - Representa a taxa de actualização da imagem (frequência de varrimento vertical), correspondendo ao número de imagens completas em modo não-entrelaçado escritas no ecrã segundo a segundo.

A placa gráfica deverá possuir endereçamento igual ou superior a 32-bit e a RAM-vídeo com capacidade igual ou superior a 2 MB, para garantir uma rápida actualização da imagem e poder suportar mais de 16×10^4 cores. As dimensões do pixel aceitáveis deverão situar-se na gama dos 0.25 dpich. O monitor deverá, ainda, ser plano (*flat screen*), de baixa radiação e respeitar os parâmetros seguintes:

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Resolução em cor	> 1024 x 1280 pixel (SVGA)
Dimensão	$\geq 17''$
RAM-video	≥ 2 MB
Grelha de pixeis	Não entrelaçado
Taxa de refresh	> 65 hz
dpich ⁽¹⁴⁾	0.033 a 0.25 mm

QI.8. Características técnicas actuais dos monitores.

Os monitores utilizam o conceito de cores aditivas (*additive primary colors*) ou cores de transmissão (*colors of transmission*). Qualquer cor resulta da adição das cores primárias RGB (*red, green and blue*). Neste sistema, a cor resulta quando existem diferentes proporções de vermelho, verde e azul, i. e., quando se verifica a seguinte desigualdade $R \neq G \neq B$. Quando $RGB = (0,0,0)$, temos o preto (*void*). O vermelho resulta da seguinte relação $RGB = (255,0,0)$; o verde quando $RGB = (0,255,0)$; o azul, de igual modo, $RGB = (0,0,255)$; o branco terá $RGB = (255,255,255)$.

Os periféricos de impressão (*plotters de canetas, plotters electrostáticos e impressoras de jacto de tinta*), por sua vez, usam o sistema de cores subtractivas primárias (*subtractive primaries*) MCY (*magenta, cyan and yellow*). A cor preta resulta da soma do *magenta, cyan (azul-ciano) e amarelo*. i.e. $MCY = (255,255,255)$; o *magenta* resulta da seguinte relação $MCY = (255,0,0)$; o *cyan* $MCY = (0,255,0)$ e o *amarelo* $MCY = (0,0,255)$. As cores intermédias resultam de outras proporções diferentes de cada uma das cores subtractivas.

Plotters

Existem no mercado diversos tipos de periféricos de impressão gráfica. Também nesta área se verificaram muitas e rápidas inovações, sobretudo na actual década.

(¹⁴) - Dot per pitch, i.e. dimensão do pixel.

Das antigas impressoras alfanuméricas matriciais de impacto, evoluiu-se para as electrostáticas, para as de jacto de tinta e para as *laser*, progressivamente com maiores capacidades de representação, velocidades e com introdução da cor. Os *plotters* são impressoras especialmente vocacionados para as aplicações gráficas. Hoje em dia, já se consideram obsoletos os *plotters* de canetas e os electrostáticos, devido ao elevado custo de manutenção. A nova geração a jacto de tinta permite obter resoluções superiores a 300 dpi em cor e a 600 dpi pancromáticos, a preços muito competitivos. A versatilidade dos novos modelos permite trabalhar com diversas dimensões e variedades de papel vulgar, graças às inovações tecnológicas de hardware, na área da computação gráfica.

Os *plotters* mais recentes já vêm com configurações de origem da ordem dos 2 MB de capacidade de armazenamento, expansíveis a 4 MB, ou mais. Quanto maior for o *buffer* de impressão⁽¹⁵⁾ tanto mais rápida será a libertação do computador, de ficheiros muito pesados, para outras utilizações.

As linguagens mais comuns para aplicações gráficas são a PCL5, HPGL, HPGL/2, RTL e PostScript. Na generalidade os pacotes de software CAD suportam uma destas linguagens de base, podendo até suportar todas elas.

Características	Parâmetros de aceitabilidade
Resolução em cor	≥ 300 dpi
Resolução pancromática	≥ 600 dpi
Precisão	≥ 0.0508 mm
Repetibilidade ⁽¹⁵⁾	≥ 0.127 mm
Dimensão do papel	A4 a A0
Suporte de papel	Contínuo (rolo) ou em folhas soltas
Tipo de papel	Vegetal, película, normal
Velocidade de desenho	≥ 508.02 mm/s
<i>Buffer</i>	≥ 4 MB

QI.9. Características técnicas actuais das impressoras gráficas

⁽¹⁵⁾ - Memória de armazenamento temporário.

⁽¹⁶⁾ - É a medição da fiabilidade com que uma caneta, por exemplo, pode ser posicionada num determinado ponto do desenho.

2.3. As infraestruturas de comunicação de dados

Modems e multiplexers

Os *modems* servem para a transmissão de dados entre vários terminais e UCP's e, normalmente, usam linhas de telefone analógicas. Os modems mais lentos *low-speed modems* têm velocidades de transmissão da ordem dos 1200 bps (bits por segundo). Os intermédios *medium-speed modems*, situam-se na ordem dos 1200 a 4800 bps. Os de maior rapidez, trabalham com taxas de transferência de dados superiores a 4800 bps e necessitam de linhas dedicadas para tirarem maior proveito das comunicações. Deve ter-se em conta que a performance de um *modem* depende, em larga medida, da infra-estrutura de comunicação que o suporta (linha). Como é óbvio, a quantidade de interferências da mesma afectam o sinal. Alguns modems mais sofisticados detectam erros de comunicação e processam de novo a transmissão, até haver êxito na comunicação.

Com um multiplexer há a possibilidade de aumentar a capacidade de transmissão e o número de utilizadores da linha. Com estes dispositivos podem atingir-se velocidades superiores a 57 600 bps.

Redes de comunicação de dados

As redes de comunicações de dados constituem a infra-estrutura de transmissão da informação e são responsáveis pela partilha de dados entre vários terminais, alargando as possibilidades de gestão e de processamento de cada um individualmente. Devem distinguir-se as redes locais⁽¹⁷⁾ e remotas. As remotas suportam, por exemplo, serviços de comunicação de dados, como sejam o INTERNET⁽¹⁸⁾, TELEFAX, VIDEO CONFERÊNCIA, VOICE MAIL, etc.

As redes locais podem suportar velocidades de transmissão de dados aceitáveis, da ordem dos 10 Mbps. Todavia, discute-se, actualmente, se podem ser instaladas na via

⁽¹⁷⁾ - Da designação anglosaxónica LAN, i.e. Local Area Network.

⁽¹⁸⁾ - O serviço Internet, é recente no nosso país, embora já exista há alguns anos nos EUA. É explorado pela TELEPAC, em Portugal, e está à disposição de qualquer utilizador (empresa ou simples cidadão), mediante o pagamento de tarifa telefónica, um volume considerável de informação em bases de dados existentes por todo o mundo, desde que, para tal, possua o hardware e o software necessário para acesso à rede.

pública e exploradas por outras entidades que não os operadores oficiais de comunicações. A razão deve-se ao facto de que só as comunicações básicas (voz) são da competência exclusiva dos operadores oficiais de comunicações e a transmissão de dados não pode ser incluída naquela competência.

A rede pública de transmissão de dados nacional é explorada pela TELEPAC e permite o acesso ao serviço INTERNET, via telefónica.

Tipo de rede	Velocidade máxima de transmissão	Distância máxima
Cabo RS232C	19200 bps	46 m
Cabo coaxial fino	10 Mbps	305 m
Cabo coaxial standard	20 Mbps	610 m
Cabo fibra óptica	2 a 10 Mbps	2 Km
Cabo multifibra óptica	1 Gbps	48 Km
Raio laser	≤ 10 Mbps	2 Km
Radio	≤ 10 Mbps	10 Km

QI.10. Características técnicas actuais das redes de comunicação de dados.

Podem ainda salientar-se três tipos fundamentais de configurações de rede de dados:

- *Em estrela*: permite que todos os terminais comuniquem com o nó central. A desvantagem reside no facto de que, no caso de uma única avaria, toda a rede deixa funcionar;
- *Em linha*: um único cabo permite a transmissão de dados por vários terminais e a informação circula nos dois sentidos da linha;
- *Em anel*: o fluxo de informação é circular e unidireccional;

Dos protocolos de redes de transmissão de dados citam-se os mais conhecidos: Ethernet, Novell, TCP/IP, NFS, ISO/OSI, SUN/ONC, IBM, DECnet, XNS, Apple Talk, entre outros. Entenda-se por *protocolo* um conjunto de regras informáticas especificando o formato e possibilitando a transmissão de dados.

3. O Software

3.1. Sistemas operativos

Entenda-se por *software* um conjunto instruções (rotinas e programas) que permitem o hardware executar tarefas específicas. Existem duas categorias: *software de base e aplicacional*.

Os sistemas operativos constituem o software de base, pois suportam o software aplicacional e dão "vida" aos computadores. Os sistemas operativos têm, também, uma função importante que é a de condicionar acessos aos programas por outros utilizadores. Estes acessos podem ser de leitura (read-only), leitura e actualização de dados (read & modify), alteração e eliminação de dados (read, modify & delete).

O *software* aplicacional é todo o conjunto de programas elaborados com o objectivo de realizar determinadas tarefas, podendo ser específicas ou genéricas. Incluem-se nestes, os processadores de texto, as folhas de cálculo, os sistemas de gestão de bases de dados, linguagens de programação, programas de contabilidade, *pacotes de software* SIG, etc.

Para além da divisão clássica de software de base e aplicacional, poder-se-ia considerar uma outra subdivisão - o software *gerador de aplicações* e aí incluir-se-ia a maioria dos *pacotes* de software de sistemas de informação geográfica que permitem gerar modelos, executando funções específicas.

Como se viu anteriormente, as áreas de aplicação de um SIG vão desde o processamento de dados espaciais, às bases de dados alfanuméricas e às utilizações muito específicas, para que deverá ser programado.

Dos vários sistemas operativos existentes no mercado podem distinguir-se os que permitem a *multitarefa*⁽¹⁹⁾ e o *multiposto*⁽²⁰⁾ e os que não o fazem.

Quando se pensa na perspectiva da organização (empresa ou município) e se pretende partilhar as aplicações disponíveis em SIG há, então que pensar nos sistemas operativos que permitam a *multitasking*, tal como sejam o VMS, o UNIX, o OS/2, o Windows 95⁽²¹⁾ e o Windows NT. Os sistemas operativos MS-DOS e Macintosh embora permitam trabalhar em rede, excluem as capacidades dos sistemas multitarefa.

⁽¹⁹⁾ - O mesmo que *multitasking*, que significa a partilha de tempos da UCP para executar diversos programas "em simultâneo", do mesmo ou de vários utilizadores.

⁽²⁰⁾ - Implica a existência de vários postos de trabalho ou vários utilizadores.

⁽²¹⁾ - Lançamento oficial, pela Microsoft, a 25 de Agosto de 1995 em Redlands, nos EUA.

A tendência das *plataformas* de software de base, da nova geração de Sistemas de Informação Geográfica, é a da adopção de sistemas operativos mais versáteis do ponto de vista do utilizador, funcionando em ambiente gráfico, sob a filosofia multitasking. Os grandes sistemas baseados em operativos do tipo VMS e UNIX tendem a ser substituídos por sistemas gráficos mais versáteis do ponto de vista da facilidade de aprendizagem e utilização e do baixo custo de aquisição e manutenção. A “reconversão” do software de gestão para *desktop mapping* é acompanhada pela opção de hardware do tipo PC, em detrimento das estações gráficas tradicionais baseadas em sistemas operativos do tipo UNIX ou VMS. Neste cenário, têm ganho terreno os novos operativos, nomeadamente, o Windows-NT.

A opção pelo sistema operativo deve ser criteriosamente ponderada uma vez que pretende constituir a plataforma mais estável num SIG, já que o software aplicativo e o hardware se apresentam mais propensos à evolução tecnológica.

3.2. Software aplicativo

Folhas de cálculo

Embora as folhas de cálculo não constituam pacotes de software de um SIG, todavia podem assumir um papel preponderante na fase de arranque. A introdução e codificação de dados em folhas de cálculo permitirá que os mesmos migrem para os SGBD⁽²²⁾, dada a facilidade de trabalho e potencialidades daqueles programas. A compatibilidade dos formatos de dados mais comuns⁽²³⁾ de folhas de cálculo para bases de dados é condição necessária e suficiente para se poder tomar esta opção transitória, que levará, sem dúvida, à optimização do tempo, enquanto não haja software SIG.

⁽²²⁾ - Sistema de Gestão de Bases de Dados. Dos mais conhecidos, podem destacar-se: dBase, Informix, Oracle, Ingres, Access. SGBD não é o mesmo que base de dados, embora assumam o mesmo significado, em gíria comum. O SGBD é o software que permite criar e gerir bases de dados. Uma base de dados constitui um conjunto de tabelas, relacionadas entre si, de forma coerente, contendo dados sobre acontecimentos, eventos e entidades.

⁽²³⁾ - Podem identificar-se os seguintes formatos de dados, em folhas de cálculo, como standards: ASCII, SLK. No que se refere a formatos de texto existem os seguintes, ASCII, RTF, TXT e CSV.

Software	Formato de dados
Lotus 1-2-3	WK*
Excel	XLS, XLA, XLM, XLW
4Pro/DOS	WQ*
Microsoft Works ⁽²⁴⁾	WKS

QI.11. Formatos de dados de folhas de cálculo mais comuns.

Sistemas de gestão de bases de dados

O SGBD é um módulo de software fundamental em SIG. É o *pacote* de software que gere as bases de dados, estas constituídas por tabelas e estas por colunas (campos) e linhas (registos), organizadas, podendo ser incrementadas, actualizadas e consultadas eficiente e eficazmente, com vista a satisfazer as necessidades de planeamento e gestão das organizações. Num SGBD, os dados são armazenados em tabelas mantendo relações de interdependência entre si.

Software	Formato de dados
dBase	DBF
Access	MDB
Informix	DBS
Oracle	DBA

QI.12. Formatos de dados de SGBD mais comuns.

A constituição da base de dados de um sistema georeferenciado, por ser a parte vital do mesmo, é o módulo que absorve mais tempo a ser concebido e implementado. Mais de 80% dos custos e do tempo gasto num sistema SIG são canalizados para a aquisição, concepção e manutenção da base de dados.

O sistema de gestão de base de dados alfanuméricos, em SIG pode ou não ser único módulo. Quando o sistema de gestão de dados geográficos é único, existe, em regra, uma melhor *performance* na integração dos dados georeferenciados, mas, provavelmente, mais problemas em termos de compatibilidade com *pacotes* de software exteriores ao sistema. Na situação em que existem módulos distintos para tratar dados alfanuméricos e dados espaciais, estes estão ligados entre si por interfaces de software especialmente

⁽²⁴⁾ - Pacote integrado constituído por um editor de texto, uma folha de cálculo e uma base de dados.



vocacionados. Os SGBD convencionais mais comuns no mercado são o Oracle, o Infomix, o dBase, o Ingres, etc. Salientam-se, de igual modo, os sistemas de computação gráfica mais comuns, conhecidos por CAD genéricos, Autocad, Prime, MEDUSA, Microstation, etc.

Os dados alfanuméricos podem ser descritores digitais das entidades espaciais ou cartográficas (atributos) e podem ser armazenados separadamente daqueles e, deste modo, facilmente transferidos para outros sistemas SIG ou simplesmente para outros SGBD's. A título de exemplo, uma entidade gráfica, do tipo via de comunicação, pode ter como descritores os seguintes atributos: designação, estado de conservação, extensão, número de veículos por hora, etc.

Porém, outros sistemas há, em que a base de dados geográfica é única e as entidades gráficas e respectivos descritores (atributos) são um todo. Esta filosofia tem benefícios, como é óbvio, mas a desvantagem reside nos maiores tempos de resposta do sistema, na maior dificuldade de manutenção do mesmo e em maiores problemas a nível de transferência de dados entre sistemas diferentes, pois hoje em dia, a compatibilidade entre sistemas SIG é ainda uma questão em aberto.

Fundamentalmente existem três estruturas de bases de dados:

- **Modelo hierárquico:** As relações entre dados processam-se *a priori* e as queries são *standards*, obedecendo a uma estrutura hierárquica rígida de uma-para-várias relações.
- **Modelo em rede:** os dados do mesmo tipo estão agrupadas podendo existir relações do tipo um-para-um e uma-para-vários.
- **Modelo relacional:** Foi definido em finais dos anos 70, onde os dados, guardados em tabelas constituídas por linhas e colunas, estão relacionados entre si, podendo existir diversos cruzamentos entre eles. No modelo relacional uma entidade gráfica constitui um elevado foco de informação. As *queries*, assunto a abordar adiante, permitem interrogar ou consultar *ad-hoc* as tabelas, de um modo bastante expedito. Elas são muito úteis porque permitem uma enorme diversidade de pesquisas, com elevado grau de liberdade nos cruzamentos entre tabelas.

O modelo relacional é, por excelência, o mais utilizado e o mais adequado aos sistemas SIG, porque permite um elevado número de combinações na pesquisa de dados. Por esse motivo, será objecto de estudo neste projecto.

A filosofia deste modelo baseia-se nas relações que cada entidade pode estabelecer com outras. Estas relações são normalmente de um-para-várias⁽²⁵⁾, podendo, contudo estabelecerem-se relações de um-para-um, embora menos usuais. Na segunda parte deste trabalho serão dados, vários exemplos deste tipo de relações.

Os passos importantes na construção de uma base de dados relacional são os seguintes:

- Definir o universo de actuação da base de dados;
- Identificar as variáveis relevantes para constituir a base de dados;
- Efectuar o levantamento da informação relevante;
- Identificar as entidades que se podem individualizar, fazendo corresponder, a cada uma, uma tabela;
- Construir as tabelas com as respectivas colunas ou campos e seus atributos (tipo de campo: numérico, texto, tempo, etc);
- Identificar as colunas-chave, de cada tabela, como valores únicos, que constituem *links* entre os vectores e os dados alfanuméricos;
- Estabelecer as relações possíveis e seu tipo, entre as colunas de cada tabela;
- Conferir às relações estabelecidas a sua integridade⁽²⁶⁾;
- Introdução dos primeiros dados para teste da base de dados;
- Estabelecer regras de validação (controlo de introdução de dados) da informação, para determinados campos das tabelas;
- Elaborar consultas (queries) entre elementos das tabelas e conferir os resultados;
- Criar vistas (views) parciais de dados das tabelas, atribuindo os nomes mais adequados às colunas, de acordo com a finalidade da consulta dos dados;
- Criação de formulários (layouts) de introdução e consulta de dados entre várias tabelas;
- Estabelecer níveis de acesso aos campos e/ou tabelas, em modos de consulta (read-only), alteração (read & modify), ou de escrita (read & write);

⁽²⁵⁾ - As relações de uma-para-várias assumem as notações 1-n ou 1-∞. Contudo, em teoria relacional, também se utiliza a notação 0-n ou 0-∞, querendo o 0 significar ausência de relações.

⁽²⁶⁾ - A integridade consiste em estabelecer relações biunivocas entre dados de tabelas em que a tabela relacionada deve possuir todas as ligações correspondentes com a primária, sem haver duplicação ou ausência de dados comuns.

- Produzir relatórios (reports) de saída de dados para as queries pretendidas;
- Construir macros⁽²⁷⁾, se necessário.

A base de dados de um SIG envolve a integração de dados de múltiplas fontes, com vários níveis de fiabilidade, escalas, estruturas geométricas, resoluções espaciais e outras particularidades. Por isso, a qualidade deve ser testada periodicamente, à medida que for implementada e actualizada.

Na maioria das bases de dados relacionais, as queries são efectuadas por comandos escritos em linguagem do SGBDR. Contudo, a maioria dos SGBD utilizam a SQL (Structured Query Language), que é, sem dúvida, a linguagem eleita para esse fim, sendo já considerada *standard*, embora para cada produtor de SGBD possa haver variantes.

As consultas (pesquisas, interrogativas ou queries) são a forma mais adequada e expedita para a visualização de dados entre diversas tabelas.

De uma forma genérica, as queries dividem-se em 2 grupos, as de *visualização* e as de *acção*. As primeiras apenas permitem consultar dados, de uma ou de várias tabelas. As segundas actuam em tabelas podendo alterar dados.

Com base na linguagem SQL e respectiva sintaxe, existe, assim, a seguinte classificação:

Queries de visualização:

- Select Query: selecciona e visualiza os dados de acordo com as relações e os parâmetros estabelecidos.

> select [**/distinct row*] <colunas> from <tabelas> [*where <condições>*];⁽²⁸⁾

> select [**/distinct row*] <colunas> from <tabelas> [*where <condições>*] [*group by* {<coluna>} [...]];

> select [**/distinct row*] <colunas> from <tabelas> [*where <condições>*] [*having <condições>*];

> select [**/distinct row*] <colunas> from <tabelas> [*where <condições>*] [*order by* {<coluna> [{<ascendente/descendente>}]} [...]];

⁽²⁷⁾ - As macros constituem um conjunto de instruções com vista a executar uma sequência de comandos e realizar tarefas de forma automática.

⁽²⁸⁾ - Os parêntesis () implicam a sua presença obrigatória; os parêntesis [] representam um campo opcional, o símbolo [...] indica repetição de campos; < > indicam campo ou parâmetro; os * indicam vários parâmetros (ocorrências) obrigatórios e o * assume todas as colunas da tabela, ou todos os caracteres seguintes.

Queries de Acção:

- Update Query: actua sobre uma tabela alterando os valores de linhas/colunas. Os valores actualizados podem ser constantes ou podem resultar de uma expressão algébrica definida.

> update <tabela> set {<coluna> = <valores>} [,...] where <condições>;

- Make Table Query: Cria uma nova tabela ou view⁽²⁹⁾, a partir de tabela existente ou com base numa query.

> create <tabela> {(<colunas> <tipo de dados> [not null] [,...]};

> creat view <view> [(<colunas1>)] as [(<colunas2>)];

- Delete Query: actua e apaga valores, tabelas, vistas e registos de tabelas.

> delete from <tabela> [where <condições>]; (apaga linhas)

> drop table <tabela/view>; (apaga tabela)

> drop view <vista>; (apaga view)

- Append Query: Acrescenta linhas a uma tabela.

> insert into <tabela> [(<colunas>)] values (<valores>;

- Alter Query: acrescenta colunas a uma tabela.

> alter table <tabela> add <colunas> <tipo de dados> [not null];

No capítulo da "exploração e gestão do sistema" e no Anexo 1, são apresentados alguns exemplos de queries, tendo por referência os grupos definidos no presente capítulo.

Aquisição e processamento de dados

As aplicações gráficas são suportadas por software CAD (Computer-Aided Design). O software CAD disponível no mercado permite executar inúmeras funções e, na maioria dos casos, só uma pequena parte dos utilizadores tira o verdadeiro proveito das suas

⁽²⁹⁾ - View ou vista é uma visualização parcial ou total de uma ou várias tabelas relacionadas, criada a partir de uma query cruzada, de acordo com os campos seleccionados e as relações estabelecidas. Nas tabelas das views podem criar-se campos com designações diferentes das existentes nas tabelas originais.

potencialidades. Cada vez mais, as aplicações CAD orientam-se para o utilizador menos experiente nas tecnologias de informática e tornam-se *customizáveis*⁽³⁰⁾.

A filosofia inerente ao funcionamento de um CAD baseia-se na estruturação da informação por níveis, denominados *layers* (coberturas ou camadas). A cada *layer* poderá fazer-se corresponder um nível de informação, individualizada dos restantes temas. A sobreposição (*overlaying*) de vários níveis de informação permite efectuar determinados tipos de análise espacial, só possíveis com a versatilidade de conjugação e combinação dos diversos *layers* em causa.

Deve salientar-se que, enquanto alguns sistemas de informação geográfica se apresentam modulares, constituindo o CAD um desses módulos, outros apresentam-se integrados numa única base de dados geográfica. Outros, ainda, são orientados para entidades espaciais (*object oriented*), sem que haja a preocupação da desagregação da informação por níveis temáticos.

A vantagem de haver sistemas de informação geográfica modulares possibilita a aquisição deste ou daquele *pack* (módulo), consoante as necessidades do utilizador, que pode ser uma empresa (organização), e de se migrar de uma filosofia CAD para um ambiente de SIG, propriamente dito, garantindo a integração e a comunicação da informação no interior do sistema, ou seja, na rede local instalada. Por outro lado, deve considerar-se como vantagem o facto de que as avarias de um módulo específico de *software* podem não afectar o funcionamento dos restantes. Do mesmo modo, a necessária evolução de um módulo de *software*, para novas versões, pode não comprometer a compatibilidade dos vários *packs* entre si, no caso da filosofia SIG modular.

Actualmente, e de uma maneira geral, um CAD deve responder e permitir executar, entre outras, as seguintes funções gráficas:

- Manipulação de elementos gráficos 2D/3D, incluindo a construção de diferentes sólidos geométricos;
- Manipulação de superfícies, incluindo operações sobre superfícies complexas;
- Manipulação de informação em formato raster e vector;
- Cotagem, tracejamento, sombreamento e padronização;
- Operações booleanas sobre objectos 2D/3D;

⁽³⁰⁾ - A customização consiste na capacidade do utilizador dominar a tecnologia e orientá-la para tarefas específicas e rotineiras do dia-a-dia. O grau de endogeneização da tecnologia implica adaptá-la e colocá-la ao dispor das reais necessidades do utilizador.

- Possibilidade de definir sistemas auxiliares de coordenadas cartesianas e não cartesianas;
- Ligação à base de dados alfanumérica relacional;
- Possibilidade de ligar um ficheiro como referência ao ficheiro activo (*reference file*);
- Comandos "embebidos" (possibilidade de retomar a execução de alguns comandos depois de interrompidos por um ou uma sequência de outros);
- Criação e manipulação de linhas compostas por paralelas;
- Menus flutuantes;
- Inserção de símbolos residentes em bibliotecas pré-definidas ou *customizadas* pelo utilizador;
- Possibilidade de correr nas unidades centrais do tipo PC e estações gráficas, em diversos sistemas operativos;
- Capacidade para suportar aplicações modulares;
- Segmentação de elementos lineares;
- Outras capacidades gráficas, designadamente: desenho de rectângulos, arcos, *filletes*⁽³¹⁾, tangentes, bissetrizes, anotações, medição de áreas, comprimentos, *patterning*⁽³²⁾, *complex chain*⁽³³⁾;
- Capacidade de importação de ficheiros vectoriais *standard* (DXF) e raster (TIF, ASCII, etc).

Embora o software CAD genericamente possa não estar preparado para a aquisição de dados, através da ligação a uma mesa digitalizadora ou a outro equipamento nomeadamente estações totais e outros interfaces gráficos, há, contudo, módulos específicos para esse fim.

A digitalização pode ser interactiva (manual) ou automática. O objectivo de um e de outro processo, prende-se com o reconhecimento de pixeis com determinados atributos gráficos (cor, espessura e estilo) e conversão em pontos, linhas, simbologia ou polígonos, em formato vector. A vantagem destes produtos deve ser avaliada pela *performance* de execução dos trabalhos com precisão, fiabilidade e rapidez, libertando recursos humanos para outras tarefas menos automatizadas.

⁽³¹⁾ - Define uma curvatura nas extremidades de um ou mais elementos gráficos que se intersectam.

⁽³²⁾ - Preenchimento de áreas.

⁽³³⁾ - Cadeias de elementos definidos por segmentos de recta.

Deve acrescentar-se que alguns produtos de digitalização automática estão preparados para executar funções de controlo de qualidade da informação cartográfica de entre as quais podem destacar-se algumas:

- *Line cleaning* (tem em vista a limpeza de linhas e pontos resultantes de erros de digitalização: segmentação de elementos lineares, linhas duplicadas, criação de nós entre segmentos concorrentes e fecho de polígonos abertos);
- *Free-end points* (limpeza de pontos desconexos);
- *Duplicate elements* (limpeza de pontos, linhas e polígonos duplicados);
- *Input flags* (sinalização de elementos dúbios que não respondem aos parâmetros pré-definidos pelo utilizador, nomeadamente cor, tipo de elemento, distâncias, estilo e espessura).

Podem, ainda, destacar-se produtos vocacionados para executar funções de carregamento de áreas (*area loader*) e comprimentos/perímetros (*length loader*) para as tabelas da base de dados, constituindo um verdadeiro interface entre o CAD e a base de dados.

SIG	CAD
Georeferenciação da informação alfanumérica	Informação espacial, sem atributos alfanuméricos
Análise espacial	Cálculo de áreas e comprimentos
Geração de queries	Não há
Topologia	Não há
Geração de aplicações	Não há

QI.13. Distinção entre SIG e CAD

No âmbito da captação de dados topográficos e modulação de terreno, salientam-se os *packs* capazes de:

- Gerar modelos digitais de terreno (DTM, a 3D) nomeadamente em formato *grid*, assumindo, para tal, pontos cotados, curvas de nível e linhas de corte;
- Manipular e alterar DTM's, efectuar medições e gerar medições de aterros e escavações;
- Gerar perfis de terreno e criar perfis transversais a directrizes ou a rasantes, segundo modelos definidos pelo utilizador.

No processo de aquisição de dados é fundamental conjugar as duas grandes estruturas ou formatos de dados digitais, designadamente, dados *raster* e dados *vector*.

Entenda-se por *formato de dados* um conjunto de regras lógicas para a representação e organização dos dados.

Os primeiros sistemas de informação geográfica, denominados *raster* ou *matriciais* eram baseados em formatos de dados em quadrícula. Estes dados são representados por uma grelha de células uniforme, cuja resolução é definida pela respectiva dimensão do ponto (*pixel*). Quanto mais pequeno for o *pixel*, maior será a resolução espacial e tanto maior será o volume do ficheiro gráfico a armazenar.

Embora os sistemas georeferenciados matriciais sejam mais adequados à análise espacial, estes apresentam limitações que os sistemas de informação geográfica vectoriais vieram colmatar, designadamente no campo da precisão, da manipulação, do armazenamento e da consulta de dados.

No formato de dados matricial a área de trabalho coincide com uma rede de células e a localização de uma entidade gráfica é determinada pelas linhas e colunas ocupadas por ela. Cada célula contém um único valor e não é divisível, daí a imprecisão planimétrica deste formato.

A representação de um espaço-canal (estrada, caminho de ferro, por exemplo) é feita através de uma sucessão de pontos da quadrícula, todos com o mesmo valor e independentes entre si. Na maioria dos SIG matriciais, o sistema não reconhece relações entre cada *pixel* vizinho.

Por convenção a estrutura de armazenamento de dados *raster* baseia-se na construção de uma sequência de bits distribuídos do canto superior esquerdo ao canto inferior direito, do ficheiro.

Em ordem à resolução do problema da dimensão dos ficheiros *raster*, criaram-se os formatos compactados *RLE* (Run-Lenght-Encoding) e *Quadtree*. No formato *RLE*, as células adjacentes de uma sequência de *bits*, com o mesmo valor, pertencem a um grupo definido por uma célula inicial e uma célula final, diminuindo-se, assim, a repetição dos valores. Este formato justifica-se quando existe uma grande homogeneidade espacial dos fenómenos representados.

No formato *Quadtree*, as células assumem dimensões variáveis, maior ou menor, consoante a natureza homogénia ou heterogénea dos fenómenos, respectivamente. Nestes ficheiros a resolução é reconhecida a partir do comprimento do endereço e qualquer localização tem um endereço único. A vantagem deste modelo reside na grande

compressão de dados.

No formato de dados vectorial, existe o conceito de *objectos*, sendo representados por coordenadas bidimensionais ou tridimensionais. Estas entidades ou objectos assumem três formas de implantação espacial possíveis: ponto, linha ou polígono.

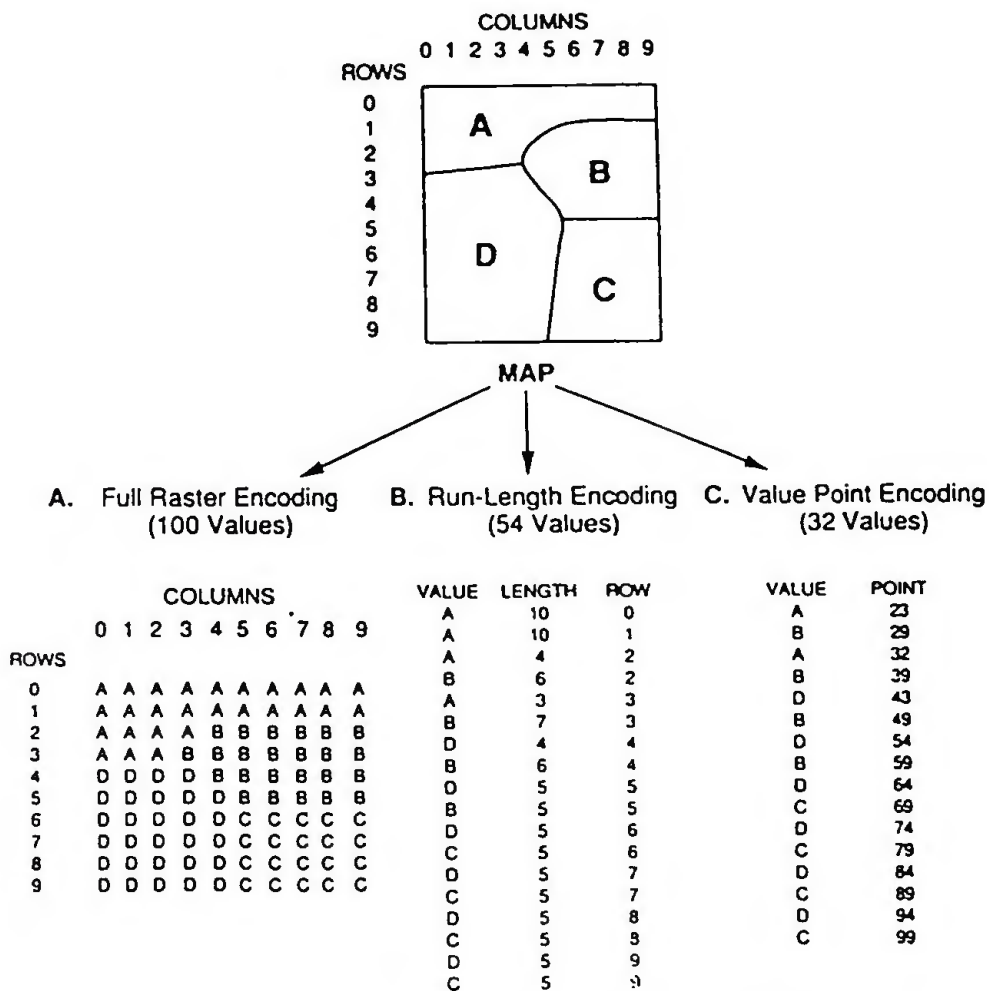
Neste contexto, num Sistema de Informação Geográfica vectorial, existem quatro tipos de elementos espaciais básicos⁽³⁴⁾:

- *Ponto (point)*: elemento, que assume uma posição geográfica absoluta no território, sendo definido pelas suas coordenadas (x_n, y_n, z_n) ;
- *Linha (line)*: conjunto sequencial de 2 ou mais pontos e define-se por um conjunto de pontos, tal que $(x_1, y_1, z_1) \dots (x_n, y_n, z_n)$. Uma linha pode assumir 3 configurações:
 - *Linha poligonal (string)*: série de segmentos de recta;
 - *Arco (arc)*: curva definida por uma função matemática;
 - *Cadeia fechada (chain)*: cadeia ou sequência ininterrupta de segmentos ou arcos com nós nas extremidades.
- *Polígono (poligon)*: fronteira fechada cujo ponto inicial e final têm as mesmas coordenadas: $(x_1, y_1, z_1) \dots (x_n, y_n, z_n), (x_1, y_1, z_1)$, definindo, o seu interior, uma área;
- *Anotações (annotation ou label)*: texto que serve apenas para anotações no ficheiro gráfico.

⁽³⁴⁾ - Paralelamente aos dados espaciais, podemos distinguir 4 grupos de dados (não gráficos) alfanuméricos:

- *Atributos*: descritores das entidades espaciais (gráficas);
- *Dados indexados*: dados que ajudam a localizar elementos gráficos baseados nos seus identificadores gráficos (links);
- *Dados de relações espaciais topológicas*: que exprimem relações de adjacência, proximidade e conectividade;
- *Dados georeferenciados*: aqueles que descrevem fenómenos físicos com localizações absolutas.

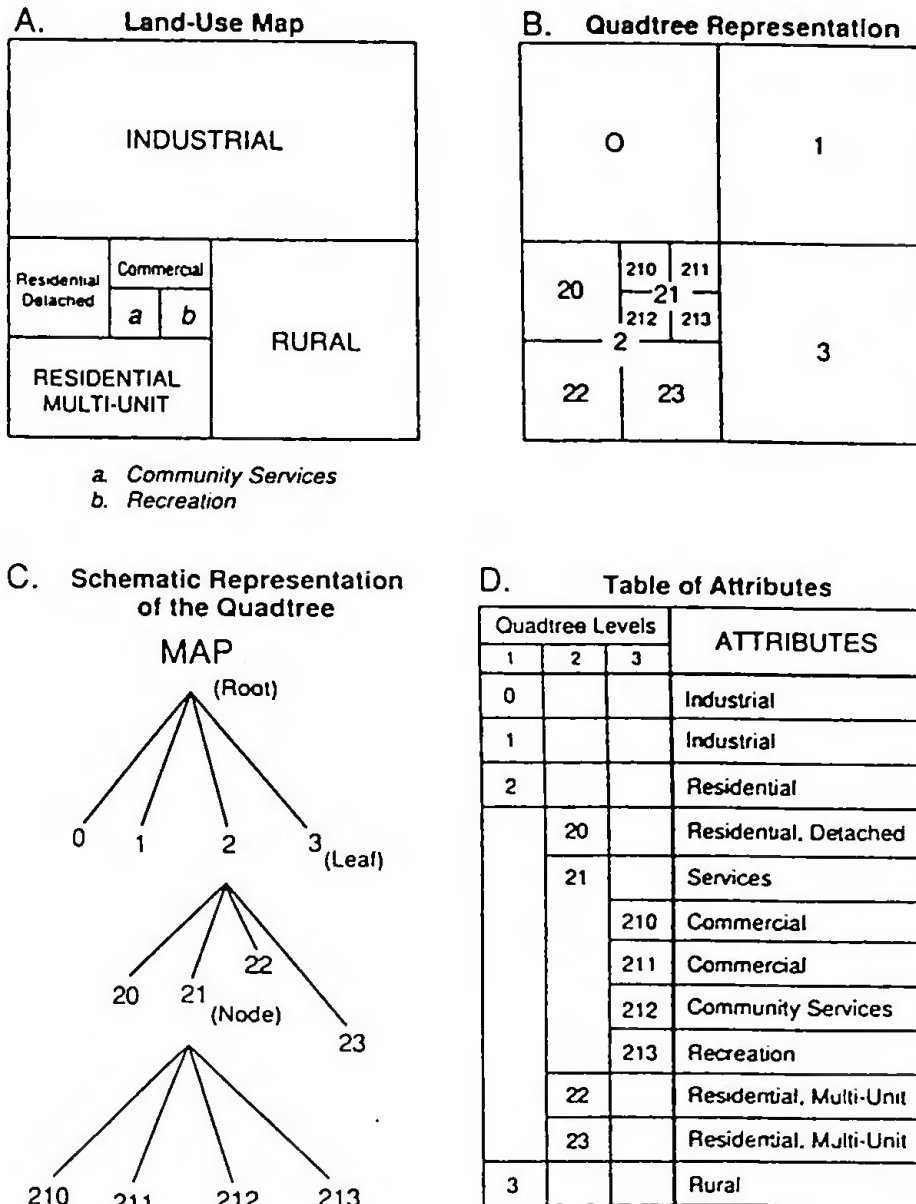
RASTER DATA COMPRESSION



Fonte: Antenucci, John et al, Geographic Information Systems, VNR, 1991.

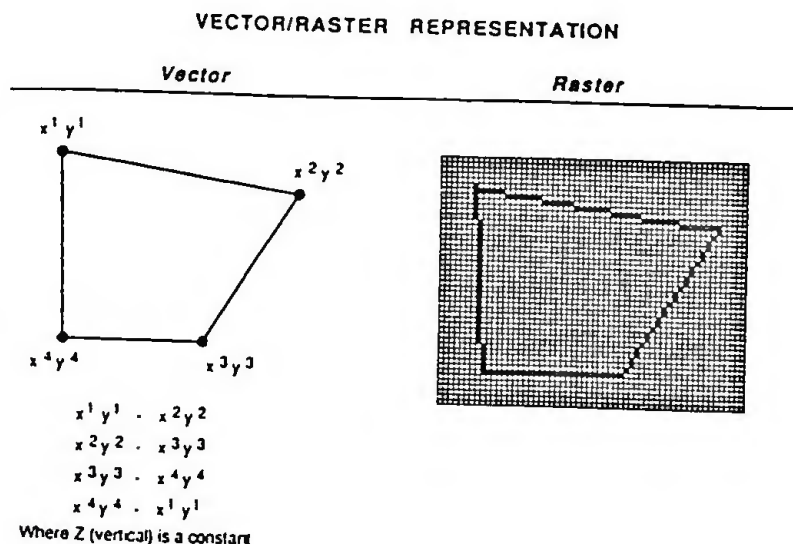
Fig 1.1. Formato de dados RLE

THE QUADTREE REPRESENTATION



onte: Antenucci, John et al, Geographic Information Systems, VNR, 1991.

Fig I.2. Formato de dados Quadtree.



Fonte: Antenucci, John et al, Geographic Information Systems, VNR, 1991.

Fig 1.3. Formatos de dados *vector* e *raster*.

De uma maneira geral, os sistemas de informação geográfica vectoriais apresentam dois grupos, os *topológicos* e os *não-topológicos*. Portanto, os SIG vectoriais são os únicos capazes de suportar topologia. Como elementos topológicos podem identificar-se os seguintes:

- *Nó (node)*: representa uma ligação topológica ou um ponto terminal e pode especificar uma localização geométrica;
- *Arco (arc)*: segmento definido por uma linha recta unindo dois nós;
- *Área (polygon area)*: espaço definido por uma linha poligonal fechada, bidimensional.

Os sistemas de informação geográfica não-topológicos são os mais vulgares e os mais limitados dos vectoriais. Os não-topológicos, podem dividir-se nos seguintes:

- *Entity-by-entity*: são vocacionados para o armazenamento e a visualização da informação. Pecam pela elevada redundância dos dados, pois existem polígonos

sliver, cujas linhas são guardadas diversas vezes.

- *Point-dictionary*: existe um dicionário de pontos que armazena todas as coordenadas dos pontos existentes no ficheiro gráfico como listas de *point-id* (identificador único de cada ponto). Existe menor redundância da informação que no modelo anterior.
- *Chain/point dictionary*: Os polígonos apresentam-se codificados como listas de *chains* (pontos de ligação) e estes como listas de *point-id*. Toda esta informação é armazenada num dicionário de pontos. Pode haver duplicação de informação.
- *Spaghetti*: modelos mais usados em CAD onde não existem polígonos (embora apenas possam ser visualizados), por isso são impossibilitadas as operações sobre polígonos.

Os sistemas de informação geográfica topológicos têm particularidades especiais, pois permitem estabelecer relações entre objectos e conferir “inteligência” aos mesmos.

Antes de se entrar nos conceitos de topologia em sistemas de informação geográfica é importante reflectir sobre os conceitos topológicos no contexto das ciências exactas e de outros desenvolvimentos disciplinares.

O termo topologia, inicialmente designado por *Analysis Situs*, nasceu no contexto das ciências matemáticas e a sua finalidade prendia-se com a descoberta das configurações espaciais decorrentes das relações de localização e posição. Com base na teoria dos conjuntos, consideraram-se algumas reflexões importantes para a compreensão da topologia em Sistema de Informação Geográfica.

Tomaram-se, então, as seguintes noções topológicas:

Vizinhança

Sendo a e d números reais positivos, a vizinhança d de a , $V_d(a)$ corresponde ao intervalo $]a-d, a+d[$.

Ponto interior

Diz-se que a é ponto interior do conjunto A , se e só se, existir $V_d(a) \subset A$.

Ponto exterior

Diz-se que b é ponto exterior do conjunto A , se e só se, b for ponto interior de $R \setminus A$.

Ponto fronteiro e fronteira

O ponto c é ponto fronteiro de A , se e só se não é ponto interior nem ponto exterior de A . Assim a fronteira de A é o conjunto definido pelos pontos fronteiros de A .

Ponto de acumulação

Seja $a \in \mathbb{R}$ e $B \subset \mathbb{R}$. O ponto a é ponto de acumulação de B se toda a vizinhança de a contém pelo menos um ponto de B diferente de a .

Ponto isolado

Constitui ponto isolado o que não é ponto de acumulação.

Derivado

É o conjunto dos pontos de acumulação de B .

Aderência

Aderência de B é definida pelos pontos interiores de B em reunião com os fronteiros de B , i. e., O conjunto B reunido com o seu derivado.

Estes conceitos foram adaptados ao planeamento e ordenamento do Território, tendo por base alguns conceitos tradicionais das ciências exactas atrás definidos. Assim, podem tomar-se por reflexão os seguintes conceitos topológicas, segundo S. Pardal (1988).

Aderência

Conjunto definido por elementos territoriais em que dois quaisquer elementos possuem uma linha estrutural comum sem que exista necessariamente uma linha estrutural comum a todos eles tomados em conjunto. Ex's: aeroportos, linhas de alta tensão, condutas de água, caminhos de ferro.

Adjacência

Relação entre espaços que se encontram apenas pelas suas próprias fronteiras comuns. Implica a propriedade dos espaços parcelarem e conectarem.

Derivado

Conjunto de elementos de acumulação de uma parte do território.

Fechado

Sistema criado cujo objectivo é conservar estados e criar espaços territoriais estáveis. Tem a ver com o conceito da permanência e repetição de estados.

Fronteira

Conjunto de elementos bem definidos pela propriedade de possuírem vizinhanças que têm simultaneamente parte comum com esse agregado e com o seu complementar. A fronteira é constituída por elementos de ligação que estabelecem transições com alguma continuidade. É o contrário de uma barreira que divide ou separa dois territórios, para ser uma estrutura que conjuga formas de co-espacialidade de um território relativamente a outro, com o qual tenha uma relação de complementaridade. A fronteira de um espaço territorial tem uma parte de elementos que lhe são interiores e que constituem uma bordadura ou fronteira interna. É constituída por todos os elementos do sistema territorial cuja vizinhança pertence ao conjunto e ao seu exterior.

Interior

Espaço que define uma relação de contenção.

Proximidade

É a relação binária estabelecida no domínio da vizinhança e, fora desta, apenas se pode constatar que tal proximidade não faz sentido. É uma lógica de vizinhanças.

Vizinhança

Um espaço territorial é sempre uma família de vizinhanças. Este conceito traduz uma espacialidade comum, um condicionamento recíproco e uma identidade comum de grupo com significado estrutural. A estrutura de povoamento pode basear-se na unidade de vizinhança como um sub-espaço estruturado.

Após esta breve referência, importa fazer uma abordagem sobre os conceitos topológicos, no âmbito das tecnologias de informação geográfica. A topologia, em sistemas

georeferenciados, pretende identificar as propriedades que não são alteradas por distorções geométricas, denominadamente as relações de *proximidade a*, *ligado a* e *intersectado por*.

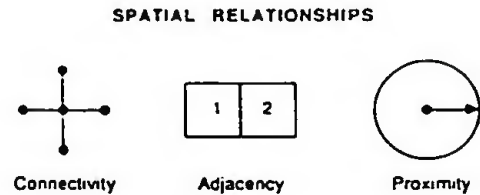
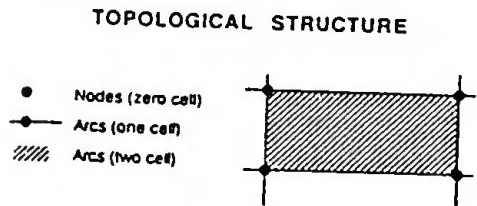
As relações que possam existir entre elementos gráficos da base de dados de um SIG definem a topologia, conceito este fundamental em sistemas de informação georeferenciada. Num modelo topológico, o nó e o segmento de recta são as unidades gráficas básicas. Cada segmento é codificado pelas coordenadas dos seus vértices e são guardados os polígonos à esquerda e à direita. A vantagem deste modelo reside no facto de as relações espaciais entre elementos serem codificadas de forma explícita e guardadas sem redundância.

A topologia baseia-se nas relações existentes entre entidades espaciais. Essas relações podem estabelecer-se entre *redes* (inclui nós e arcos) e *áreas* (polígonos). Não havendo possibilidade de existir relações entre elementos, os modelos SIG, tomam-se pouco eficientes relativamente às análises espaciais, limitando-se apenas à sobreposição de temas (*overlaying*) e às consultas espaciais (*queries*). Deve acrescentar-se, que alguns CAD já possuem algumas ferramentas de análise espacial, à semelhança dos SIG, nomeadamente a geração de *buffers*, a construção do MDT, etc.

Em topologia de redes existem dois tipos de estruturas: *nós* (junções) e *arcos* (linhas). Um arco é definido por uma expressão matemática que se traduz graficamente por um segmento de recta com um ou dois nós. Em relações topológicas de áreas, os polígonos são representados por três tabelas; uma delas para os atributos dos polígonos, outra para os atributos dos arcos e outra, ainda, para a georeferenciação dos arcos, através das suas coordenadas. Neste modelo de polígonos, estes são definidos por *pointers* (id ou identificadores comuns) para a base de dados e não por arcos, o que evita a duplicação de arcos na base de dados.

As relações espaciais mais comuns em sistemas georeferenciados estabelecem-se fundamentalmente a três domínios:

- *Conectividade* (connectivity), representa a relação estabelecida pela intersecção de dois arcos com um nó;
- *Adjacência* (adjacency), é definida pela contiguidade espacial entre duas entidades que partilham um elemento comum;
- *Vizinhança* (proximity): consiste na geração de zona de influência a um elemento espacial, cuja distância é definida pelo utilizador.



Fonte: Antenucci, John et al, *Geographic Information Systems*, VNR, 1991.

Fig 1.4. Estrutura topológica.

Fig 1.5. Relações espaciais em SIG

Vantagens	Desvantagens
Estrutura de dados simples.	Estrutura de dados pouco compacta.
Facilidade de sobreposição de layers.	Dificuldade de implementação de relações topológicas entre entidades.
Elevado grau de representação de dados de grande variação espacial.	A precisão dos mapas gerados está dependente da resolução espacial utilizada.
Maior compatibilidade com imagens digitais.	O aumento da resolução espacial implica o aumento do ficheiro.
Facilidade de comunicação através de linhas de elevada velocidade de transferência de dados.	As relações de conectividade e de adjacência não são explicitamente definidas.

Q1.14. Formato de dados raster

Vantagens	Desvantagens
Estrutura de dados compacta.	Estrutura de dados complexa.
Facilidade de geração de relações topológicas.	Dificuldade de sobreposição de mapas.
Grande precisão espacial dos fenómenos representados.	Baixo nível de representação de dados com elevado grau de variabilidade espacial.
Possibilidade de estabelecer ligação à base de dados.	Maior dificuldade em efectuar análises espaciais.

Q1.15. Formato de dados vector

Raster	Vector
Operações com pouco rigor de representação espacial.	Operações com elevado grau de precisão.
Grande volume dos ficheiros.	Maior rapidez nas operações e reduzido tamanho dos ficheiros.
Operações menos complexas.	Possibilidade de efectuar operações complexas.
Operações sem topologia.	Operações topológicas.
Geração de queries.	Geração de queries.
Não há ligação à bases de dados.	Ligação a bases de dados.
Maior número de funções de análise espacial.	Localização de entidades gráficas e seus atributos.

QI.16. SIG raster versus SIG vector

Acrescente-se que as diferenças entre os formatos raster e vectoriais, a nível de potencialidades, cada vez se vão atenuando mais. Actualmente, já existem sistemas de informação geográfica capazes de armazenar pixeis vizinhos (com estrutura topológica). Por outro lado, hoje em dia, os SIG matriciais já podem ter tabelas de atributos na base de dados. Deve, ainda, ter-se em conta que nos formatos matriciais pode incrementar-se a precisão de representação espacial, diminuindo a dimensão do pixel, situação inexistente em SIG vectoriais.

As imagens obtidas por conversão analógica-digital, dadas as suas características especiais, deverão ser objecto de tratamento em *packs* específicos. O *scanning* de uma imagem consiste na conversão da imagem do formato papel, para a forma binária. Existem pacotes específicos para tratamento de imagens em ambiente SIG ou funcionando isoladamente. Por outro lado, há CAD's capazes de suportar a visualização de ficheiros-imagem de referência (reference files) e através destes serem digitalizadas (vectorizadas) as entidades espaciais.

Consideram-se básicas as seguintes possibilidades do software de tratamento de imagem:

- Possibilidade de conversão do formato raster para vector;
- Manipulação de ficheiros raster binários com possibilidade de correcção e filtragem da imagem (eliminação de ruído);
- Ajustamento da imagem tendo por base pontos de controlo (*Warp*);
- Manipulação de ficheiros em formato *contone*⁽³⁵⁾ ou equivalente, com possibilidade de trabalhar a cores.

(³⁵) - Formato cor de alta definição.

Podem-se identificar algumas fases importantes no processamento de imagem:

- Restauro: eliminação dos efeitos atmosféricos (*haze*), riscos, etc;
- Optimização e realce: variações de contraste, realce de fronteiras, etc;
- Correção geométrica e georeferenciação: eliminação de efeitos de varrimento, distorções panorâmicas e outros provocados pelo movimento de rotação da Terra e curvatura terrestre. São elaboradas à custa de um modelo digital do terreno que, como em muitos sistemas não existe disponível nestes módulos de manipulação de imagem, pode ser substituído por outros módulos de software;
- Extração de informação;
- Integração em bases de dados;
- Reprodução.



Análise espacial

As funções de análise espacial, em sistemas georeferenciados, merecem uma abordagem muito particular, pois a partir delas são testadas as capacidades do software específico iniciando-se, assim a divergência dos inúmeros *pacotes SIG* existentes no mercado.

As funções de análise espacial reportam-se, fundamentalmente, ao domínio dos sistemas de informação geográfica matriciais. Muito embora possam actuar sobre os SIG vectoriais, elas são característica e actuam de modo eficiente nos primeiros.

Podem-se classificar segundo o *domínio de actuação* ou segundo a *natureza da função* desempenhada.

Assim, relativamente ao domínio de actuação, existem as que actuam no âmbito regional (ou zona), outras numa vizinhança estabelecida e outras num local específico (pixel ou conjunto de pixels). Portanto, há funções de *zona*, de *vizinhança* e *locais*.

Um *nível* de informação espacial (*layer*) é definido por um conjunto de regiões e um *mapa* por um conjunto de *layers* que pode ser objecto de análise e transformação por funções de análise espacial.

A região (*zona*) é caracterizada por um conjunto de pixels que partilham o mesmo valor de um atributo. Num mapa de uso do solo, por exemplo, cada zona corresponde a uma classe de uso do mesmo tipo, podendo ser contínua ou não.

O local é a posição geográfica que um pixel ocupa no layer.

As funções de vizinhança actuam em torno de um pixel ou de uma região, de acordo com as distâncias estabelecidas (número de células), para elas actuarem e produzirem resultados.

Quanto à natureza das funções, há funções de transformação (ou operadores) que têm por objectivo manipular os dados e gerar *outputs* desejados. Estas podem dividir-se em primitivas e compostas. As primitivas são as funções lógicas e matemáticas que actuam sobre zonas, vizinhanças e locais, produzindo resultados mais ou menos conhecidos, dada a sua pouca complexidade. Assim consideram-se as seguintes:

- Aritméticas: -, +, *, /;
- De incremento;
- Relacionais: =, <, >, ≤, ≥, ≠;
- Estatísticas: média (simples e ponderada), moda, mediana, variância, co-variância, desvio-padrão, normalização, etc;
- Exponenciais: x^y , 10^n , e^x ;
- Logarítmicas: $\log_e x$, $\log_{10} x$;
- Lógicas: and, or, xor, not, if, then, else;
- Trigonómicas: sin, cos, tag, cotag, sec, cosec, arcsin, arccos, arctag;

As funções compostas são as que resultam da conjugação de outras. Estão disponíveis na maioria dos pacotes de software SIG, destacando-se as que abaixo se descrevem:

Adjacência

Determinação de pontos de entidades vizinhas que partilham o mesmo valor. Usa-se em análise vectorial topológica.

Buffer (área envolvente)

Geração de uma área envolvente a determinada entidade espacial por parâmetros definidos. Esta função é importante para a criação de faixas de protecção aos espaços-canais, corredores de protecção, áreas de servidão, etc. Geralmente usa-se em modo vectorial, embora o resultado da query possa ser convertido em quadrícula.

Classifying ou reclassifying (classificação ou reclassificação)

Visa atribuir (novos) valores aos pixels segundo agrupamentos de classes de cada layer.

Conectividade

Consiste na localização de um ou mais pontos comuns a uma entidade espacial. Usa-se em análise vectorial topológica.

Dissolve

Serve para reclassificar a informação espacial eliminando a redundância existente entre polígonos.

Edgematching

Tem por finalidade juntar dois mapas contíguos (adjacentes) para criar uma única continuidade espacial. A existência de pontos coordenados de controlo permite a eficácia da operação.

Filtragem

Elimina pixels fora do contexto espacial (ruído), corrigindo a imagem.

Locate record (Localização da entidade espacial)

Consiste na localização de determinada entidade, resultando da execução de uma query e visualização dos atributos espaciais (record) dessa(s) entidade(s). Usa-se em análise vectorial.

Mask (máscara)

Serve para delimitar áreas de estudo através de um zona definida no mapa, a fim de se processarem análises espaciais.

Merging

Consiste na introdução de uma parte de um *layer* noutra, acrescentando dados. Esta função permite a actualização da informação de modo expedito por comparação de dois ficheiros ou parte deles.

Optimal path (percurso óptimo)

Através da geração de uma superfície isotrópica, o caminho óptimo consiste na união de pixels de elevada atractividade.

Overlaying (sobreposição)

A técnica da sobreposição tem por objectivo usar as potencialidades da transparência dos *layers* e visualizar, simultaneamente, vários níveis temáticos, sem que se perca a identidade da informação.

Resampling

Consiste na interpolação de uma série de pixels tendo por referência pixels conhecidos.

Spread (propagação)

O objectivo desta função é a geração de superfícies de atrito, calculando um valor por cada célula por onde passa. Tem aplicação em estudos de impacte ambiental na propagação de ruído ou de poluentes.

Viewshed (linhas de contenção visual, bacias de visão ou vistas de perspectiva)

A geração de linhas de contenção visual implica a obtenção prévia de um MDT (Modelo digital do terreno a 3-D) a partir de pontos cotados e curvas de nível. Com base no modelo, as linhas de contenção visual têm por objectivo a obtenção de vistas panorâmicas a partir de um ponto pré-definido. Esta possibilidade constitui um poderoso auxílio em Arquitectura Paisagista ou na realização de empreendimentos turísticos.

Vizinhança

Geração de uma zona envolvente com um raio correspondente a determinado valor (a n pixels).

Os seguintes modelos e indicadores constituem, pela sua importância, funções de análise espacial a integrar no modelo de SIG proposto, uma vez que não fazem parte da maioria dos SIG existentes no mercado. Por uma questão de organização e para aliviar a densidade de informação do presente ensaio, remete-se para o Anexo II, os modelos deste sub-capítulo.

Análise da estrutura territorial do município

Para analisar a estrutura espacial de um município existem os seguintes modelos:

- *Índice de forma* ou compacidade, que permite avaliar a forma física de determinada restrição espacial;
- *Método do vizinho próximo* ou índice de vizinhança que permite: (i) avaliar a cobertura territorial de determinada rede de centros; (ii) verificar a regularidade de distribuição dos centros e (iii) aplicações à estrutura do povoamento e ordenamento das actividades do território.

Análise da eficiência espacial

- *Centro de gravidade simples e ponderado*: permite (i) programar de equipamentos colectivos; (ii) testar localizações das Servidões Administrativas e (iii) efectuar comparações territoriais pela variação da localização de centros, sedes, equipamentos, etc.
- *Raio dinâmico simples e ponderado*: determina a eficiência espacial de determinada variável (equipamento, centro de serviços, etc) em relação às restantes.
- *Índice de eficiência espacial*: denuncia a eficiência de localização espacial de determinada sede em relação aos restantes centros polarizados pela mesma.

Delimitação de áreas homogéneas

Possibilitam a resolução de dúvidas de inserção territorial, definindo áreas homogéneas por agregação cartográfica de semelhanças.

- *Índice de semelhança*: avalia o grau de identidade de uma região.
- *Medidas de dispersão*: determinam graus de homogeneidade espacial para os parâmetros considerados e possibilitam a resolução de dúvidas de inserção territorial, definindo áreas homogéneas por agregação cartográfica de semelhanças. A variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação são as medidas de dispersão utilizadas na delimitação de áreas homogéneas.

Delimitação de áreas de influência

- *Índices de Centralidade de Christaller e de Godhund*: avaliam a importância de um centro em relação à área de influência.
- *Distância socio-económica*: compara vários níveis de desenvolvimento de sub-áreas e as assimetrias de determinado Concelho.
- *Indicador de Reilly*: aplica-se para determinar áreas de influência de mercado.
- *Modelos de Gravidade*: medem a interação espacial entre fluxos de bens, fluxos de pessoas (mobilidade em relação às actividades económicas e lúdicas) e fluxos de ideias.

Análise da estrutura socio-económica

- *Taxas de natalidade, mortalidade, crescimento natural, nupcialidade, fecundidade*: analisam a estrutura da população.
- *Saldo migratório e Taxa de crescimento efectivo*: estudam a dinâmica da população.
- *Relações de dependência* (sexo, idade, estado socio-profissional, etc): estudam as discrepâncias estruturais da população.
- *Densidade populacional*: mede a concentração e dispersão da população no espaço.
- *Projeções demográficas*: simulam e prevêm a evolução da população no tempo.
- *Taxa de actividade, taxa de industrialização, taxa de terciarização, peso do consumo privado, orientação geográfica das exportações*: medem a dinâmica económica do Concelho.

Análise da estrutura urbana

- *Modelo Rank Size* ou *Curva de Zipf*: permite o estudo da rede urbana através da hierarquia de centros urbanos, pela dimensão da população.
- *Modelo de Warntz*: mede a intensidade de interação entre dois centros populacionais.
- *Índices de compacidade da rede, acessibilidade e conectividade*: verificam a

complexidade e eficiência de uma dada rede viária.

Georeferenciação

Os sistemas de referenciação espacial têm por objectivo fundamental referenciar a informação. Qualquer SIG tem como função básica a georeferenciação da informação do sistema território, relativamente às actividades-espacos e às comunicações-canalais.

A referenciação geográfica permite ao utilizador localizar qualquer entidade ou evento, sabendo, com exactidão, quais as coordenadas de qualquer objecto dentro na área de trabalho, utilizando, para isso, pontos de controlo conhecidos.

Existem pacotes de software que permitem utilizar vários sistemas de coordenadas auxiliares, para além do sistema primário, por algoritmos internos de conversão. Esta vantagem resolve a necessidade de se transportar a informação de um sistema informático para outro e a necessidade de utilizar mapas a diferentes escalas e a diferentes sistemas de referenciação.

A *georeferenciação* é um capítulo fundamental em sistemas de informação geográfica, sem o qual as análises se detinham apenas no âmbito das bases de dados alfanuméricas.

Há diversas técnicas de referenciação da informação disponíveis no software existente no mercado. A mais comum baseia-se na existência de objectos (*features*) associados a tabelas de atributos (*attribute table*⁽³⁶⁾).

As técnicas utilizadas baseiam-se fundamentalmente nos três processos abaixo discriminados:

- *Area centroide/area boundary*: esta técnica consiste na construção de *features* do tipo *area boundary* (que contêm os limites da área onde será introduzido o centróide), associadas à *feature* do tipo *area centroide* (que contém o centróide de cada área). O processo pode ser manual ou automático e o centróide resultante estabelecerá a ligação (*link*) através de um *pointer*, à tabela da base de dados (*attribute table*), que contém os atributos alfanuméricos das entidades gráficas. É

⁽³⁶⁾ - Esta tabela está ligada a uma *feature*, permitindo georeferenciar a informação através de um código interno gerado pelo sistema, como se verá mais adiante.

um método muito utilizado na referenciação de áreas, nomeadamente para concelhos, freguesias, quarteirões, secções cadastrais, secções e subsecções estatísticas. Por agregação espacial das restrições espaciais de menor dimensão, poder-se-á chegar aos resultados de um Concelho, região ou país. Todos os SIG utilizam este processo de referenciação, embora com as suas variâncias próprias.

- *Line centroide*: Este método é de simples elaboração e consiste na criação de uma feature do tipo *line* a apontar para uma *attribute table* que armazena os atributos alfanuméricos das estruturas lineares. É utilizado na georeferenciação de corredores, espaços-canais, designadamente segmentos de vias de comunicação, linhas de água, redes de água e saneamento básico, redes eléctricas e de telefone.
- *Point*: Também é simples de se construir e serve para *linkar* informação com tipo de implantação pontual, possibilitando o recurso à simbologia. O mobiliário urbano, os postes de telefone, equipamentos colectivos, são alguns exemplos de aplicação deste método. Deve salientar-se que a implantação pontual está dependente da escala de trabalho utilizada. Assim, o georeferenciação de um edifício pode representar um ponto à escala 1:25000 ou um polígono à escala 1:5000.

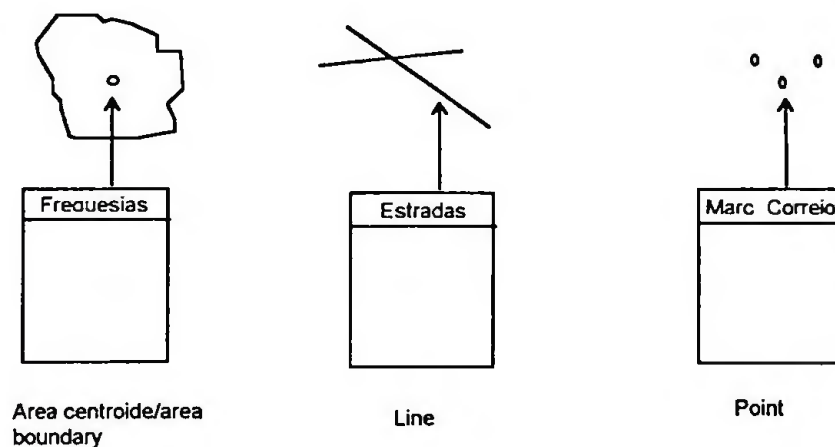


Fig 1.6. Processos de georeferenciação.

Num outro contexto de georeferenciação, os objectos poderão ser referenciados através das suas coordenadas geográficas ou cartesianas, de acordo com o sistemas de projecção, datum e sistema de coordenadas utilizado. Acrescente-se que este processo, embora preciso, é muito pouco expedito, pois afasta-se das convenções humanas de localizar e relacionar os objectos do mundo real. A grande utilidade das coordenadas está associada à implantação de entidades gráficas, com recurso a estações totais e GPS, para actualização da cartografia, à medida que o solo municipal for sofrendo alterações a nível da

ocupação e uso.

A opção e construção de sistemas de referenciação estão directamente associadas ao tipo de entidades a cartografar e a georeferenciar. A utilização de sistemas mistos, com recurso a coordenadas, ao método do centróide ou ao endereço, é sem dúvida a forma mais adequada. Deve, portanto, ter-se em atenção esta particularidade, aquando da aquisição do software. A operacionalidade prática é sem dúvida um critério de forte peso na selecção deste ou daquele sistema, mas a possibilidade de conversão e de transferência para outros sistemas não deve, contudo, ser menosprezada sob pena da desactualização do Sistema de Informação Geográfica.

Software de redes

Muitos micro-computadores e estações gráficas, vocacionadas para trabalhar com pacotes de software SIG, já vêm equipadas com hardware e software de rede, de origem. Existe uma enorme variedade de software de rede que tira partido das possibilidades do hardware. Dos diversos protocolos existentes salientam-se, entre os mais conhecidos, o TCP/IP e o NFS para UNIX, MS-DOS e Windows, entre outros. A adopção de um tipo de protocolo de rede só se justifica se este garantir a total transparência na partilha de recursos de um sistema para outro, (veja-se também o ponto de *Redes de comunicações de dados*).

Outros produtos específicos

Existem muitos outros produtos específicos, orientados para a execução de trabalhos em domínios do ambiente, do ordenamento do território, dos recursos hídricos, dos recursos florestais e de apoio à decisão em geral.

As potencialidades dos sistemas de informação geográfica não se esgotam no que o software disponível no mercado pode fazer. A sua capacidade de geração de aplicações, com recurso a linguagens de programação próprias, confere a esta tecnologia um papel de suma importância para o técnico e o decisor, na sua actividade corrente.

4. A informação geográfica

4.1. A informação espacial

História da cartografia em Portugal

Entenda-se por *cartografia* a arte, ciência e técnica de produzir e estudar cartas ou mapas. Neste conceito incluem-se plantas, planos, globos, modelos tridimensionais, analógicos e digitais, que tenham por missão a representação da superfície da terra, a uma determinada escala.

As primeiras representações planas da Terra tiveram as suas raízes nas civilizações clássicas egípcia e grega. Embora em Portugal o desenvolvimento da cartografia seja muito recente, comparado com aquelas civilizações, pode, contudo, considerar-se um país com enorme tradição cartográfica. Os Descobrimentos Marítimos marcaram a época vocacionada, por excelência, para o desenvolvimento desta ciência.

Podem destacar-se os seguintes acontecimentos como os mais significativos na história da cartografia portuguesa:

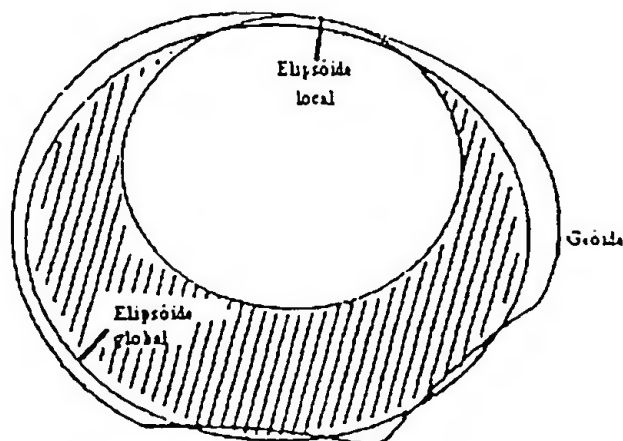
- 1778-1891: Elaboração da Carta Geral do Reino na escala 1:100 000;
- 1790: Executam-se os primeiros trabalhos geodésicos;
- 1847: Executam-se os primeiros estudos do cadastro;
- 1853-1892: Execução da Carta de Portugal (a preto), pelos então serviços de cartografia;
- 1856: É criada a Direcção-Geral dos Trabalhos Geodésicos, Corográficos e Hidrográficos do Reino;
- 1857: É criada a Direcção-Geral dos Trabalhos Geodésicos, Corográficos, Hidrográficos e Geológicos do Reino;
- 1864: A Direcção-Geral dos Trabalhos Geodésicos, Corográficos, Hidrográficos e Geológicos do Reino passa a designar-se Instituto Geográfico e quatro anos depois passa a pertencer aos Arquivos Militares;

- 1889: Publicação da Carta dos Arredores de Lisboa, à escala 1:20 000;
- 1911: É criada a Secção Cartográfica do Estado Maior do Exército e publica-se a Carta Itinerária de Portugal na escala 1:250 000;
- 1926: Nasce o Instituto Geográfico e Cadastral (IGC);
- 1932: O Serviço Cartográfico do Exército (SCE) passa a ter a missão de elaborar a Carta Militar de Portugal na escala 1:25000;
- 1938: Elaboração da Carta de Portugal, a cores, na escala 1:100 000, pelo IGC, por generalização da escala 1:50 000;
- 1948: Início da publicação da Carta de Portugal na escala 1:10 000 pelo IGC;
- 1969: Elaboração da Carta do Continente na escala 1:200 000 (a cores), pelo IGC;
- 1977: Aquisição do sistema de cartografia automática (Kongsberg/Applicon) pelo SCE;
- 1986: Aquisição do sistema de cartografia automática (Intergraph) pelo SCE e pelo IGC;
- 1989: Aquisição de equipamento para exploração de imagens de satélite para cartografia topográfica e temática, pelo IGC;
- 1991: Aquisição de equipamento para actualização cartográfica por imagem de satélite pelo SCE;
- 1992: Aquisição de equipamento GPS e início do Sistema de Informação Geográfica Militar, pelo SCE;
- 1992: É elaborado o Caderno de Encargos-tipo para aquisição de cartografia de grande escala, pelo IGC.
- 1993: É extinto o SCE e criado o Instituto Geográfico do Exército (IGeoE);
- 1994: É extinto o IGC e criado o Instituto Português de Cartografia e Cadastro (IPCC);

- 1995: É revisto o Conselho Superior de Cartografia (CSC).

Sistemas de projecção cartográficas

A representação plana da Terra ou parte dela, por ser uma superfície irregular e tridimensional, gera sempre erros que os sistemas de projecção tentam minimizar. Como tentativa de transpor a forma da Terra, para o papel, os cartógrafos recorreram ao conceito de um sólido denominado *geóide*. Trata-se de uma superfície imaginária e equipotencial, formada por todos os pontos que têm o mesmo potencial gravítico e que coincide com a superfície livre das águas do mar, prolongando-se pelo interior dos continentes. É portanto, uma superfície em que cada ponto é perpendicular à vertical respectiva. Desta forma, a medição da altitude de um ponto é feita em relação ao geóide. Na verdade, o geóide continua a ser uma superfície irregular, daí a necessidade de se criar uma outra superfície regular, mais adequada à elaboração de cálculos matemáticos. Foi então que se estabeleceu o *elipsóide de referência ou de revolução*, como uma abstracção da geodesia. Os diversos elipsóides de referência mais usados são os de: Clark, de Puissant, Bessel e Hayford (ou internacional), obviamente com diferentes variações de eixos, excentricidade e achatamento. No nosso país, são mais usados o de Bessel e o de Hayford.



Fonte: AVV, Manual para a Exploração de SIG em Portugal, CNIG, 1994

Fig I.7. Representação do elipsóide e do geóide.

Fazendo coincidir as duas superfícies, a do geóide e a do elipsóide, a partir da normal ao geóide (vertical) e da normal ao elipsóide, definiu-se um ponto denominado *datum geodésico*, cujo desvio da vertical e das suas componentes, em latitude e em longitude, é nulo. Os *data*⁽³⁷⁾ também variam de país para país e de produtor para produtor. Assim, temos os mais utilizados entre nós: *datum 73*, *datum de Lisboa* e *datum europeu* (Postdam, Alemanha).

O *problema cartográfico* resulta da necessidade de transpor a Terra ou parte dela, para o gabinete, mas em superfície plana, onde todos os pontos representados no papel estejam na maior conformidade possível planimétrica e altimétrica com os pontos correspondentes no terreno. O sistema de projecção ou de representação plana é a "lei" que regula a passagem dos pontos do elipsóide para uma superfície plana. Uma vez que não existem sistemas de representação plana da Terra isentos de erros, estes podem identificar-se de acordo com as especificidades pretendidas:

- *Conformes:*

Mantêm os ângulos e as áreas de figuras pequenas e distorcem as distâncias. São muito usados para fins militares e náuticos, em que interessa mais atingir determinado alvo e também em cadastro da propriedade. Exemplo: Carta Militar de Portugal.

- *Equivalentes:*

Mantêm as formas e as áreas e alteram as distâncias e os ângulos. Exemplo: Carta de Portugal do IGC.

- *Afiláticas:*

Não conservam nem ângulos nem áreas, por isso têm aplicações cartográficas mais restritas.

A projecção de uma carta é a transformação da rede de meridianos e paralelos numa superfície plana. As projecções mais usuais são:

- *Projecção de Mercator (directa):*

Os meridianos e os paralelos são linhas rectas que se intersectam ortogonalmente, por isso trata-se de uma projecção conforme, onde se mantêm os ângulos. As regiões de baixas latitudes sofrem menores deformações que as de maior latitude.

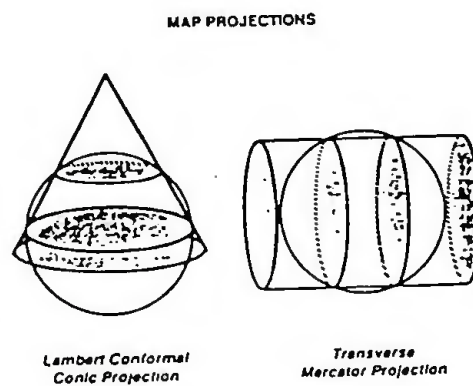
⁽³⁷⁾ - Nominativo plural de *datum*.

- *Projecção Cilíndrica de Mercator Transversa* (ou de Gauss-Kruger ou de Gauss-Boaga):

Trata-se de uma projecção cilíndrica conforme, onde apenas o Equador e o meridiano central são linhas rectas e os restantes paralelos e meridianos são curvas. A partir desta foi derivado o sistema de coordenadas UTM, em 1947.

- *Projecção Cónica de Bonne*:

Os paralelos são círculos concêntricos e os meridianos curvas (excepto o central que é em linha recta). Tratando-se de uma projecção equivalente as superfícies são conservadas. O cone é tangente ao paralelo de latitude 39° 40' e o meridiano central está a 1° a Este do Castelo de São Jorge (Lisboa), na Carta 1:50000 do IGC.



Fonte. Antenucci, John et al, Geographic Information Systems, VNR, 1991.

Fig 1.8. Projecção cartográficas mais utilizadas

Sistemas de coordenadas

As coordenadas geográficas permitem a localização de qualquer ponto à superfície da Terra e são medidas através de distâncias angulares, determinadas por uma rede de meridianos (círculos máximos perpendiculares ao Equador) e paralelos (círculos menores paralelos ao Equador). A intersecção do Equador e do Meridiano de Referência (Greenwich) define a origem das coordenadas. A latitude, medida entre o Equador e os Polos, varia entre $0^\circ - 90^\circ$ N e $0^\circ - 90^\circ$ S e a longitude, a partir do Meridiano de Referência, varia de $0^\circ - 180^\circ$ E e $0^\circ - 180^\circ$ W.

As coordenadas rectangulares resultam da planificação da Terra, através dos sistemas de projecção cartográficos e servem para localizar fenómenos no território, segundo uma lógica bi ou tridimensional.

Sistemas de representação plana usados em Portugal

Bessel-Bonne

É um sistema, como se disse, equivalente que utiliza uma projecção cónica. O datum geodésico utilizado é o de Lisboa (Castelo de S. Jorge). O ponto central (origem das coordenadas) situa-se próximo do marco geodésico de Melriça que tem as seguintes coordenadas geográficas: Lat., Log. = ($39^\circ 40'$ N, $8^\circ 7' 54''$.862 W).

Hayford-Gauss

É uma sistema conforme, com projecção cilíndrica transversa, que está associado ao elipsóide de Hayford ou Internacional. Existem quatro sistemas derivados deste, dos quais se destacam:

Hayford-Gauss antigo (SHGA)

O datum geodésico utilizado é o de Lisboa (Castelo de S. Jorge). O ponto central (origem das coordenadas rectangulares) situa-se próximo do marco geodésico da Melriça, que tem as seguintes coordenadas geográficas: Lat., Log. =(39° 40' N, 8° 7' 54".862' W).

Sistema Hayford-Gauss de coordenadas militares

Este sistema é uma variante do sistema Hayford-Gauss antigo, com a particularidade da origem das coordenadas se localizar no Oceano Atlântico, a SW do Cabo de S. Vicente, com um desvio de 200 Km para W e 300 Km para Sul, e, por esse motivo as suas coordenadas são positivas.

Hayford-Gauss moderno (SHG73)

Utiliza o datum 73 (Dt73), situado no centro do país, com origem de coordenadas na Melriça e tem as seguintes coordenadas geográficas: Lat., Log. =(39° 41' 37".30 N, 8° 7' 53".31 W).

Sistema de representação UTM

Utiliza o datum europeu situado na Alemanha (Potsdam) e define-se pela projecção de Gauss-Kruger. Resulta da divisão da Terra em 60 fusos de 6° de longitude, entre os paralelos de latitude 84° N e 80° S. O ponto central (PC), para Portugal, define-se pela intersecção do equador com o meridiano de 9° de longitude e a origem das coordenadas cartográficas pela translação de 500 km W do PC.

Escala	Elipsóide	Projecção	Datum	Produtor
1:2 000, 1:5 000, 1:200 000, 1:400000, 1:500 000, 1:600000	Hayford	Gauss	Lisboa	IPCC
1:50 000, 100 000	Bessel	Bonne	Lisboa	IPCC
1:1 000 000, 1:2 500 000	Hayford	Cónica Conforme de Lambert	ED50	IPCC
1:10 000, 1:25 000; 1:250 000	Hayford	Gauss	Lisboa	IGeoE
1:25 000	Hayford	UTM	Porto Santo	IGeoE
1:50 000; 1:250 000	Hayford	Mercator Transversa	Europeu	IGeoE

QI.17. Características técnicas de cartografia publicada pelo IPCC e pelo IGeoE, para Portugal Continental

Fotografia aérea

A fotografia aérea é obtida por câmaras aéreas, resultando de uma projecção cónica do terreno. A sua escala, ao contrário de uma carta, não é uniforme em toda a sua área, sofrendo distorções radiais regulares a partir do centro (ponto principal) e distorções irregulares devido ao enrugamento do terreno. A fotografia aérea constitui, portanto, um meio a partir do qual resulta a elaboração da cartografia de traço ou de ortocartografia, para fins diversos, por processos de *fotointerpretação* e *estereorestituição*. O efeito estereoscópico da imagem fotográfica permite elaborar cartografia tridimensional, devendo-se à sobreposição longitudinal da imagem em cerca de 60% e lateral de cerca de 20%. Para efeito da rentabilidade de produção cartográfica e do tipo de cartografia, estes valores podem ser diferentes. A grande vantagem da fotografia aérea, em relação à de satélite, reside no facto de que a partir daquela se podem obter escalas significativamente maiores, devido à baixa altitude de captação da imagem, permitindo grandes resoluções espaciais. Infelizmente, a imagem de satélite ainda não permite resoluções que permitam a elaboração de cartografia topográfica de grande escala, superior a 1:25000.

Existem três tipos de fotografia aérea: a *pancromática* (representa maiores definições, quando comparada com as restantes), a *cor natural*: (apresenta as cores da realidade dos objectos detectados) e *Infravermelho* (pancromático ou colorido. O infravermelho não representa a cor real dos objectos. A vantagem da utilização do infravermelho reside no facto de se poder identificar espécies vegetais, através das diferentes variações dos níveis de reflectância consoante a espécie vegetal).

Imagem de satélite

Neste tipo de detecção remota, as imagens mais importantes são as que se obtêm por sensores orbitais (radiómetros dos satélites). Embora as câmaras espaciais, equipadas em satélites ou em naves espaciais⁽³⁶⁾, possam obter imagens estereoscópicas com

⁽³⁶⁾ - A câmara americana LFC-Ittek, de grande angular, voou na nave espacial Space Shuttle. Das câmaras russas podemos salientar as KFA-1000, Kate-140, Kate-200, MK-4 e MKF-6. Destas apenas as imagens obtidas pelas câmaras KFA 1000 e a LFC-Ittek é que têm sido testadas em ordem à elaboração de cartografia topográfica para médias escalas.

sobreposições de 60%, de grande qualidade, elas apenas são destinadas a levantar informação de modo não sistemático.

A imagem de satélite é obtida por sensores orbitais. Os sensores orbitais mais conhecidos estão instalados nos satélites Meteosat, NOAA, Landsat e SPOT e recolhem informação de modo sistemático. Também se podem obter imagens tridimensionais, à excepção do Landsat, dado que os sensores não permitem obter estereoscopia, (Aronoff, 1989).

O seguinte quadro permite demonstrar as potencialidades das imagens orbitais na obtenção de cartografia topográfica. Até ao momento os sensores orbitais civis disponíveis permitem obter escalas cartográficas máximas da ordem de 1:25 000 em altimetria (SPOT). Contudo, escalas maiores poder-se-ão obter através das imagens de alta resolução com câmaras do satélite russo Soyous, de resoluções espaciais de 2 m, através do sensor KFA-3000, cuja imagem tem de dimensões 20 x 20 Km² (Geograf, 1994). Mas o grande problema destas imagens reside na sua correcção geométrica, pois as técnicas conhecidas até ao momento não são plenamente eficazes.

Sensor	Planimetria		Altimetria		Detectabilidade		Formato
	Precisão (m)	Escala (1:x)	Precisão (m)	Curvas (m)	Dimensão média pixel (m)	Escala (1:x)	
Landsat MSS	40	200 000	-	-	79	-	Digital
Landsat TM	20	100 000	25	125	30	-	Digital
SPOT pancromático	3	25 000	5	25	10	100 000	Digital
Soyous KFA-1000	4	25 000	15	75	4	25 000	Analógico
Soyous LFC-Ittek	5	25 000	15	75	7	50 000	Analógico

Adaptado de J. Cordeiro, Lisboa, 1994.

QI.18. Câmara fotográficas e sensores radiométricos - possibilidades cartográficas

Ortofotocartografia

Enquanto que, na cartografia de traço, o pormenor do terreno é representado por pontos, linhas, polígonos e símbolos convencionais, que permitem codificar os objectos do terreno, em ortofotocartografia a planimetria é representada pela imagem fotográfica resultante de tratamento adequado. O tratamento adequado dos ortofotomapas consiste na transformação da projecção cónica em ortogonal e na anulação dos erros de posicionamento dos pixeis devido ao enrugamento do terreno, a fim de manter toda a

superfície desta à mesma escala. A grande vantagem da ortofotocartografia reside na possibilidade de se poder visualizar o território (planimetria) tal qual ele se apresenta aos nossos olhos, ao contrário da cartografia de traço, que recorre à simbologia. Alguns ortofotomapas, contudo, têm também representada a altimetria e, em alguns casos, pode ser adquirida em separado nos produtores oficiais.

Cartografia de traço

A superfície terrestre pode ser representada com recurso a diversas técnicas cartográficas, nomeadamente a fotografia aérea, a imagem de satélite, os ortofotomapas e a cartografia de traço, podendo-se apresentar no formato analógico ou digital.

Uma *carta* ou mapa é uma representação simbólica, geométrica, plana e convencional da superfície terrestre, com recurso a uma relação de grandeza proporcional que se denomina escala.

Quanto ao conteúdo, existem dois tipos fundamentais de cartas. As topográficas e as temáticas.

A carta *topográfica* constitui uma representação do terreno, tão verdadeira quanto os limites da escala o permitem, contendo acidentes naturais e artificiais, representados correctamente, sob os pontos de vista altimétrico e planimétrico.

Os níveis de informação mais significativos existentes numa carta topográfica são:

- Hidrografia
- Redes viária e ferroviária
- Edificações urbanas
- Vegetação
- Limites administrativos
- Altimetria (relevo)
- Toponímia

A partir da carta topográfica, são elaboradas as cartas temáticas, tendo por referência a informação de base. Dos vários temas poder-se-ão produzir cartas de declives, cartas altimétricas, cartas hidrográficas, cartas de condicionantes à ocupação e uso do solo, etc.

Na cartografia de traço existem três tipos de implantação de entidades numa carta:

- *Objectos pontuais*: são representações feitas por recurso a pontos, o que se justifica para determinadas entidades demasiadamente pequenas para serem representadas à escala.
- *Objectos lineares*: são estruturas que, devido ao seu alongamento, são representados apenas por uma dimensão espacial, por não poderem ser representadas pelas suas formas reais.
- *Objectos poligonais*: constituem áreas cujos limites representam o contorno de um objecto. Por esse motivo assumem duas dimensões.

Características técnicas de uma carta topográfica:

- *Título*: pretende resumir e enquadrar os fenómenos espaciais representados.
- *Escala*: é a relação de grandeza que existe entre as dimensões do mundo real e as dimensões dos objectos representadas no mapa. A escolha da escala tem a ver com o detalhe da informação que se pretender. A escala afecta o conteúdo, a precisão e o grau de generalização cartográfica. Assim as grandes escalas permitem análises de pormenor e maiores precisões, enquanto que as menores possibilitam análises generalistas e com um menor grau de fiabilidade.
- *Precisão*: A precisão define o rigor da carta, i. e., qual o rigor dos objectos representados quanto à posição geográfica, a forma, e a posição relativa (de uns em relação aos restantes).
- *Tipo de projecção*: É a relação matemática que permite representar a Terra, ou parte dela, segundo uma superfície plana. A escolha do tipo de projecção tem a ver com o objectivo da carta.
- *Seccionamento*: Estabelece a extensão da área a abranger pela carta. Os formatos de papel convencionais são os seguintes: 40x64 cm² para a escala 1:25000 e 50x80 cm², para escalas 1:10000, 1:5000, 1:2000 e 1:1000.
- *Legenda*: É o conjunto de sinais convencionais (atributos gráficos: cor, símbolos, texto, sombreado e tipo de linha) que nos permitem ter uma leitura do mapa.
- *Níveis de informação*: Definem os níveis de informação que o mapa contém, segundo as diferentes classes e categorias de espaços.
- *Data de levantamento*: Define a altura do levantamento aerofotogramétrico, representando, esta data, uma importância particular quando a informação cartografada for de carácter dinâmico.
- *Data de publicação*: Pode haver um grande desfasamento entre a data de

levantamento e a de publicação da carta, o que pode traduzir-se na desactualização de informação. Qualquer representação de fenómenos dinâmicos no tempo deve ter em conta esta particularidade.

Cartografia digital

Entenda-se por *cartografia digital ou numérica*, o conjunto de procedimentos que permitem elaborar ou actualizar uma carta (imagem ou de traço), respeitando as leis da cartografia clássica, com recurso a meios informáticos, designadamente estereorestituidores, scanners, mesas digitalizadoras, plotters, computadores e software específico.

Quando se pretende elaborar cartografia digital de traço devem distinguir-se quatro etapas básicas:

- Aquisição de dados;
- Edição e manipulação de dados/informação;
- Armazenamento de dados/informação;
- Difusão da informação.

A aquisição de dados é feita por processos interactivos ou manuais (mesa ou estereorestituidor) ou por processos interactivos e automáticos, através do *scanning* e consequente vectorização. Quando é feita de modo *interactivo*, a verificação e o controlo de qualidade são feitos passo-a-passo. O modo *automático* permite apenas verificar a qualidade no final do processo. Existe software dedicado de vectorização que, através de parâmetros pré-definidos pelo utilizador, percorre todo o documento ou apenas uma secção definida e converte sequências de pixeis em vectores (pontos, linhas ou polígonos).

A digitalização, para Sistemas de Informação Geográfica, tem em vista a geração de um ficheiro vectorial cujos objectos gráficos poderão ter atributos alfanuméricos.

A digitalização processa-se em cinco fases:

- Preparação do documento;
- Pré-processamento do documento: consiste em verificar se estão satisfeitas as condições para a digitalização ou *scanning* e elaboração dos testes, entre eles a

resolução no scanner ou o modo de digitalização interactiva mais adequado (*point mode*⁽³⁹⁾ ou *stream mode*⁽⁴⁰⁾);

- *Set-up* do documento: consiste na atribuição de pontos coordenados de controlo e na georeferenciação da carta segundo um sistema de coordenadas;
- Definição de atributos;
- Digitalização propriamente dita.

Viu-se anteriormente que a informação digital pode estar no formato raster ou vector. O *scanning* consiste na conversão analógico-digital de cartas ou imagens, passando-as para o formato matricial e é feita por via de um scanner. A *vectorização* pode ser feita directamente por uma mesa digitalizadora ou por conversão do ficheiro raster para vector, com recurso a software dedicado.

Em cartografia digital, os objectos, entidades espaciais ou vectores contêm atributos gráficos, designadamente o *layer* onde se encontram a cor, o estilo (tipo de linha: a cheio ou a tracejado) e o peso (espessura da linha ou do ponto). No caso da informação raster, cada pixel também possui atributos, tais como o *layer* onde se encontra e cor (ou nível de cinzento). A dimensão do pixel é um atributo do ficheiro.

Edição e manipulação de dados/informação

A edição pode ser feita simultaneamente com a digitalização ou pode ser efectuada posteriormente. Consiste na possibilidade de poder alterar, acrescentar ou apagar elementos gráficos de um ficheiro. Os *erros gráficos* mais frequentes em cartografia podem discriminar-se nos seguintes:

- *Overshoot*: há sobreposição de dois elementos em que um intersecta e avança sobre o outro, não devendo avançar;
- *Undershoot*: quando um elemento fica aquém de interceptar outro;
- *Slivers*: quando o operador, com os seus movimentos, desvia os pontos ou linhas da trajectória verdadeira;

⁽³⁹⁾ - Consiste na identificação de pontos legíveis pelo utilizador, usando o *click* do cursor.

⁽⁴⁰⁾ - Consiste em mover o cursor sobre uma determinada linha, e o software encarregar-se de capturar pontos coordenados por critérios geométricos. Este método embora mais rápido, tem como inconvenientes a criação de ficheiros mais pesados e de induzir o operador mais frequentemente em erro.

- *Duplicate elements*: quando há duplicação do mesmo elemento gráfico sobre si próprio;
- *Line intersections*: intersecções mal feitas;
- *Free-end points*: pontos livres, desconexos;
- *Open areas*: polígonos mal fechados;
- Posicionamento incorrecto dos objectos.

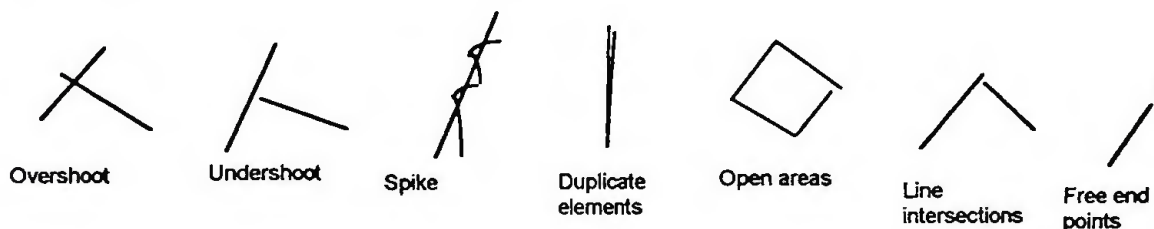


Fig 1.9. Alguns tipos de erros gráficos.

No caso de se efectuar o *scanning*, devem efectuar-se as operações de edição, nomeadamente o *warp* que consiste no ajustamento da imagem, de acordo com os pontos de controlo definidos e a *filtragem* que tem em vista corrigir anomalias de pixeis mal posicionados.

Armazenamento de dados/informação

Esta fase tem em vista armazenar o ficheiro para outras utilizações depois deste se encontrar na fase de acabamento. O armazenamento consiste em efectuar *backup's* (cópias de segurança) em suporte magnético.

Difusão da informação

A difusão da informação cartográfica, em regra, compete aos organismos produtores da mesma. A difusão também pode significar a disponibilização da informação na rede de transmissão de dados. Num município, este processo deverá ser considerado vital para assegurar a partilha de informação para outros serviços.

Produtores nacionais de informação cartográfica



A Informação Cartográfica pode ser obtida em organismos estatais, a saber:

- Comissão Nacional de Ambiente;
- Direcção Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbanístico;
- Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural;
- Instituto Florestal;
- Instituto Hidrográfico;
- Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica;
- Instituto Português de Cartografia e Cadastro;
- Instituto Geográfico do Exército;
- Instituto Geológico e Mineiro.

O conjunto destes organismos permite dispor de um volume de informação bastante considerável, embora, muito dispersa e nem sempre compatível entre si, o que não inviabiliza a sua importância, permitindo caracterizar Portugal como um país de longa tradição na produção cartográfica de natureza diversa.

Para além dos organismos públicos, existem empresas privadas produtoras de informação cartográfica a grandes escalas, concentrando-se estas, na sua grande maioria, nas Áreas Metropolitanas de Lisboa e do Porto.

Apresentam-se, no Anexo VI, os organismos produtores e difusores de informação geográfica que se consideram de especial importância no planeamento regional e local.

Esta abordagem da cartografia, produzida pelos diversos organismos permite algumas considerações. Não há dúvida que a informação recolhida, ao longo dos anos por estes organismos é importante para os trabalhos de planeamento e ordenamento do território, embora este facto não tenha contribuído para a sua actualização, pelo que a mesma se encontra desactualizada, dispersa e nem sempre acessível nos formatos pretendidos, dificultando grandemente o trabalho a desenvolver pelas autarquias, com o consequente agravamento dos custos. Outra das graves insuficiências prende-se com o facto da informação produzida, pelos diferentes organismos que cobre o território nacional não se encontrar actualizada, o que é inadmissível nos dias de hoje, atendendo à necessidade de existirem figuras de plano para todos os municípios portugueses. Esta "contradição" coloca mais uma vez a interrogação sobre a validade dos PMOT (nomeadamente os PDM) em curso para os concelhos que não têm informação geográfica actualizada e disponível. Estes

problemas alertam para o facto de não existir um organismo que coordene, de forma séria e em tempo real, a produção e a actualização da informação cartográfica nacional, evitando a duplicação de levantamentos para as mesmas áreas, o que facultará uma racional gestão dos recursos envolvidos nesta operação.

Na sequência do que ficou dito, e como forma de colmatar esta situação, as autarquias viram-se obrigadas a adjudicar a execução de cartografia, de grande escala, a empresas produtoras privadas, para a realização dos trabalhos dos Planos Directores Municipais e de outros planos de nível hierárquico inferior.

Sem a pretensão de nomear exaustivamente as empresas na área da produção cartográfica, tanto que a dinâmica do mercado actual do sector se caracteriza por uma grande proliferação das mesmas, refira-se, a título de exemplo, as seguintes: Inforgeo, Artop, Socarto, Digimapa, Estereofoto, Infotop, Topsistema, Geobit, Tecta, entre outras.

Com o intuito de colmatar as deficiências existentes na cartografia nacional, surge muito recentemente um diploma legal inovador. Trata-se do DL 193/95, de 28 de Julho, que estabelece os princípios e normas a que deve obedecer a produção cartográfica no território nacional. Segundo este diploma compete ao Ministério do Planeamento e Administração do Território (MPAT) a definição de normas técnicas no domínio da produção e da reprodução cartográficas. Cabe ao Estado assegurar a cobertura nacional com cartografia topográfica nas escalas iguais ou inferiores 1:10 000 e com cartografia hidrográfica nas escalas 1:5 000 e inferiores e respectivas actualizações. A *cartografia oficial* será, então, publicada pelo referido ministério de tutela, em Diário da República, sendo da responsabilidade do IPCC a elaboração das listagens.

Assim, são definidos os seguintes produtores com competência legal:

- IPCC - Instituto Português de Cartografia e Cadastro;
- IGeoE - Instituto Geográfico do Exército;
- IH - Instituto Hidrográfico.

Qualquer outra entidade que queira exercer actividades no âmbito da produção de cartografia topográfica ou temática de base cartográfica⁽⁴¹⁾ tem de estar habilitada por lei com o respectivo alvará emitido pelo IPCC.

O mesmo diploma cria o Conselho Coordenador de Cartografia composto por:

- Presidente do Instituto Português de Cartografia e Cadastro (IPCC);

⁽⁴¹⁾ - Fotografia aérea e outras formas de detecção remota, topografia e nivelamento, triangulação aérea, restituição fotogramétrica, numerização da informação cartográfica, edição de dados cartográficos e ortorrectificação.

- Director do Instituto Geográfico e Cadastral (IGeoE);
- Director-geral do Instituto Hidrográfico (IH);
- Presidente do Instituto de Investigação Científica e Tropical (IICT);
- Presidente do Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (IEADR);
- Presidente do Instituto Florestal (IF);
- Presidente do Instituto Geológico e Mineiro (IGM);
- Presidente do Instituto Português de Investigação Marítima (IPIM);
- Presidente do Instituto da Água (INAG);
- Director-Geral do Ambiente (DGA);
- Presidente do Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG);
- Dirigentes máximos de outros organismos e serviços habilitados por lei a produzir cartografia.

Ao referido Conselho compete:

- Coordenar a actividade dos organismos e serviços públicos produtores da cartografia;
- Promover a cobertura de todo o território com cartografia oficial nos tipos e escalas necessários à satisfação dos interesses nacionais;
- Propor objectivos e estratégias para a actividade cartográfica, tendo em vista a sua dinamização, a optimização dos recursos disponíveis e a obtenção de economias de escala;
- Elaborar e propor normas técnicas no domínio da produção e reprodução cartográfica e dar parecer sobre as que lhe sejam superiormente apresentadas;
- Apoiar a constituição e o funcionamento do registo central de cartografia oficial e homologada;
- Promover a normalização de nomes geográficos e a constituição e funcionamento da respectiva base de dados;
- Promover a divulgação e utilização da produção cartográfica disponível;
- Propor medidas tendentes ao desenvolvimento e aperfeiçoamento da actividade cartográfica e à protecção da respectiva produção;
- Fomentar a formação e o aperfeiçoamento de profissionais nos domínios da cartografia e afins;

cartografia e afins;

- Emitir parecer sobre os assuntos e processos que, nos domínios da cartografia, lhe forem superiormente submetidos para o efeito.

À produção cartográfica aplica-se o disposto na lei relativo aos direitos de autor, DL 63/85, de 14 de Março, alterado pela L 45/85, de 17 de Setembro.

Qualquer produtor de cartografia ou entidade que a adquira pode pedir a homologação da cartografia produzida ao IPCC, conjuntamente com o organismo público da área em causa, sendo as regras de homologação previamente aprovadas por despacho do ministro da tutela.

Controlo de qualidade de informação cartográfica

A precisão cartográfica é um assunto que caiu no esquecimento de alguns produtores, nomeadamente os privados e, mais grave ainda, dos próprios utilizadores que pagam um elevado preço para a aquisição da informação espacial.

Falar em precisão consiste em referir-se ao ponto de vista posicional dos objectos no território. Neste caso analisa-se a *precisão planimétrica ou horizontal* e a *altimétrica ou vertical*, dos objectos no território.

O primeiro conceito, precisão planimétrica, tem a ver com o desvio que um ponto pode sofrer relativamente à sua correcta posição no território. Também é designado por *erro ou desvio máximo de posição* (D_m). Deve-se, ainda, considerar o *erro de graficismo ou erro gráfico* (E_g) que se comete durante o processo de digitalização e na medição. Não obstante não existir publicação oficial de parâmetros *standard* relativos à precisão cartográfica, podem tomar-se as seguintes referências, para a cartografia topográfica:

$$E_g \leq 0.25 \text{ mm} \times S \quad (\text{S: denominador da escala})$$

$$D_m \leq 0.5 \text{ mm} \times S \quad (\text{que inclui o } E_g)$$

A precisão (posicional) pode ser relativa ou absoluta. É relativa, quando comparada com a posição dos outros objectos na carta e absoluta, quando comparada com a posição dos objectos com a sua real posição no território.

Escala (S)	D _m (m)
1 000	0.50
2 000	1.00
5 000	2.50
10 000	5.00
25 000	12.50
100 000	50.00

QI.19. Erro máximo de posição em função da escala.

Refira-se que, de uma forma geral, a precisão posicional ou fiabilidade é a medida da variância da posição das entidades de um mapa e da sua verdadeira posição. Esta deve ser testada a quatro níveis:

- Por *deduções estimadas*: estimam-se os erros potenciais que ocorrem em cada fase de produção e a propagação desses erros;
- Por *evidências internas*: os testes baseiam-se em medidas repetidas e em medidas de redundância;
- Por *comparação da fonte*: medidas de variância em relação aos standards;
- Por *comparação de uma fonte independente* de grande precisão: os testes são feitos por comparação de pontos de controlo bem conhecidos oficialmente.

A *precisão altimétrica* (E_a) é definida pelas curvas de nível e pontos cotados e determina-se por uma expressão matemática $x + y \cdot \text{tg } a$, em que x é o erro na determinação das cotas resultantes dos erros máximos cometidos por instrumentos utilizados na restituição e y corresponde ao erro máximo de posição planimétrica na implantação das curvas de nível e a , a inclinação média do terreno na zona da curva.

$$E_a \leq x + y \cdot \text{tg } a$$

Escala (S)	E_a (m)
1 000	$0.35 + 0.50 \cdot \text{tg } a$
2 000	$0.60 + 1.00 \cdot \text{tg } a$
5 000	$1.00 + 2.50 \cdot \text{tg } a$
10 000	$2.00 + 5.00 \cdot \text{tg } a$
25 000	$3.00 + 12.50 \cdot \text{tg } a$

QI.20. Precisão altimétrica em função da escala.

Para se manter a qualidade da cartografia, há que se respeitar um determinado número de regras quanto a ampliações. Assim, nunca se deve admitir ampliações superiores a duas vezes a carta de base, pois estas dobram os erros de posição. Por outro lado, deve ter-se em conta que a ampliação da altimetria origina equidistâncias

desadequadas à nova escala obtida.

4.2. A Informação não-espacial

Constitui informação alfanumérica (não espacial) aquela que descreve ou caracteriza as entidades espaciais ou que não tem uma representação espacial directa. Em regra, nos SIG, os dados/informação alfanumérica são tratados em separado da plataforma espacial e são armazenados em bases de dados alfanuméricas relacionais e convencionais, podendo ser descritores das entidades gráficas, como já foi dito.

A vantagem dos dados alfanuméricos serem tratados em “separado”, é que, dessa forma, está mais facilitada a sua transferência/importação para outros sistemas compatíveis.

Se os dados de natureza espacial oferecem maiores cuidados quanto aos formatos, aos sistemas de representação e projecção geográficos, à precisão altimétrica e planimétrica e aos atributos gráficos (level, color, style, weighth), o mesmo não se pode dizer dos alfanuméricos. Mas os maiores problemas que se levantam no âmbito não-espacial são, por um lado, as relações que se estabelecem entre entidades e, por outro, a qualidade dos dados. Tecnicamente os problemas levantados a nível da compatibilização dos formatos de dados e o volume de informação são muito mais pacíficos, porquanto as tecnologias cada vez mais tendem a ser compatíveis e, de dia-para-dia, mais poderosas nas capacidades de armazenamento.

Produtores nacionais de informação alfanumérica

A produção de informação alfanumérica é menos dispendiosa, do ponto de vista do tempo e do custo, quando comparada com a cartográfica. Os problemas levantados, na aquisição daquela, prendem-se mais com a qualidade e formato dos dados disponíveis, pelos diversos produtores, do que com a ausência dos mesmos.

O cenário actual do país caracteriza-se pelo isolamento de organismos a produzirem as suas bases de dados sectoriais, com os seus formatos próprios e segundo as suas regras particulares. Contudo, com a recente inauguração da rede de dados do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG, ver Anexo III), surge a esperança de um atenuar progressivo desta tendência, uma vez que terão de ser definidas regras para a

disponibilização da informação na rede pública.

No Anexo III, destacam-se os diversos produtores de dados e informação alfanumérica, aderentes à rede SNIG, como os responsáveis por esta considerável riqueza de informação nacional.

O INE é, por excelência o produtor nacional de informação alfanumérica. Os dados do INE pretendem documentar, estatisticamente, vários sectores de actividade do país. Esta informação obtém-se, normalmente, através de inquéritos enviados a organismos e/ou serviços regionais, municipais ou através de inquérito directo à população e/ou às actividades. A periodicidade e recolha é diversa, podendo ser decenal (recenseamento da População e Habitação), anual, semestral, trimestral ou mensal, adoptando-se o método de amostragem para a informação com maior periodicidade. A informação disponível existe na forma de fotocópia, microficha, *diskette*, banda magnética, ou CD-ROM, podendo esta ser obtida através de pedido específico. O INE é ainda a entidade responsável pelos recenseamentos da população⁽⁴²⁾ e da habitação, destacando-se, com a realização do Censo da População e Habitação, em 1991, o sub-produto comercializado com a denominação "Municenso Base", que irá disponibilizar informação integrável em SIG Municipais. Estes dados, constituídos por quatro grandes grupos, representam os Alojamentos, Edifícios, Famílias e Indivíduos, ultrapassando o milhar de variáveis (Ver Anexo VII). Pela primeira vez, os mesmos são facilmente georeferenciáveis em secções e subsecções estatísticas, também disponíveis, para o país inteiro, aquando da aquisição dos dados alfanuméricos.

Cabe-nos aqui mencionar que a política de marketing que o INE tem vindo a efectuar junto dos consumidores de informação estatística, desde que foi reformulada a sua orgânica, em nada vem contribuir para um melhor acesso à informação. Por um lado, refira-se o longo período de preparação e lançamento oficial dos dados dos Censos de 1991, que só foram disponibilizados em 1994. Por outro lado, refira-se que este censo teve a colaboração dos municípios, com cedência gratuita de informação, que veio constituir a cartografia de apoio à elaboração da Base Geográfica de Referência Espacial (BGRE) e, em troca, o INE, vende esse produto aos municípios e a outros agentes privados. Deve mencionar-se, ainda, que este instituto tem assumido uma posição fechada, para com as instituições de investigação relativamente à cedência de informação. Parece que uma nova atitude deveria ser tomada por este organismo, no sentido de uma abertura e do incremento de uma maior cooperação, relativamente a projectos científicos, no âmbito da informação e da georeferenciação da mesma, onde pesassem menos os critérios economicistas.

⁽⁴²⁾ - O primeiro Censo da População realizado em Portugal data de 1864. Com a Carta de Lei de 25.08.1867, os censos da população passaram a realizar-se com periodicidade de 10 anos. No ano de 1991 realizou-se o XIII Recenseamento Geral da População e o III Recenseamento Geral da Habitação.

Este cenário poderá ser alterado, a médio e longo prazo, pelo papel que os municípios irão tomar assumindo, cada vez mais, a sua situação de produtores de informação geográfica, no domínio do planeamento, das actividades económicas, do uso e transformação do solo, etc.

Para além da informação referida, o INE produz dados sobre a Agricultura (caracteriza as explorações agrícolas por freguesia), Educação, Saúde, Demografia, Comércio Externo e Indústria (dados amostrais e com periodicidade anual).

No âmbito da produção de informação alfanumérica, podem destacar-se uma série de entidades públicas, associações e empresas privadas, que poderão constituir fonte de informação sectorial por forma a ser integrada no SIG municipal.

Classificaram-se em 13 grupos, de acordo com as seguintes áreas: Administração Central, Administração Local, ambiente, associações desportivas, culturais e recreativas, banca e seguros, ensino, indústria, comércio e serviços, política e associações sindicais, protecção civil e acção social, religião, saúde, transportes e telecomunicações e turismo e lazer.

Controlo de qualidade de informação alfanumérica

O controlo de qualidade dos dados produzidos deveria ser uma obrigatoriedade para qualquer entidade produtora dos mesmos. Uma base de dados, no sentido mais lato do termo, deverá ser objecto de testes, para ser verificada a precisão dos mesmos. O facto de não existirem padrões da medida da precisão dos dados não-espaciais deve-se ao facto de ser mais difícil criar regras de validação *standard*, para os mesmos.

Todavia, poderão enumerar-se alguns conselhos práticos fundamentais para o controlo da qualidade dos dados:

- Criar regras de validação na introdução de dados em bases de dados, a fim de evitar a introdução de erros. A exemplo disto, se se estipular um número exacto de dígitos na introdução de um número impedindo a introdução de mais caracteres (check digit), podemos ter, à partida, uma situação controlada;
- Deve criar-se um *campo-chave* em cada tabela para valores únicos, a fim de evitar a sua duplicação;
- Efectuar medições periódicas aos dados confirmando os valores de uma amostra representativa com a realidade empírica;

representativa com a realidade empírica;

- Nunca introduzir dados duvidosos;
- Cada fenómeno deverá ser acompanhado da data de levantamento e actualização;
- Elaboração de cópias de segurança para dados históricos;
- Certificar-se se as fontes de informação são as correctas.

5. O lifeware

Como se viu anteriormente, um Sistema de Informação Geográfica não é composto apenas pelo software e pelo hardware. Como é óbvio, fazem parte integrante deste os recursos humanos, desempenhando diversas funções no sistema, bem como os procedimentos e as tomadas de decisão dos agentes implicados no mesmo. A este conjunto complexo, onde os recursos humanos assumem uma posição vital, assume-se a designação de *lifeware*.

Neste contexto, todo o *know-how*, adquirido durante a implementação de um Sistema de Informação Geográfica, é fundamental para o futuro do projecto. A fase de *take-off*, é especialmente consumidora de tempo e de investimento na aprendizagem do software aplicacional. Considera-se um período de aprendizagem, em regra não inferior a seis meses. A necessidade de existirem inúmeros *pacotes* de software vocacionados para campos específicos (captação de dados, processamento de imagem, georeferenciação, gestão de bases de dados, análise espacial, etc) e do reduzido grau de *costumização* do mesmo, aliado à reduzida familiarização com estas matérias, justificam o lento e complexo processo de aprendizagem. Esta área exige, como é óbvio, grande especialização em diversas matérias ligadas ao território, tais como a cartografia, informática, análise espacial, envolvendo áreas disciplinares deste a geografia, engenharias, arquitecturas, entre outras. O conhecimento e o domínio de software CAD, de bases de dados e programação, são fundamentais.

Na perspectiva da organização, existem diversas especializações a nível dos recursos humanos implicados num SIG:

- Operadores em geral;

- Programadores;
- Especialistas em análise espacial;
- Administrador do Sistema.

Ao Administrador do Sistema, como responsável máximo sob o ponto de vista informático, cabem-lhe as seguintes tarefas:

- Controlar os acessos;
- Controlar as visitas;
- Controlar a entrada de dados;
- Controlar modificação de dados;
- Efectuar *back up's*⁽⁴³⁾;
- Apoiar os utilizadores das características, qualidade e disponibilidade de dados;
- Ceder informação para aplicações específicas;
- Alertar para os potenciais problemas inerentes às bases de dados.

Dada a dificuldade em estabelecer o perfil ideal de um operador SIG, pela inexistência de *curricula* apropriados, nos meios académicos, este deverá possuir habilitações académicas e profissionais ligadas à informática e conhecimentos sobre:

- Planeamento e Administração do Território, incluindo, sociologia e economia;
- Administração e gestão municipal;
- Organização e métodos;
- Informática de gestão, incluindo conhecimentos sobre folhas de cálculo, bases de dados relacionais e software CAD;
- Cartografia.

⁽⁴³⁾- Cópias de segurança.

II. CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SIG DE NÍVEL LOCAL

1. A organização municipal

Na implementação de um projecto deste tipo - Sistema de Informação Geográfica Municipal -, como é óbvio, nunca deve ser descurado o contexto organizacional, neste caso o município. Uma das maiores dificuldades na implementação dos sistemas de informação geográfica, a nível municipal, prende-se com os elevados custos de aquisição do equipamento (hardware e software), embora tendentes a diminuir e, especialmente, da informação.

O sucesso da implementação do SIG numa organização tem a ver com o grau de aceitação deste, por parte dos recursos humanos envolvidos e potenciais utilizadores e da coerência dos dados existentes, por forma a apoiar decisões correctas sobre o mundo real. Entenda-se por decisão correcta aquela que permite ao decisor atingir os objectivos a que o sistema é destinado.

A implementação do SIG nos serviços de uma Autarquia origina sempre *impactes* de diversa ordem. A pouca aceitação inicial da tecnologia em causa resulta, em grande parte, das más interpretações sobre as intenções da mesma e sobre as responsabilidades que cada indivíduo poderá ter no projecto, pelo que estas devem ser esclarecidas, de imediato, por forma a combater-se o eclodir generalizado de uma atitude repulsiva. Como dizia Shakespeare “As dúvidas são nossas inimigas, porque nos fazem perder o bem que poderíamos ganhar se nos deixassem agir” (in Measure for Measure, Shakspeare, trad, de Luís F. Rebelo). A alteração de velhos procedimentos e a adopção de novas formas de resolução de problemas específicos do quotidiano, resultam sempre em atritos que afectam indelevelmente o *staff* mais enraizado da organização, incluindo-se neste, as chefias.

Neste *impacte* deve encarar-se perniciosa a ideia mitificada de que os sistemas de informação geográfica, são a última resposta eficaz, na resolução de situações de conflito; a última palavra cabe sempre ao técnico e ao decisor.

É interessante reflectir, de igual modo, no *impacte* deste novo serviço a nível hierárquico e funcional.

A organização dos serviços em departamentos, divisões, repartições e sectores/secções, de um município, obedece ao conceito clássico de hierarquia. A ordem e a “harmonia” instauradas regulam-se por relações de subordinação e os serviços funcionam,

com maior ou menor *entropia*, dependendo dos níveis de burocracia envolvidos. O fluxo de informação, quase sempre unidireccional, fecha-se à medida que avança um nível hierárquico, podendo mesmo distorcer-se, e culmina no topo da hierarquia. Na óptica hierárquica, são frequentes os casos de apropriação de informação, num ou noutro estágio da pirâmide, pois prevalece o conceito de que aquele que “possui” melhor informação está mais apto a melhor decidir ou a participar, com mais desempenho, no processo de decisão e, por conseguinte, a exercer maior domínio sobre os restantes subordinados e/ou serviços.

Todavia, a instalação de um Sistema de Informação Geográfica, de nível municipal, a funcionar em rede, vem alterar este cenário. Deixa de ter significado a posse ou a retenção da informação, pois a transparência da mesma, na rede, é incompatível com o sistema de pirâmide, das chefias e do poder centralizado. Todos os serviços, salvo protecções devidas⁽¹⁾, terão acesso à informação que, por inércia fora pertença de alguém.

O choque com a organização terá de se esbater progressivamente, através do diálogo intenso e aberto, com a clarificação do domínio de intervenção e das potencialidades do Sistema. Se o SIG pretende integrar e coordenar o fluxo de informação entre diversos serviços de uma Autarquia, é mais vantajoso, como é óbvio, que aquele não dependa de uma estrutura hierárquica, mas sim funcional, onde cada técnico envolvido desempenhe as funções que lhe competem, fazendo parte de uma equipa. O modelo mais adequado ao funcionamento do mesmo é o da dependência directa do decisor máximo da Autarquia. Não só pelo papel integrador e interdisciplinar, que o mesmo desempenha para com os restantes serviços da Autarquia, como também, pelo elevado investimento económico que o mesmo absorve, necessitando de enormes quantias do orçamento municipal, e ainda pelo carácter interdisciplinar e envolvente que o mesmo exerce sobre os demais serviços da organização, competência essa, conferida ao Presidente da Autarquia. Acrescente-se que a concepção e implementação do Modelo de Dados do Sistema deve ser feita em colaboração directa com o decisor, uma vez que o mesmo deverá ter acesso, sem quaisquer restrições, a todos os dados.

A eficácia da gestão da informação numa organização está dependente da forma como os recursos humanos utilizam a informação e não apenas como as máquinas a trabalham. Esta, antes de ser partilhada, tem de ser previamente estruturada e compilada, sendo a fase crucial da concepção do SIG.

T. Davenport (1994) profere quatro máximas de elevado interesse para a gestão da informação numa organização:

(¹) - Entenda-se a informação de natureza diversificada.

- Quanto mais complexa e pormenorizada for a abordagem da gestão de informação, menos probabilidades tem de mudar o comportamento das pessoas;
- Se a informação for igual a poder e dinheiro, as pessoas não a partilharão facilmente;
- Para tirar o máximo proveito das novas tecnologias, os trabalhadores têm de começar por aprender a comunicar directamente;
- Uma vez que as pessoas são importantes fontes e elementos integradores da informação, quaisquer fluxos ou estruturas de informação devem incluí-las.

No contexto do município de Vila Franca de Xira, teve-se em conta o funcionamento dos serviços, contemplando as suas atribuições e competências. Dos cinco departamentos existentes na Câmara Municipal, todos eles ficarão ligados em rede de comunicação de dados ao Sistema de Informação Geográfica Municipal. Para além da Câmara, foram também contemplados os Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento. De acordo com o seu organograma funcional, assim se incluíram os serviços a integrar na rede do Sistema de Informação Geográfica.

Seria exaustivo fazer um estudo sobre cada serviço e justificar a sua integração no SIG, tarefa essa fora do âmbito do presente estudo.

De igual modo, pretendeu-se integrar o SIG nos actuais serviços, sob a coordenação da presidência, pelos motivos alegados anteriormente (Anexo V). A criação de uma Divisão (ou Gabinete) de Informação Geográfica, com os Sectores de *Mapping*, de Bases de Dados e de Desenvolvimento de Aplicações, responde à organização funcional de um Sistema de Informação Geográfica Municipal. Ao primeiro caberão tarefas de actualização e manipulação cartográfica. Ao segundo a concepção e manutenção de bases de dados geográficos e ao último as tarefas de análise, concepção e implementação de estudos de carácter técnico-científico de apoio ao decisor.

2. Metodologia da concepção do modelo de dados

A metodologia da concepção tem em linha de conta os passos críticos da criação e implementação do SIG local. Cabe, ao presente capítulo, estabelecer as etapas gerais que presidem à concepção e implementação do Sistema de Informação Geográfica para o

Município de Vila Franca de Xira.

Identificação das etapas:

1. Formulação do problema e definição de objectivos

O território de um município é a realidade geográfica onde têm representação fenómenos de natureza ambiental, económica, social e político-administrativa de um espaço mais vasto que é o país. É no município que os problemas são perspectivados numa tónica de pormenor, com um nível de observação local. Estes problemas podem ser o mais diverso e complexos possíveis, variando de município para município.

Cada território tem as suas particularidades locais e, conseqüentemente, os seus problemas específicos. É a partir destas particularidades que nascem os sistemas de informação geográfica vocacionados para apresentar soluções específicas, por forma colmatar disfunções de determinados espaços territoriais.

Avaliada a situação geográfica do município em causa, foram detectados problemas estruturais de que resultam, inevitavelmente, situações de conflito funcional, do ponto de vista do ordenamento do território. Estas disfunções têm duas origens fundamentais. Por um lado, a sua inserção e posição no território metropolitano conferem-lhe problemas próprios de uma estrutura complexa e polarizadora de recursos e actividades, materializada na sua primazia macrocéfala, com forte expressão de competitividade. Por outro lado, a existência de acidentes geográficos, nomeadamente o Rio Tejo (parte do Estuário), os Montes e a Lezíria, oferecem fortes condicionantes à normal implantação de actividades e ao ordenamento do território, em geral. Assim, estes acidentes têm criado enormes pressões no crescimento urbano-industrial e nas acessibilidades viárias, causando enormes complicações nos fluxos de tráfego.

Não menos importantes são os problemas causados pela existência de espaços-canaís num território urbano congestionado, nomeadamente os adutores de água e de gás natural, as grandes infra-estruturas de redes eléctricas e as principais infra-estruturas rodoviárias (IP1 e CREL) e ferroviárias (Linha Ferroviária do Norte, servindo comboios internacionais, regionais e suburbanos).

A decisão de optar pela implementação do Sistema de Informação Geográfica teve como principal objectivo constituir uma ferramenta poderosa de apoio ao planeamento urbanístico e ao processo de decisão em geral. Os SIG, como geradores de aplicações, são instrumentos fundamentais ao serviço do técnico de planeamento, na gestão corrente e na

resolução de problemas complexos, na escolha da melhor alternativa, entre as possíveis apresentadas, e na escolha estratégica, ao serviço do decisor.

Tendo em conta a análise anterior, as áreas propostas de intervenção do Sistema de Informação Geográfica Municipal são as seguintes:

- Redes: águas, saneamento básico, electricidade, gás natural, telefones, vias e caminhos de ferro;
- Mobiliário urbano: contentores de lixo, papelões, vidrões, papelarias, baldes de lixo;
- Planeamento urbanístico;
- Cartografia temática;
- Protecção civil;
- Estatística;
- Equipamentos colectivos;
- Indústria.

No contexto das áreas de intervenção, preconizaram-se os seguintes níveis de intervenção, para o SIG local:

1. Elaboração de estudos especializados e produção de documentos de apoio à decisão;
2. Constituição de um instrumento de apoio ao planeamento urbanístico na elaboração, na gestão e revisão de PMOT's (planos municipais de ordenamento do território);
3. Planeamento e gestão das redes de infra-estruturas de águas e de saneamento básico;
4. Gestão da ocupação e uso do solo municipal;
5. Gestão do cadastro rústico e urbano;
6. Gestão do património edificado municipal;
7. Programação e gestão de infra-estruturas rodoviárias, de águas e saneamento básico;
8. Programação de equipamentos colectivos;
9. Gestão do parque habitacional;
10. Gestão do parque industrial;
11. Partilha de informação multisectorial tendo em vista a gestão corrente dos

serviços municipais.

A fase de arranque, iniciada em Julho de 1993, foi objecto de um estudo preliminar, com vista ao conhecimento da realidade municipal e da organização dos serviços da Autarquia, durante um período inicial de seis meses.

2. Cursos estabelecidos de acção

2.1. Visitas de estudo e contactos estabelecidos

Na fase de *take-off*, os contactos estabelecidos com organismos produtores e consumidores de informação cartográfica e alfanumérica, representaram um ganho de *know-how* considerável. Destes, podem destacar-se as seguintes entidades: INE, CNIG, IPCC, IGeoE, CCRLVT, Câmara Municipal Oeiras, Câmara Municipal do Barreiro, Câmara Municipal de Santiago do Cacém, Câmara Municipal de Almada, Câmara Municipal de Loures, TLP, LTE, EPAL, GDP, Portugal Telecom, INESC, RNET, CP, JAE, e outras empresas privadas.

Os contactos com operadores de serviços públicos com representação no Concelho pautaram-se pelo estabelecimento de um protocolo, para a aquisição e manutenção de uma base cartográfica digital comum. A partilha de custos e a manutenção da informação geográfica digital representa um acontecimento inovador, no país. Alguns municípios já deram os primeiros passos neste sentido, sobretudo os da AML.

2.2. Levantamento de informação

Tendo estabelecido os objectivos e as áreas de intervenção do Sistema de Informação Geográfica Municipal, o passo seguinte teve em vista o levantamento da informação relevante. É sabido que a fase de levantamento constitui um processo moroso e bastante dispendioso em termos de tempo, de recursos humanos e monetários envolvidos.

O levantamento de informação contempla, fundamentalmente, a componente alfanumérica, uma vez que a cartografia digital pretende ser adquirida a empresas especializadas.

Dos dados alfanuméricos, podem considerar-se como relevantes a toponímia, o edificado, a caracterização das actividades socio-económicas, as estatísticas populacionais, o ambiente e outra informação específica.

A toponímia de lugares, de segmentos de vias de comunicação e outras designações, são referências muito importantes para a localização absoluta dos espaços e foram constituídas formas de georeferenciação, uma vez que é utilizada como referência na localização dos espaços construídos. O levantamento foi o mais exaustivo possível e contemplou os vários tipos de topónimos existentes no Concelho (alameda, avenida, praça, rua, azinhaga, bairro, lugar, etc).

Estabeleceu-se um protocolo com uma instituição de ensino superior a fim de se proceder à caracterização funcional e tipológica do edificado urbano e à localização do mobiliário de recolha de resíduos sólidos.

2.3. Aprendizagem da utilização do software Sistemas de Informação Geográfica

Considerando a formação, na tecnologia SIG, como um marco fundamental e imprescindível à investigação, ao arranque e ao futuro do processo, houve participação num curso de sistemas de informação geográfica promovido por um instituto nacional, e que teve a duração de quatro meses. Foram estudadas em detalhe, as seguintes áreas de estudo:

- Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica;
- Sistema operativo UNIX;
- Cartografia;
- Bases de dados;
- Pré-processamento de informação;
- Aquisição de informação;
- Geração de produtos;
- Análise;
- Exploração do sistema;
- Projecto final.

Em altura posterior, outras acções de formação tiveram lugar, abrangendo o estudo das bases de dados relacionais.

2.4. Tratamento de informação

Os dados levantados e adquiridos foram objecto de tratamento adequado por forma a

serem integrados no Sistema.

O tratamento prévio da informação, com vista ao processamento da mesma, foi tarefa fundamental para a introdução de dados e para análises futuras em ambiente SIG. Nesta fase pressupõe que se tenha em mente o modelo de dados, bem como os tipos de análises a efectuar, tendo em conta o âmbito das potencialidades e limitações das mesmas. Os dados foram codificados para a constituição de tabelas da base de dados, procurando eliminar a sua redundância e facilitar as pesquisas.

2.5. Aquisição do hardware e software SIG

Houve um longo trabalho preparatório para a aquisição do hardware e do software. Porém, todo o trabalho de aquisição de informação teve de ser previamente elaborado, para se ganhar o *timing* e a experiência necessárias ao prosseguimento das fases seguintes.

O lançamento do concurso público respeitou os tramites legais do novo diploma DL 55/95, de 29 de Março, que regula a aquisição de bens pela Administração Pública.

2.6. Construção de bases de dados relacionais

Como se teve oportunidade de constatar, a concepção de bases de dados relacionais é matéria que exige muito investimento na aprendizagem e na criação de rotinas de aquisição e de manutenção da informação. A introdução e o tratamento de dados em folhas de cálculo ou em bases de dados relacionais convencionais do tipo *desktop*, constitui um ganho considerável em termos de tempo, tendo em vista a sua posterior integração em SGBD's mais potente e adequado a trabalhar em rede.

Nesta fase foi elaborado um conjunto considerável de bases de dados relacionais com vista à sua integração futura no SGBD definitivo. Destas, podem destacar-se aplicações para o edificado urbano, a indústria transformadora, redes viárias urbanas, mobiliário de limpeza, património edificado, etc.

2.7. Reconversão analógico-digital da cartografia de base disponível

A inexistência de cartografia numérica foi colmatada pela conversão analógico-digital por *scanning* e posterior vectorização, da existente à escala 1:2000. Este processo constituiu uma etapa provisória, porquanto se pretendia a aquisição de cartografia digital actualizada e com maior nível de fiabilidade, pelo processo de partilha de custos pelos

diversos operadores de serviços públicos da AML. Teve-se em linha de conta que as conversões são sempre fontes de erros, mas constituem formas expeditas para fins imediatos, sobretudo na fase de arranque.

2.8. Concepção do modelo de dados

Como se verá adiante, o modelo de dados é a parte crucial de um SIG. Este resulta da integração da informação geográfica, na acepção da palavra, pois inclui a ligação dos objectos aos seus atributos alfanuméricos. Quanto melhor for a concepção e a consistência lógica do modelo, tanto mais fiáveis são as análises, exploração e conclusões a tirar.

2.9. Exploração do modelo piloto

A versão final do *modelo piloto* tem em vista a sua extensão aos restantes serviços do município. Em princípio, todos os serviços são potenciais utilizadores do SIG. Contudo, irão estabelecer-se prioridades na extensão aos restantes serviços. O grau de aceitação da tecnologia é a primeira condição a considerar na introdução desta num serviço. Outro factor, não menos importante, é a justificação da necessidade do equipamento para a gestão corrente do serviço em causa.

As acções de formação são um contributo valioso para a aceitação, gradual e pacífica, da tecnologia em causa.

A integração de vários utilizadores na rede é, sem dúvida, uma forma de partilha dos mesmos recursos, minimizando os custos envolvidos na aquisição de aplicações.

3. Modelo de dados

3.1. Introdução

A fase da construção do modelo de dados é, sem dúvida, especialmente consumidora de tempo e de *know-how*. Os recursos humanos implicados na concepção devem possuir conhecimentos sobre sistemas operativos, redes de dados, concepção de bases de dados, cartografia numérica, captura e pré-processamento de informação, análise espacial e programação. É, também, importante o conhecimento da dinâmica do espaço municipal,

para se poder caracterizar e localizar as actividades, a ocupação e uso do solo. Os técnicos de planeamento e o decisor, implicados na concepção, devem estar inteirados sobre o processo de planeamento e ordenamento do território, uma vez que o sistema pretende constituir um instrumento de apoio ao planeamento urbanístico e de apoio à decisão.

Os próximos sub-capítulos têm por objectivo descrever o modelo de dados do Sistema de Informação Geográfica de nível municipal, que esta dissertação propõem.

Pretende-se, de seguida, descrever as linhas de acção levadas a cabo na concepção do projecto piloto, que incidiu sobre a cidade de Vila Franca de Xira:

1. Definição do projecto piloto

A definição do projecto envolveu:

- A criação do projecto e dos respectivos ficheiros;
- A criação da base de dados.

2. Rasterização da cartografia

A rasterização da cartografia, existente no município, envolveu uma planta, na escala 1:2000, cobrindo a quase totalidade da cidade de Vila Franca de Xira. Recorreu-se, para o efeito, a uma *scanner* de formato A0. A resolução utilizada na rasterização foi de 300 dpi. Através de software de processamento de imagem e do CAD utilizados, procedeu-se à sua vectorização.

3. Definição das unidades de trabalho

No software CAD definiram-se as unidades para o ficheiro trabalho:

- Master units: m;
- Sub-unit: cm.

A resolução do ficheiro é de 1 mm (100 positional units per master unit), no terreno, cobrindo uma área de 429496 m², coincidindo com a quase totalidade da cidade de Vila Franca de Xira e algumas zonas periurbanas.

4. Definição do sistema de referenciação espacial

Foram utilizados os seguintes parâmetros cartográficos, tendo em vista a sua compatibilização com os utilizados pelos produtores nacionais de cartografia:

- Sistema de projecção: Gauss-Kruger;
- Datum geodésico: Lisboa (Castelo de S. Jorge);
- Elipsóide: Hayford;
- Sistema de coordenadas: quadricula, com ponto central na Melriça. (Definiu-se apenas o sistema primário).

5. Correção da imagem

A correção da imagem, obtida por rasterização, consistiu no ajustamento mesma relativamente aos pontos de controlo conhecidos. São necessários, pelo menos, três pontos conhecidos da imagem, para se poder referenciar e ajustá-la ao sistema de coordenadas do ficheiro vectorial.

Foram atribuídas as coordenadas aos seguintes pontos de controlo, correspondendo aos quatro vértices da carta:

- (x_1, y_1) : >xy= -75200,-78000
- (x_2, y_2) : >xy= -73600,-78000
- (x_3, y_3) : >xy= -75200,-79000
- (x_4, y_4) : >xy= -73600,-79000

6. Criação da base de dados geográfica

O quadro seguinte traduz o conteúdo e a estruturação da informação na base de dados.

Conteúdo da Base de Dados	Unidade mínima de referenciação espacial	Processos de referenciação
Topografia	Pontos cotados Curvas de nível	Pontos Linhas
Hidrografia	Linhas de águas	Linha
Cadastro urbano	Edifício	Área/centróide
Cadastro rústico	Propriedade rústica	Área/centróide
Cadastro de espaços verdes	Espaço verde	Área/centróide
Património edificado	Entidade património	Ponto
Cadastro de redes viárias	Troço de via	Linha
Cadastro estatístico	Subsecção estatística	Área/centróide
Cadastro industrial	Indústria	Área/centróide
Cadastro de equipamentos colectivos	Equipamento colectivo	Área/centróide
Cadastro de redes de água e saneamento básico	Rede Caixa de visita	Linha Ponto
Mobiliário urbano de recolha de resíduos sólidos	Recipiente de recolha de resíduos	Ponto
Cadastro de redes de telecomunicações	Rede Caixa de visita	Linha Ponto
Cadastro de redes eléctricas	Rede Posto de transformação	Linha Ponto
Cadastro de redes gás natural	Rede Válvula	Linha Ponto
Planos Municipais de Ordenamento do Território	Classe e Categorias de espaços	Ponto, linha e área/ centróide
Ocupação e uso do solo	Classe de Ocupação e uso do solo	Área/centróide

Qli.1. Áreas de intervenção da base de dados geográfica

Com base nas áreas de intervenção, definidas no quadro anterior, constituíram-se categorias da base de dados. A cada categoria fizeram corresponder-se as *features*⁽²⁾ necessárias para georeferenciar os objectos da base de dados, i. e., para serem ligados (link) aos seus atributos (alfanuméricos).

De seguida, irá descrever-se, de forma mais minuciosa, os elementos gráficos, as *features* e as tabelas de atributos (*attribute tables*), bem como o tipo de relações

⁽²⁾ - Uma *feature* pode estar associada a uma tabela de atributos-*attribute table*. Esta tabela contém os campos *mapid* e *mslink* que constituem *pointers* que estabelecem as ligações entre as *features* e os seus respectivos atributos. O *mapid* é o identificador do mapa (ficheiro gráfico) que contém o objecto referenciado (*feature*) e o *mslink*, o identificador único da *feature*.

estabelecidas entre tabelas. A abordagem que se segue representa um desenvolvimento significativo do projecto em causa.

7. Vectorização da informação

Construído o modelo de dados, i.e., definidas as tabelas, as suas relações e os níveis de informação espacial, cabe agora, efectuar a vectorização dos *elementos gráficos* (*objectos* ou entidades sem atributos alfanuméricos) e das *features* (entidades com ligação à base de dados).

Na vectorização foram utilizados processos interactivos (*features* previamente definidas, para alguns casos), com base no ficheiro *vector* sobre o *raster*. Foram, também, vectorizados *objectos* sem recurso às *features* pré-definidas.

Criaram-se, também, *reference files*, i. e., ficheiros gráficos capazes de serem sobrepostos uns aos outros, permitindo a visualização dos elementos gráficos e das *features* de todos os ficheiros, partilhando um referencial geográfico comum, possibilitando, por consequência, uma grande versatilidade na estruturação, visualização e sobreposição temática e nas análises espaciais.

8. Controlo de qualidade da informação espacial

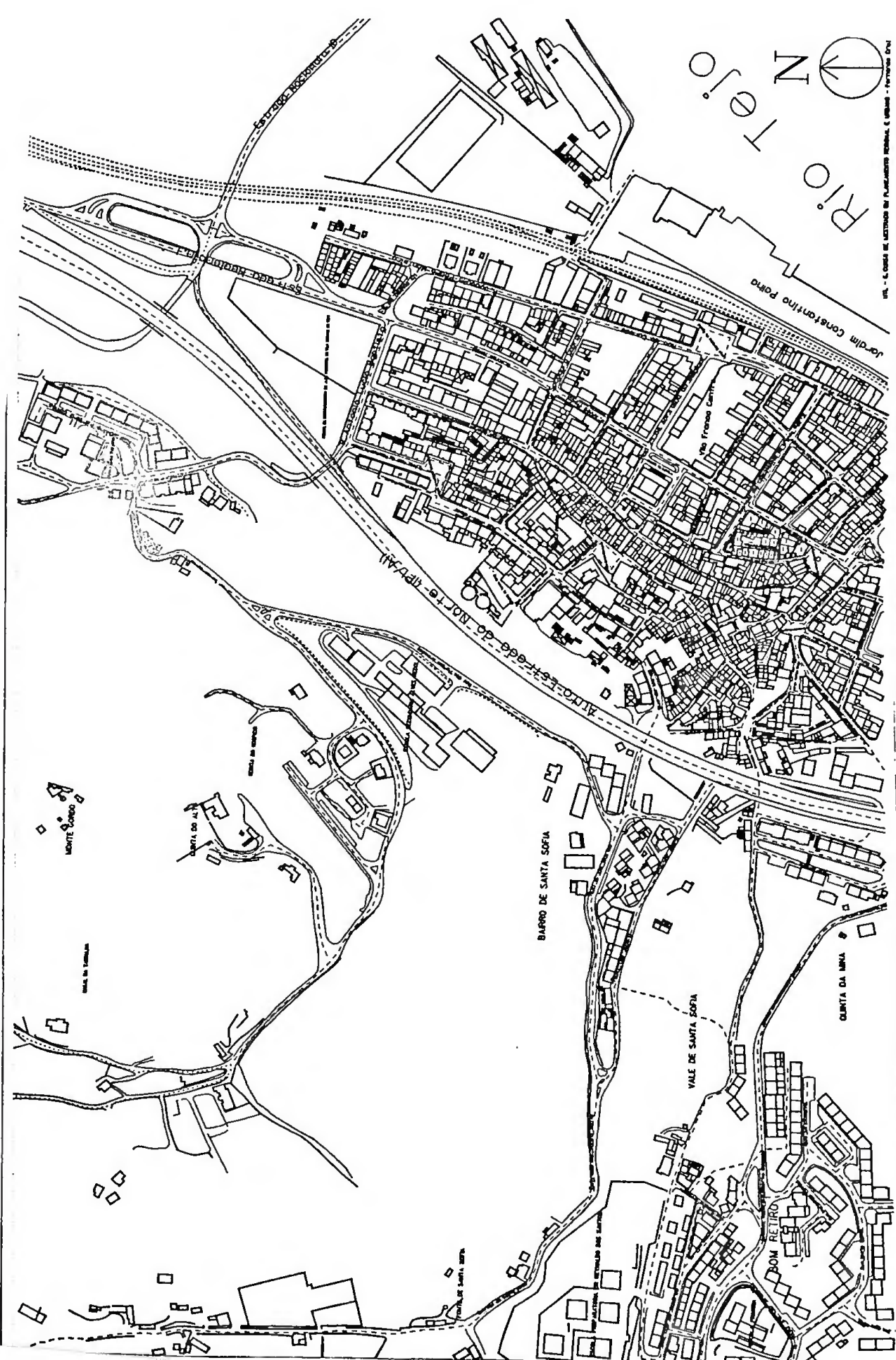
As ferramentas de software, disponíveis no SIG utilizado, permitiram efectuar algum controlo sobre a informação gráfica, aquando da digitalização. Os erros gráficos mais comuns *undershoot*, *overshoot*, *spike*, *free-end-points* e *duplicate lines* foram eliminados por processos automáticos e interactivos, originando um ficheiro coerente e simples, cujos *objectos* constituídos por pontos, linhas e polígonos, foram reconhecidos pelos *packs* de georeferenciação e de geração de topologia.

A Fig II.1. Representa o ficheiro gráfico da área de estudo, produto da digitalização.

9. Carregamento da informação alfanumérica

Criadas as tabelas, as relações entre as mesmas, as relações entre *objectos* e existindo informação pré-processada, reúnem-se as condições para o carregamento do Sistema.

A introdução de dados foi feita pelos dois processos já conhecidos, o interactivo (tabela a tabela) e o automático, deixando o sistema efectuar as ligações entre os



PL. - 1. COPIA DE ACTIVIDADES DE PLANEJAMENTO URBANO, E. GILLES - PORTUGAL, 1951

Fig II.1. Configuração espacial da área de estudo

objectos e os seus atributos. Deve acrescentar-se que, só se utiliza este último processo quando existe uma correspondência biunívoca entre as *features* existentes e os registos correspondentes na base de dados, sem duplicação de informação.

Passe-se, então, à descrição do modelo de dados para o *projecto piloto*. Constituiu, todavia, preocupação imediata uma abordagem pluridisciplinar, indo ao encontro dos níveis de informação temáticos da gestão e do planeamento de um município, designadamente:

- Topografia e hidrografia;
- Cadastro urbano;
- Cadastro rústico;
- Cadastro estatístico;
- Cadastro de redes de águas e de saneamento básico;
- Cadastro de redes eléctricas;
- Cadastro de redes de gás natural;
- Cadastro de redes de telecomunicações;
- Cadastro de redes viárias
- Cadastro industrial;
- Cadastro de equipamentos colectivos;
- Cadastro das actividades económicas;
- Cadastro de espaços verdes;
- Planos Municipais de Ordenamento do Território;
- Ocupação e uso do solo;
- Cadastro do Património Edificado.

Outros temas poderiam ser tratados, nomeadamente a geologia, os licenciamentos, o ambiente e recursos naturais, etc. Contudo, por uma questão metodológica e de coerência temporal, optou-se por abordar apenas os temas acima enumerados.

Para cada um dos itens, sempre que o justificou, foram elaborados os seguintes quadros:

- Atributos gráficos;
- Categorias, tipos de *features* e *tabelas de atributos*;
- Processo de georeferenciação para a unidade mínima de referenciação espacial

utilizada;

- Conteúdo de cada *tabela de atributos*.

E, para tal, recorreu-se à seguinte simbologia:

LV: nível gráfico de 1....n;

ST: estilo do traço

Código	estilo
0	————
1	————
2	-----
3	-----
4	-----
5	-----
6	-----

Fig II.2. Estilo do traço

WT: espessura do traço;

Código	traço
0	————
1	————
2	————
3	————
4	————
5	————

Fig II.3. Espessura do traço

CO: cor.

Na medida do possível, cada item abordado, vem acompanhado de uma figura com o tipo de relações estabelecidas entre as tabelas envolvidas. Para o efeito, foi utilizado o SGBD Microsoft Access, versão PC, dada a versatilidade e a excelente plataforma de representação gráfica deste produto para este tipo de tarefas.

As variáveis a *bold* são únicas e, por isso, constituem os *campos-chave* ou identificadores únicos de cada tabela.

3.2. Topografia e hidrografia

Constituem o modelo altimétrico, do sistema, os níveis cartográficos referentes à topografia e hidrografia, como atestam os quadros seguintes. Constituíram-se duas *tabelas de atributos* com os mesmos nomes. Na tabela Topografia pretende-se armazenar os valores de declive mínimo e máximo e respectiva área de declive, como consequência da geração do modelo digital do terreno (MDT). A tabela Hidrografia contém os registos relativos às linhas de água, nomeadamente a sua designação, extensão, classificação e qualidade da água. O campo *linha de água_id* constitui o campo *chave* da tabela e, por esse motivo, é único. Os campos *classificação_id* e *qualidade da água_id*, podem assumir um conjunto de valores possíveis e conhecidos, pelo que, designados por *domínio*.

A partir da construção do modelo de dados topográfico e hidrográfico, pode-se gerar o modelo digital do terreno a 3-D, que permite:

- Visualizar a geomorfologia;
- Delimitar formas de vertentes e interflúvios (topos, linhas de cumeada, esporões, socalcos, ravinas, tipos de vertentes) e formas fluviais (tipos de vales);
- Gerar cartas altimétricas;
- Gerar cartas de declives;
- Gerar cartas de exposições;
- Ortorectificar imagens;
- Delimitar bacias hidrográficas;
- Efectuar estudos de escoamentos hídricos;
- Gerar vistas panorâmicas ou linhas de contenção visual.

Designação dos níveis	LV	Tipos de elementos	ST	WT	CO
Pontos cotados	1	point/text	0	0	castanho
Vértices geodésicos	2	cell	0	0	vermelho
Curvas de nível	3	linestring	0	0	castanho
Margens de linhas de água	4	linestring	0	0	azul
Talvegues	5	linestring	1	0	azul

QII.2. Atributos gráficos da Topografia e Hidrografia

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Topografia-Hidrografia	Altimetria	Topografia Hidrografia

QII.3. Categorias, features e respectivas tabela de atributos.

Georeferenciação	Tipos
Processo	point e line
Unidade espacial mínima	ponto cotado, curva de nível e linha de água

QII.4. Processos de georeferenciação

Tabela de atributos	Colunas
Topografia	declive máximo (%)
	declive mínimo (%)
	area declive (m ²)

QII.5. Conteúdo da tabela de atributos Topografia

Tabela de atributos	Colunas	Domínios
Hidrografia	linha de água_id	
	designação	
	extensão (m)	
	classificação	colector de 1 ^a , 2 ^a , 3 ^a , 4 ^a ordem
	qualidade da água	muito poluída, pouco poluída, não poluída

Q II.6. Conteúdo da tabela de atributos Hidrografia

3.3. Ocupação e uso do solo

A construção de uma Carta Digital de Ocupação e Uso do Solo torna-se facilitada num ambiente SIG. Tendo em conta a nomenclatura do CORINE, deve associar-se a cada tipologia um polígono com o respectivo centróide a apontar para a tabela de atributos Ocupação e Uso do Solo. Na elaboração desta carta temática deve ter-se em consideração a escala adequada para uma carta deste tipo, recorrendo-se à fotografia aérea ou à imagem de satélite ortorectificada através do MDT.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Áreas urbanas descontínuas	1	0	1	vermelho
Áreas urbanas consolidadas	2	0	1	vermelho escuro
Áreas urbanas degradadas	3	0	1	preto
Áreas de equipamentos colectivos	4	0	1	azul
Áreas de grandes infra-estruturas	5	0	1	castanho
Áreas semi-naturais	6	0	1	cinza
Áreas de folhosas	7	0	1	verde
Áreas de resinosas	8	0	2	verde
Áreas agrícolas de sequeiro	9	0	3	verde
Áreas agrícolas de regadio	10	0	4	verde
Áreas agro-florestais	11	0	3	verde
Meios semi-aquáticos	12	0	1	azul
Meios aquáticos	13	0	1	azul escuro
Centróide ocupação e usos	14	0	5	azul

Q II.7. Atributos gráficos da Ocupação e Uso do Solo

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Ocupação e Uso do Solo	Limites de ocupação e uso do solo Centróides de ocupação e uso do solo	Ocupação e uso

Q II.8. Categorias, features e tabela de atributos de Ocupação e Uso do Solo

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Polígono de ocupação e uso do solo

Q II.9. Processos de georeferenciação da Ocupação e Uso do Solo

Tabelas de atributos	Rows	Domínios
Ocupação e uso do solo	Ocupação e uso_id	
	área (m ²)	

Q II.10. Conteúdo da tabela de atributos da Ocupação e Uso do Solo



3.4. Plano Director Municipal

A digitalização das Cartas de Ordenamento e de Condicionantes tem por objectivo a sua integração no SIG, com o intuito de constituir um suporte mais eficiente para a gestão dos espaços. A implementação, revisão e monitorização do Plano Director Municipal torna-se facilitada quando objecto de tratamento digital. A criação de features para as classes e subclasses de espaços e a sua ligação à base de dados é condição fundamental para uma pesquisa mais eficiente, impondo critérios de pesquisa de acordo com as potencialidades das *queries* em bases de dados relacionais, como se viu anteriormente.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Espaços urbanos	1	1	0	vermelho
Espaços urbanizáveis	2	1	0	laranja
Espaços industriais	3	1	0	roxo
Áreas de equipamento	4	0	0	azul
Áreas de risco de erosão	5	0	0	verde
Reserva Natural do Estuário do Tejo	6	1	0	preto
Áreas de infiltração máxima	7	2	0	preto
Cabeceiras dos cursos de água	8	1	0	azul
Linhas de água com deficientes condições de drenagem	9	1	0	azul escuro
Limites de áreas inundadas	10	2	0	azul
Áreas de exploração de inertes	11	0	0	castanho
Áreas declivosas	12	0	0	castanho escuro
Áreas de protecção à rede viária	13	2	0	preto
Áreas agrícolas	14	0	0	cinza claro
Áreas de agricultura e silvo-Pastorícia	15	0	0	castanho claro
Servidão da Escola da Armada	16	2	0	cinza
Servidão do Aeródromo de Alverca	17	2	0	cinza
Servidão da APL	18	2	0	cinza
Reserva Ecológica Nacional	19	3	1	verde
Reserva Agrícola Nacional	20	4	2	verde escuro
Áreas de protecção ao património edificado	21	2	0	cinza
Áreas de protecção da paisagem e recursos naturais	22	2	0	cinza

Q II.11. Atributos gráficos das Cartas de Ordenamento e de Condicionantes do PDM

3.5. Património edificado

A localização, planeamento e gestão do património edificado é uma das tarefas importantes a cargo da gestão municipal. A sua integração no SIG toma-se vital para uma correcta gestão do património. A tabela de atributos Património Edificado está relacionada com três tabelas que constituem domínios dos campos *freguesia_id*, tipo e classificação.

A feature património é representada por um símbolo, uma vez que, à escala, nem sempre é possível visualizar-se a sua configuração geométrica. Contudo, refira-se que em cartografia digital deve recorrer-se o mínimo possível a simbologias, porque são especialmente consumidoras de espaço em disco. Os símbolos devem ser o mais simples e sugestivos possível.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Património edificado	1	0	0	azul claro
Centróide património	2	0	1	azul claro

Q II.12. Atributos gráficos do Património Edificado

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Património edificado	Centróides de Património edificado	Património edificado

Q II.13. Categorias, features e respectiva tabela de atributos de Património Edificado

Georeferenciação	Tipo
Processos	point centróide
Unidade espacial mínima	objecto património

Q II.14. Processos de georeferenciação de Património Edificado

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Património Edificado	património_id	
	designação	
	data	
	tipo	moinho, pelourinho, fonte, etc
	classificação	IIP, MN, VC, etc
	situação	a proteger, em levantamento
	estado de conservação	
	propriedade	CMVFX, privados, outros
	diploma legal	
	observações	
freguesia_id		

Q II.15. Conteúdo da tabela de atributos de Património Edificado

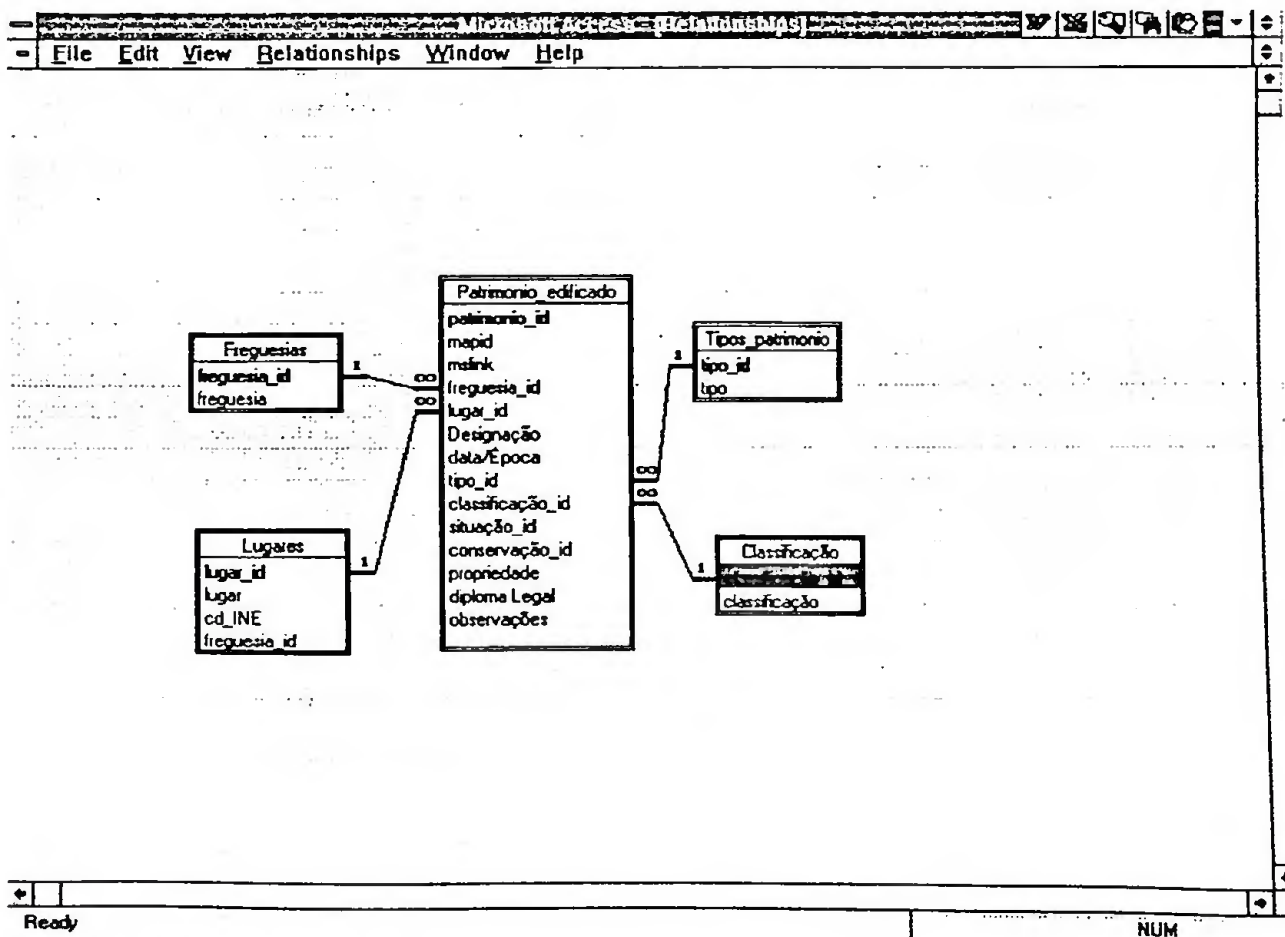


Fig II.4. Modelo de dados do Património Edificado

3.6. Cadastros

Cadastro rústico

O *reparcelamento* obrigatório seria uma medida eficiente a adoptar em política de solos do nosso país, porquanto tenciona resolver questões de ordenamento da propriedade urbana. A Administração Local pode assumir um papel preponderante como mediadora deste processo, sem se envolver na posse dos terrenos, dada a dificuldade dos proprietários dialogarem e chegarem a plataformas de entendimento. O *reparcelamento*, cujo objectivo se prende com a fusão de unidades cadastrais, dando origem a uma maior área de intervenção e conseqüentemente, a soluções urbanísticas mais eficazes, pode resolver problemas de parcelas "encravadas" e da acessibilidade das mesmas às vias de comunicação locais ou distribuidoras, de uma dada urbanização.

O *emparcelamento* tem em vista o aumento da parcela por fusão de uma ou várias, originando um novo e único artigo cadastral, possibilitando uma maior área agro-florestal e a conseqüente rentabilidade produtiva do solo. Em áreas de topografia acidentada, o emparcelamento resolve o problema da introdução de maquinaria agrícola.

O planeamento intervencionista da Administração Local deverá ter como objectivo fundamental assegurar e promover a oferta do solo urbano a preços acessíveis no mercado local. As vias utilizadas mais vulgarmente no nosso país são a negociação, as cedências, (resultantes de operações de loteamento com os privados) e as expropriações. Contudo, a Administração deverá criar contrapartidas, como incentivo aos proprietários, por permutas ou por aprovação de outros terrenos a urbanizar em outras áreas, tendo por princípio evitar o recurso à expropriação.

As cedências resultam em contrapartidas (posse) para a Administração Local, por introdução de mais-valias em solos urbanos, por via da infra-estruturação dos mesmos, que se traduzirão na construção de equipamentos colectivos para os moradores.

O modelo de dados para a gestão do cadastro rústico tem em vista identificar e controlar a dinâmica da propriedade rústica pela Administração Local, para efeitos de planeamento do solo.

Como código de identificação da propriedade poderão ser utilizados os dois processos existentes: por um lado, a secção e o artigo cadastral (propriedade_id) e, por outro lado, o NIP⁽³⁾. Como é óbvio, a propriedade rústica constitui a unidade mínima de georeferenciação.

Designação dos níveis	LV	Tipos de elementos	ST	WT	CO
Limite de propriedade	1	linestring	0	1	castanho
Secção cadastral	3	linestring	0	0	vermelho
Artigo cadastral	4	text	0	0	verde
Centróide (NIP)	5	point/text	0	0	magenta

Q II.16. Atributos gráficos do Cadastro Rústico

Categorias	Designação das features	Tabela de features
Cadastro Rústico	Limites de propriedade rústica Centróides de propriedade rústica	Propriedades

Q II.17. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro Rústico

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Propriedade rústica

Q II.18. Processos de georeferenciação do Cadastro Rústico

Tabela de atributos	Colunas	Domínios
Propriedades rústicas	propriedade_id	
	NIP	
	designação	
	proprietário	
	regime jurídico	arrendamento, outro
	area total (m ²)	
	valor estimado (contos)	
	contribuição autárquica (contos)	
	mais valias	árvores, árvores de fruto, construções, etc

Q II.19. Conteúdo da tabela de atributos Propriedades Rústicas

Cadastro urbano

A filosofia que presidiu ao modelo de cadastro urbano teve por objectivo identificar os edifícios, a caracterização física dos mesmos e identificar os seus números de polícia.

⁽³⁾ - Número de Identificação Predial.

O campo *edificio_id* é a chave ou código único que identifica o edifício. Este código constitui um atributo gráfico (texto) do centróide edifício.

A figura seguinte estabelece as relações entre as entidades implicadas com a tabela de atributos edifícios: um edifício possui n (⁴) pisos, n números de polícia.

Os edifícios estão representados na cartografia pelos atributos gráficos dos quadro seguinte e georeferenciados pelo processo *area boundary/area centroide*.

Designação dos níveis	LV	Tipos de elementos	ST	WT	CO
Edifícios	1	linestring	0	1	vermelho
Centróides	2	point/text	0	0	magenta
Limite_lote		linestring	0	1	vermelho
Beirais	12	linestring	0	0	castanho escuro
Telheiros	14	linestring	0	1	vermelho

Q II.20. Atributos gráficos do Cadastro Urbano

Categorias	Features	Tabela de features
Cadastro Urbano	Implantações de edifícios Centróides de edifícios	Edifícios

Q II.21. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro Urbano

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Edifício

Q II.22. Processo de georeferenciação do Cadastro Urbano

(⁴) - Por conveniência gráfica utilizou-se a notação $1-\infty$ para significar relações de $1-n$.

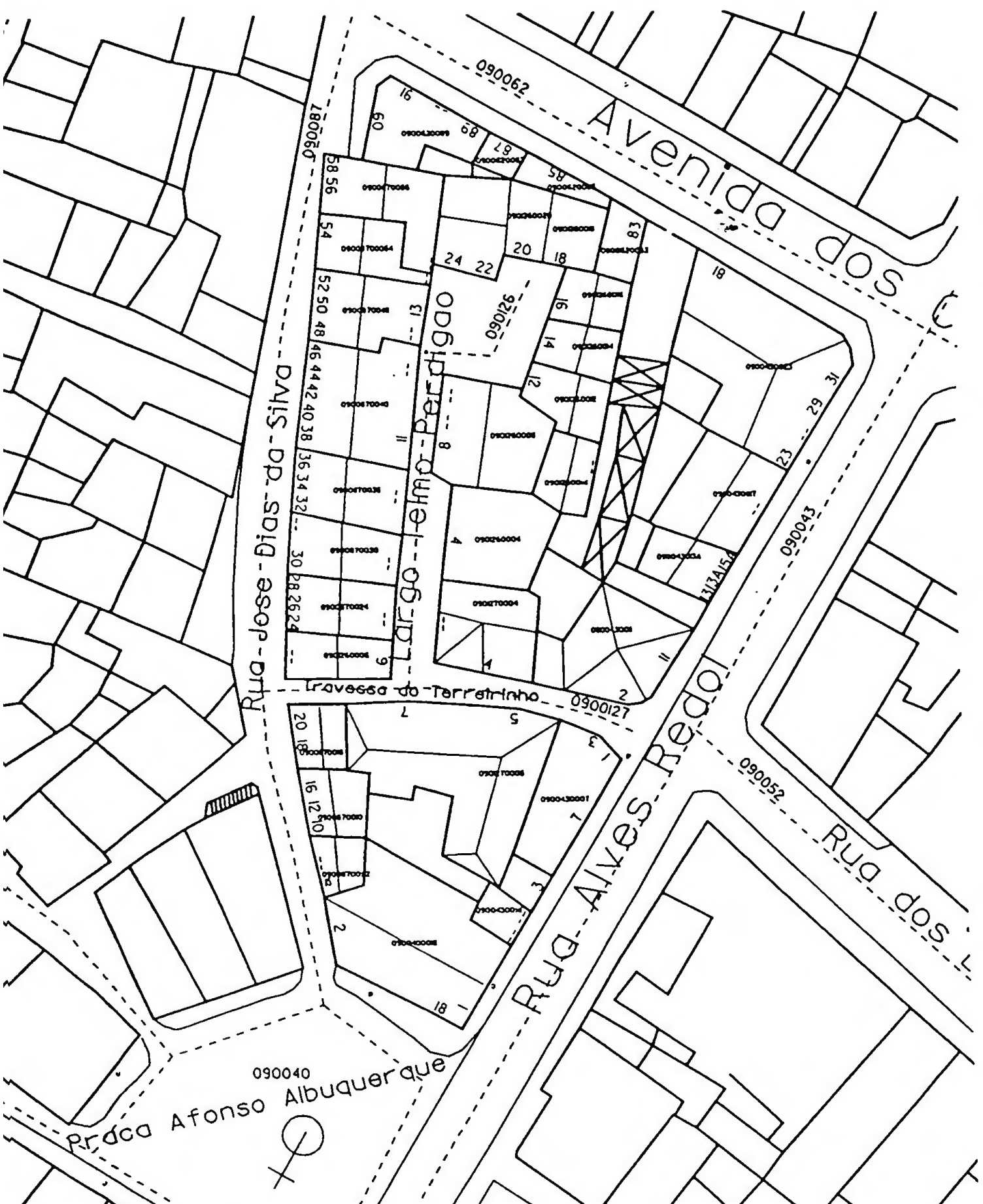


Fig II.5 - Informação gráfica referente ao Cadastro urbano

Tabela de atributos	Colunas	Domínios
Edifícios	edificio_id	
	nº de pisos	
	nº de fracções	
	estado de conservação	bom, razoável, mau, em ruínas
	processo de construção	alvenaria de tijolo, alvenaria de terra e pedra, outra
	acabamentos	não possui, azulejo, azulejo e outros materiais, pedra não aparelhada, outros
	cor dominante	amarelo, azul, bege, branco, castanho, rosa, verde, outra
	cobertura	inclinada revestida a telha, inclinada com outros revestimentos, em terraço, mista
	publicidade	não tem, electrificada, não electrificada, electrificada e não electrificada
	afixação	proibida, não proibida

Q II.23. Conteúdo da tabela de atributos Edifícios

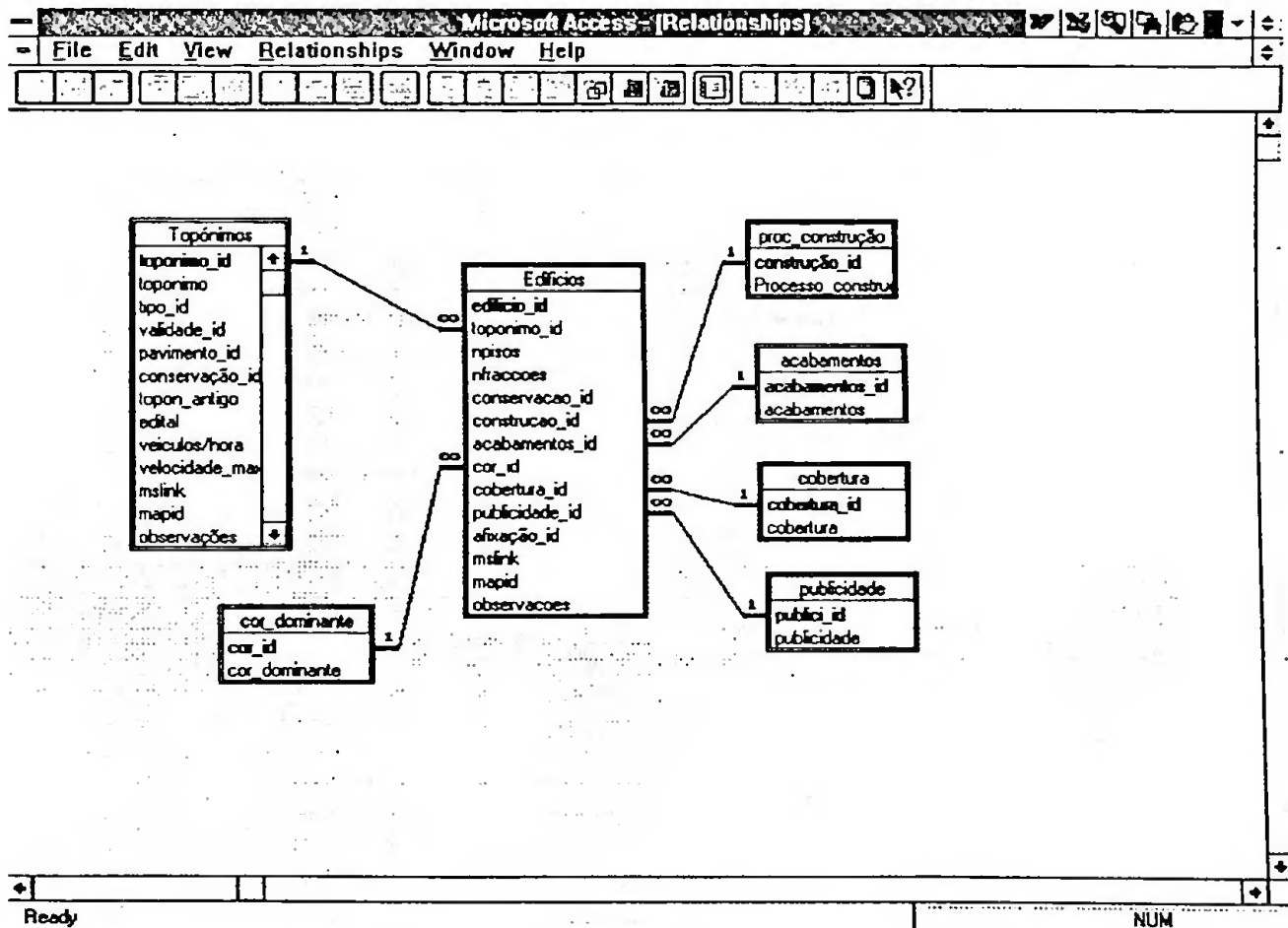


Fig II.6 Modelo de dados do Cadastro Urbano

Cadastro estatístico

A organização da informação estatística, do INE, obedece a uma lógica hierárquica que provém de um nível de desagregação máxima, a subsecção estatística, para um nível superior, o país. Nesta sequência, existe uma relação de contenção ou hierárquica das freguesias, no topo, para com as outras entidades incluídas naquelas. Assim, existem freguesias que, por sua vez, contêm secções estatísticas e estas subsecções estatísticas. Esta forma de estruturação da informação não pode ser extensível a toda a informação sobre o território, pois, muitas vezes é incompatível com a realidade. Quando uma via de comunicação é partilhada, por uma ou mais freguesias, tal modelo é posto em causa. Deverá ter-se, por conseguinte, muita atenção na estruturação da informação, questionando-se previamente, se a organização da mesma obedece, no território, a uma lógica de contenção ou não, e só posteriormente deve adoptar-se a nomenclatura hierárquica ou não-hierárquica, consoante o caso. Frequentemente, a informação de um município não obedece a qualquer estruturação administrativa e, nesses casos, deve evitar-se a organização da mesma por freguesias.

A vantagem existente na estruturação da informação por níveis hierárquicos reside no facto de as análises poderem ser feitas por sucessivas agregações de valores, através de *queries*.

A tabela de atributos Censos tem como finalidade referenciar o conjunto de variáveis disponíveis à subsecção estatística dos censos de 1991. Esse grupo de variáveis diz respeito a edifícios, alojamentos, famílias e indivíduos. O elenco das variáveis é bastante útil para trabalhos de planeamento e de estudos socio-económicos. (Ver Anexo VII)

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Secção estatística	1	1	1	azul
Subsecção estatística	2	1	1	azul
Limite de lugar	3	3	1	azul
Limite de freguesia	4	2	2	vermelho
Limite de Concelho	5	6	2	preto
Centróide de Subsecção Estatística	6	0	0	magenta

Q II.24. Atributos gráficos do Cadastro Estatístico

Categorias	Designação das features	Tabela de atributos
Cadastro Estatístico	Limites de subsecção estatística	Censos
	Centróides de subsecção estatística	

Q II.25. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro Estatístico

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Subsecção estatística

Q II.26. Processos de georeferenciação do Cadastro Estatístico

Tabela de atributos	Colunas	Domínios
Censos (variáveis disponíveis nos censos de 1991)	subsecção_id	
	edifícios	
	alojamentos	
	famílias	
	indivíduos	

Q II.27. Conteúdo da tabela de atributos Censos

Cadastro de redes de águas e de saneamento

O cadastro de redes de água e de saneamento básico pretende identificar e manter actualizada a informação geográfica referente à localização de redes, acessórios e de outras entidades da competência dos Serviços Municipalizados de Água e de Saneamento. A necessidade de localização, gestão e programação de infra-estruturas e dos recursos hídricos é vital para o licenciamento das construções e, conseqüentemente, para a expansão dos aglomerados urbanos.

Uma correcta gestão da água passa, hoje em dia, pela introdução de novas tecnologias da informática, ao serviço do território, que localizam, com precisão, os pontos de saturação e de ruptura das redes, tendo em vista atingir eficientes níveis atendimento dos recursos às populações.

O modelo de dados das redes em causa, assenta nas seguintes tabelas de atributos: Reservatórios, Estações Elevatórias, Tubagem de Rede de Água, Válvulas, Ventosas, Redutores de Pressão, Medidores de Caudal, Colectores de Águas Pluviais, Colectores de Esgotos Domésticos e Caixas de Visita, como atestam os quadros seguintes.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Reservatórios de água	1	0	0	azul
Estações elevatórias	2	0	0	verde
Rede de distribuição de águas	3	1	1	azul
Válvulas	4	0	0	vermelho
Ventosas	5	0	0	vermelho
Redutores de pressão	6	0	0	vermelho
Medidores de caudal	7	0	0	vermelho
Rede de águas pluviais	8	2	1	cinzento
Rede de esgotos domésticos	9	2	1	cinzento escuro
Caixas de visita	10	0	0	amarelo
Sarjetas	11	0	0	amarelo
ETAR'S domésticas	12	0	0	preto
ETAR'S industriais	13	0	0	preto
Centróides_rede_água	14	0	4	magenta
Centróides_reservatórios	15	0	4	magenta
Centróides_estações elevatórias	16	0	4	magenta
Centróides_válvulas	17	0	4	magenta
Centróides_ventosas	18	0	4	magenta
Centróides_redutores de pressão	19	0	4	magenta
Centróides_medidores de caudal	20	0	4	magenta
Centróides_rede de águas pluviais	21	0	4	magenta
Centróides_rede de esgotos domésticos	22	0	4	magenta
Centróides_caixas visita	23	0	4	magenta

Q II.28. Atributos gráficos do Cadastro de Redes de Águas e de Saneamento

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Cadastro de Redes de Água e Saneamento Básico	Rede de distribuição de águas	Reservatórios Estações elevatórias Tubagem de rede de água Válvulas Ventosas Redutores de pressão Medidores de caudal Colectores de águas pluviais
	Rede de águas pluviais	
	Rede de esgotos domésticos	Colectores de esgotos domésticos
	Caixas de visita	Caixas de visita

Q II.29. Categorias, features e respectivas tabela de atributos do Cadastro de Redes de Água e Saneamento

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary, point e line
Unidade espacial mínima	Reservatórios, estações elevatórias, acessórios e redes

Q II.30. Processos de georeferenciação do Cadastro de Redes de Água e Saneamento

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Reservatórios	reservatório_id	
	cota de soleira	
	tipo	
	capacidade (m ³)	
	nº de células	
	níveis de exploração	
	data instalação	

Q II.31. Conteúdo da tabela de atributos Reservatórios

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Estações Elevatórias	estação_id	
	cota de soleira (m)	
	cota de aspiração (m)	
	capacidade (m ³)	
	nº de células	
	potência dos grupos	
	tipo de grupos	
	data instalação	

Q II.32. Conteúdo da tabela de atributos Estações Elevatórias

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Tubagem da Rede de Água	tubo_id	
	declive (%)	
	material	aço, betão armado, fibrocimento, ferro fundido, ferro fundido dúctil, ferro galvanizado, polietileno, poliéster, policloreto de vinil, outro
	secção (cm)	
	data instalação	

Q II.33. Conteúdo da tabela de atributos Tubagem da Rede de Água

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Válvulas	válvula_id	
	tipo	automatizada, borboleta, corrediça, corrediça esquerda, especial, motorizada, macho
	material	aço, betão armado, fibrocimento, ferro fundido, ferro fundido dúctil, ferro galvanizado, polietileno, poliéster, policloreto de vinil, outro
	função	suspensão, descarga, ligação de subsistema, outra
	colocação	caixa, capacete, caixa c/ capacete
	montagem	canhões lisos, falanges, roscado, outra
	data instalação	

Q II.34. Conteúdo da tabela de atributos Válvulas

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Ventosas	ventosa_id	
	tipo	manual, automática
	data instalação	

Q II.35. Conteúdo da tabela de atributos Ventosas

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Redutores de Pressão	reductor_id	
	data instalação	

Q II.36. Conteúdo da tabela de atributos Redutores de Pressão

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Medidores de Caudal	medidor_id	
	tipo	diafragma, electromagnético, ultra-sónico, venturi, woltman
	data instalação	

Q II.37. Conteúdo da tabela de atributos Medidores de Caudal

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Colectores de Águas Pluviais	colector de água_id	
	comprimento (m)	
	secção (mm)	
	declive (%)	
	cota mínima (m)	
	cota máxima (m)	
	material	aço, betão armado, fibrocimento, ferro fundido, ferro fundido dúctil, ferro galvanizado, polietileno, poliéster, policloreto de vinil, outro
	data instalação	

Q II.38. Conteúdo da tabela de atributos Colectores de Águas Pluviais

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Colectores de Esgotos Domésticos	colector esgoto_id	
	secção (mm)	
	comprimento (m)	
	declive (%)	
	cota mínima (m)	
	cota máxima (m)	
	material	aço, betão armado, fibrocimento, ferro fundido, ferro fundido dúctil, ferro galvanizado, polietileno, poliéster, policloreto de vinil, outro
	data instalação	
	data última inspecção	

Q II.39. Conteúdo da tabela de atributos Colectores de Esgotos Domésticos

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Caixas de Visita	caixa_id	
	secção (mm)	
	cota mínima (m)	
	cota máxima (m)	
	estado de conservação	bom, razoável, mau
	data instalação	
	data última inspecção	

Q II.40. Conteúdo da tabela de atributos Caixas de Visita

Cadastro de redes eléctricas

A gestão do cadastro das redes eléctricas é da competência da EDP, SA. Ao município apenas interessa a localização das mesmas, segundo as suas tipologias. Desta forma, não é necessário criar o conjunto de tabelas de atributos, para cada objecto. Assim o modelo de dados cinge-se à componente gráfica. O mesmo se aplica às restantes redes da competência dos operadores de serviços públicos: telefónicas e gás natural.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Rede de alta tensão	1	1	0	azul
Rede de média tensão	2	1	0	azul
Rede de baixa tensão	3	1	0	azul
Rede de iluminação pública	4	1	0	azul
Postes de alta tensão	5	0	0	castanho
Postes de média tensão	6	0	0	castanho
Postes de baixa tensão	7	0	0	castanho
Candeeiros de iluminação pública	8	0	0	castanho
Subestações	9	0	0	cinza
Postos de transformação	10	0	0	cinza
Postos de seccionamento	11	0	0	cinza
armários de distribuição	12	0	0	cinza
Armários de telecomando	13	0	0	cinza
Caixas subterrâneas	14	0	0	cinza
Portinholas	15	0	0	cinza
Caixas de protecção da rede aérea	16	0	0	cinza

Q II.41. Atributos gráficos das Redes Eléctricas

Cadastro de redes de telecomunicações

Sendo da competência da Portugal Telecom, SA a gestão de redes de telecomunicações, interessa só ao município a sua localização. De igual modo, é apresentado apenas o modelo gráfico.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Tampas das câmaras de visita	1	0	0	azul claro
Cabinas telefónicas	2	0	0	azul claro
Postes telefónicos	3	0	0	castanho
Traçado aéreo	4	2	0	azul claro
Edifícios e centrais telefónicas	5	0	0	vermelho
Pilar de taxi	6	0	0	castanho
Pilar de polícia	7	0	0	castanho
JEI	8	0	0	castanho

Q II.42. Atributos gráficos da Rede Telefónica

Cadastro de redes viárias

A referenciação das redes viárias está intimamente associada à dos topónimos de ruas, praças, calçadas, largos, etc. Os municípios são as entidades com competência legal na atribuição das designações dos espaços públicos. Os topónimos assumem uma importância vital para a localização dos espaços, quer para a Administração Local, quer para os operadores de serviços públicos privados. Nesta perspectiva, deveriam ser estudadas formas de cooperação entre as entidades envolvidas, por forma a utilizarem uma base de dados toponímica comum.

Os municípios deveriam trabalhar na definição de um regulamento toponímico que garantisse a existência de designações toponímicas, para todos os espaços públicos e que assegurasse a unicidade dos topónimos, evitando a duplicação das designações, por forma a simplificar o modelo de dados do Sistema.

Neste campo deveriam, também, ser dados progressos para a estruturação e georeferenciação de topónimos relativamente aos produtores de cartografia, o INE, os CTT-Correios, a EDP, a Portugal Telecom, as empresas de geomarkting e os municípios.

O modelo de dados, que aqui se apresenta, tem em vista a gestão dos topónimos, utilizando as suas designações oficiais, sempre que elas existam. Foi preocupação incluir na base de dados a antiga designação toponímica e outros parâmetros de elevada importância para o estudo de fluxos de transporte, nomeadamente o número de veículos/hora e a velocidade máxima de circulação.

Os eixos de vias constituem *pointers* de estruturas lineares para a *attribute table* Topónimos e as respectivas designações representam apenas texto. A colocação do texto (designação do topónimo e respectivo código) é feita no sentido do desenvolvimento da

estrutura linear e coincidente com o eixo da via. Para estruturas não lineares, a colocação do texto é feita de forma a sobrepor o mínimo possível outras entidades gráficas.

Outras designações referentes a bairros, lugares e zonas são colocadas no mesmo nível, utilizando caracteres maiúsculos.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Bermas	1	0	0	castanho
Topónimos	2	0	0	azul escuro
Eixos de vias	3	1	1	azul claro
Linhas férreas	4	3	2	castanho escuro

Q II.43. Atributos gráficos de Cadastro de Redes Viárias

Categorias	Features	Tabela de atributos
Cadastro de Redes Viárias	Eixos de vias	Topónimos

Q II.44. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro de Redes Viárias

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Eixos de vias

Q II.45. Processos de georeferenciação do Cadastro de Redes Viárias

Tabelas de atributos	Colunas	Domínio
Vias	troço_id	
	topónimo	
	tipo	alameda, avenida, azinhaga, bairro, beco, calçada, casal, estrada, largo, pátio, praceta, rampa, rua, travessa.
	topónimo antigo	
	estado conservação	bom, razoável, mau
	pavimento	asfalto, betão, calçada, macadame, outro
	validade	particular, oficial, provisório, outro.
	veículos/hora	
	velocidade máxima	
	edital	
observações		

Q II.46. Conteúdo da tabela de atributos do Cadastro de Redes Viárias

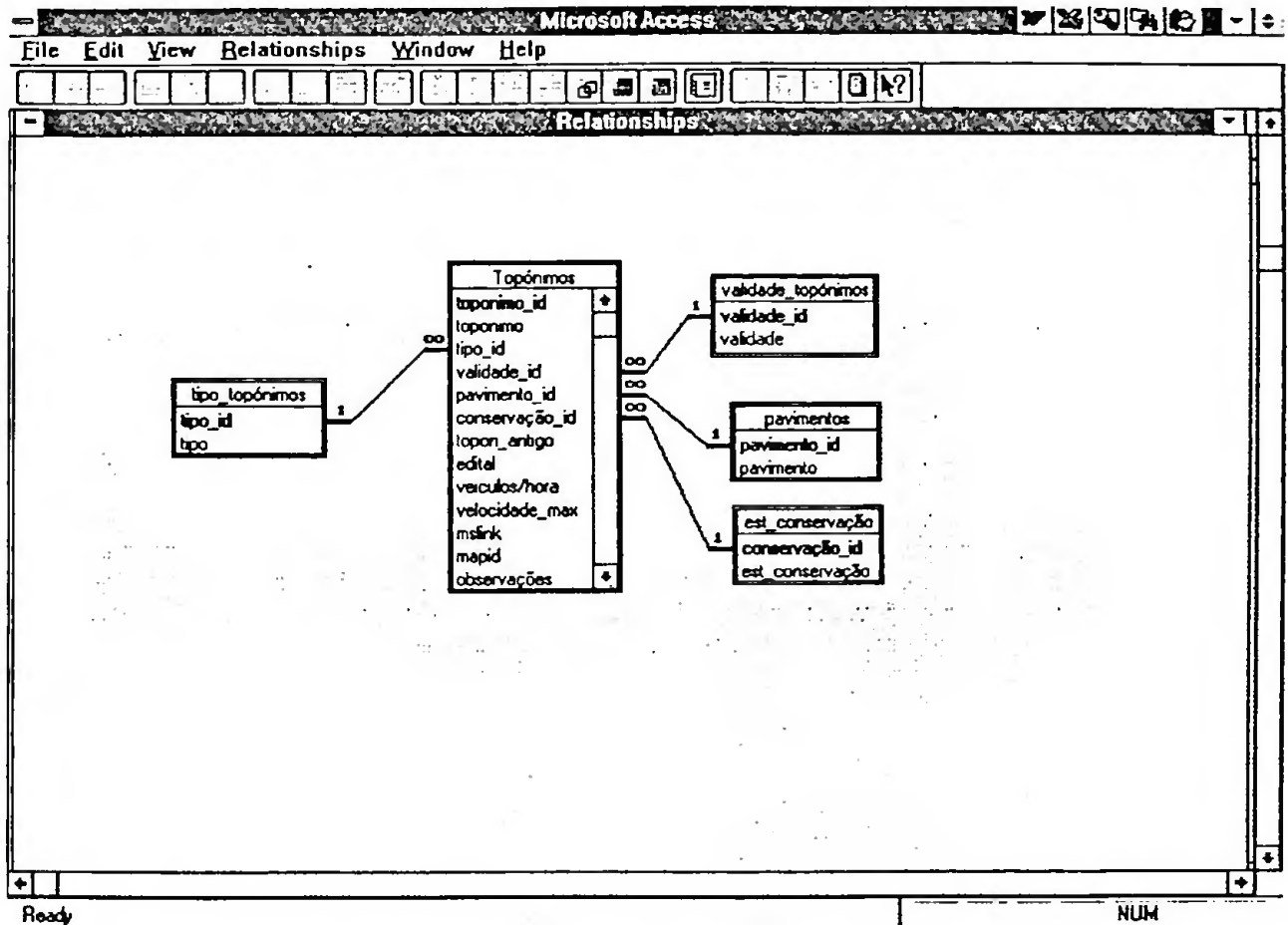


Fig II.7. Modelo de dados do Cadastro de Redes Viárias

Cadastro de redes de gás natural

Compete à GDP a exploração e gestão das redes de gás natural. Aos municípios compete saber a sua localização a fim de licenciar projectos de construção de edifícios. Ao encontro desta ideia, foi apenas identificado um ficheiro gráfico com a informação indispensável referente às redes de gás, de acordo com o quadro seguinte.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Tampas de caixas de visita	1	0	0	amarelo
Placas sinaléticas	2	0	0	amarelo
Elementos de purga	3	0	0	amarelo
Postos redutores	4	0	0	amarelo

Q II.47. Atributos da Rede de Gás Natural

Cadastro industrial

O cadastro industrial envolve um conjunto de tabelas, designadamente, *Inputs*, *Outputs*, *Externalidades*, *CAE*, *Moradas_indústrias*, *Resíduos*, *Serviços_indústrias*, relacionados com a *attribute table* *Indústrias*. O centróide *indústria_id* permite identificar cada unidade industrial, na tabela de atributos *Indústrias* e localizá-la geograficamente. Na mesma tabela existe uma série de campos que caracterizam a indústria, tal como se pode constatar na figura seguinte.

O objectivo do cadastro industrial prende-se com a localização das unidades fabris no Concelho e o reconhecimento da tipologia de cada unidade produtiva, permitindo a caracterização da realidade local do emprego.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
implantação indústrias	13	0	1	roxo
Centróide indústria	14	0	2	roxo

Q II.48. Atributos gráficos do Cadastro Industrial

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Cadastro Indústria	Implantação de indústrias Centróide indústria	Indústria

Q II.49. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro Industrial

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Polígono indústria

Q II.50. Processos de georeferenciação do Cadastro Industrial

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Indústrias	indústria_id	
	designação	
	NIPC	
	CAE	
	consumo energia/ano	
	ano fundação	
	área ocupada	
	alteração localização	sim, não
	acessibilidade	boa, razoável, má
	operários	
	operários técnicos	
	operários especializados	
	operários não especializados	
	outros operários	
	staff total	
	regime de laboração	diurno, nocturno, misto
	trabalho/ano	
situação	em funcionamento, em falência, inactiva	

Q II.51. Conteúdo da tabela de atributos Indústrias

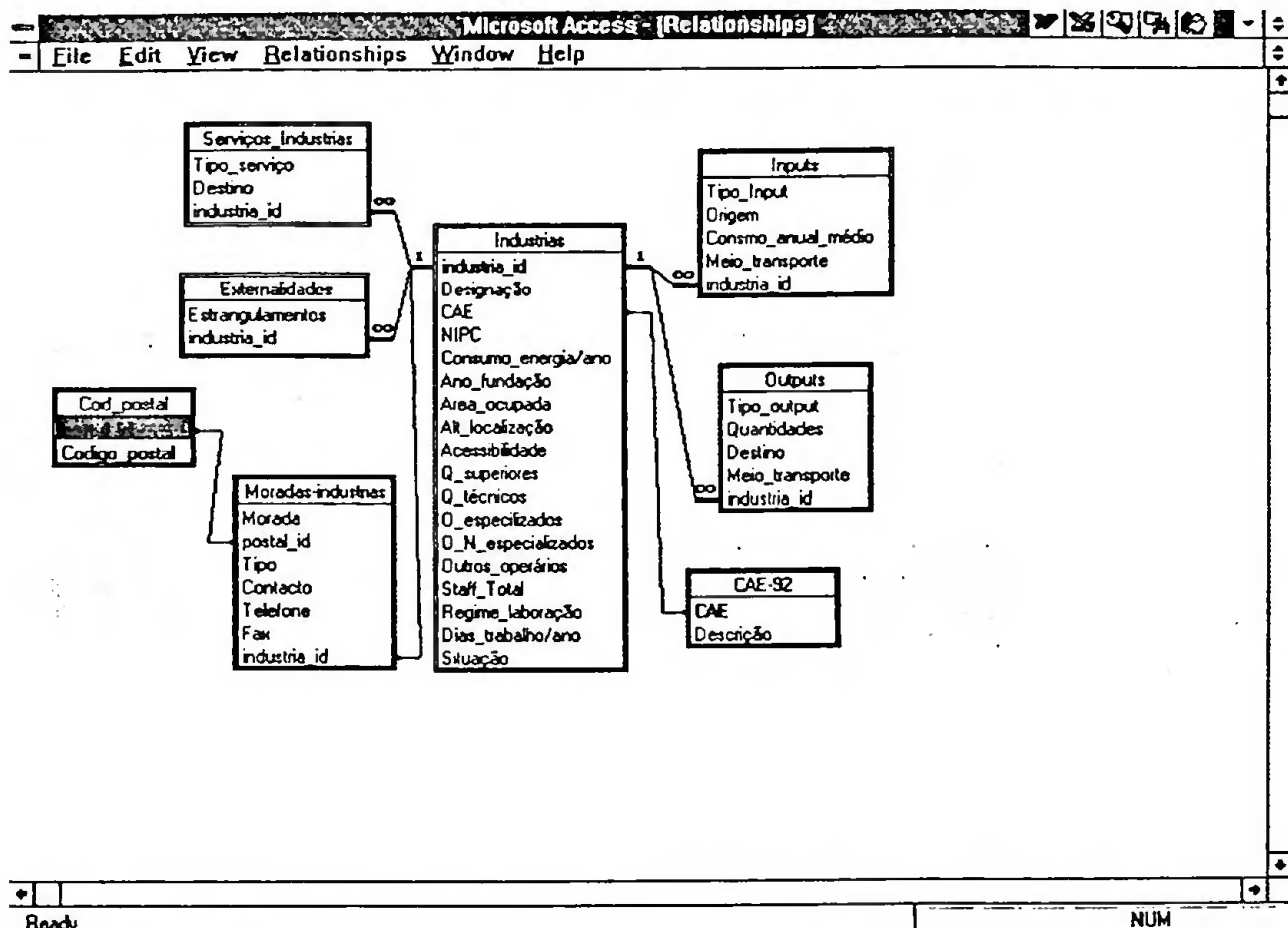


Fig II. 9. Modelo de dados do Cadastro Industrial

Cadastro de equipamentos colectivos

A gestão dos equipamentos colectivos é uma das demais atribuições e competências conferidas aos municípios. Programar equipamentos pressupõe, *a priori*, o conhecimento das necessidades actuais, tendo em conta a evolução da população potencial utilizadora dos mesmos. Para efeito deste projecto consideraram-se os seguintes equipamentos: Ensino, Saúde, Desportivos, Religiosos, Culturais, IPSS, Infância, Idosos e Mercados, constituindo, cada um, uma tabela de atributos com ligação à respectiva entidade espacial (edifício).

Os campos pertinentes são a localização do equipamento e sua tipologia, taxa de utilização, o ano de construção, a lotação e a existência ou não de estacionamento.

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Cadastro de Equipamentos Colectivos, Associações e Colectividades	Limites de equipamento colectivo Centróide equipamento colectivo	Ensino Saúde Desportivos Religiosos Culturais IPSS Infância Idosos Mercados

Q II.52. Categorias, features e tabelas de atributos do Cadastro de Equipamentos Colectivos

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Edifício

Q II.53. Processos de georeferenciação do Cadastro de Equipamentos Colectivos

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Ensino	ensino_id	
	tipo	JI, PRI, EB1, EB2, EB3, C+S, SEC, EP, ES, OUT
	propriedade	IPSS, municipal, estatal
	ano de construção	
	alunos	
	taxa de utilização	
	professores	
	auxiliares	
	salas de aula	
	salão de jogos aberto	sim, não
	salão de jogos coberto	sim, não
	parque de estacionamento	sim, não
	taxa de insucesso escolar	0...100%

Q II.54. Conteúdo da tabela de atributos Ensino

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Saúde	saúde_id	
	tipo	SLAT, Posto Médico, Hospital, Clinica, outro
	ano de construção	
	nível de utilização	
	médicos	
	enfermeiros	
	auxiliares	
	salas	
parque de estacionamento	sim, não	

Q II.55. Conteúdo da tabela de atributos Saúde

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Desportivos	desportivo_id	
	propriedade	IPSS, municipal, estatal
	taxa de utilização	
	tipo	campo de jogos aberto, campo de Jogos fechado,
	ano de construção	
	utentes	
	parque de estacionamento	sim, não

Q II.56. Conteúdo da tabela de atributos Desportivos

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Religiosos	religioso_id	
	tipo	igreja, capela, convento, sala de culto
	taxa de utilização	
	ano de construção	
	utentes	
	parque de estacionamento	sim, não

Q II.57. Conteúdo da tabela de atributos Religiosos

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Infância	infância_id	
	propriedade	IPSS, municipal, estatal
	taxa de utilização	
	ano de construção	
	utentes	
	parque de estacionamento	sim, não

Q II.58. Conteúdo da tabela de atributos Infância

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Idosos	idosos_id	
	tipo	centro de dia, lar, outro
	taxa de utilização	
	propriedade	IPSS, municipal, estatal
	ano de construção	
	utentes	
	parque de estacionamento	sim, não

Q II.59. Conteúdo da tabela de atributos Idosos

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Mercados	mercado_id	
	tipo	abastecedor, levante, municipal, retalhista, outro
	taxa de utilização	
	propriedade	cooperativa, municipal, estatal
	ano de construção	
	parque de estacionamento	sim, não

Q II.60. Conteúdo da tabela de atributos Mercados

Cadastro de actividades económicas

A informação relativa ao cadastro das actividades económicas vem, por inerência, associada à tabela de atributos Edifícios. Estabeleceu-se a seguinte relação: as funções urbanas estão associadas às fracções do imóvel e estas aos pisos do mesmo, conforme se pode constatar na figura seguinte.

Categorias	Designação das features	Tabelas de features
Cadastro das Actividades Económicas	Implantação de edifícios Centróides de edifícios	Edifícios

Q II.61. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro de Actividades Económicas

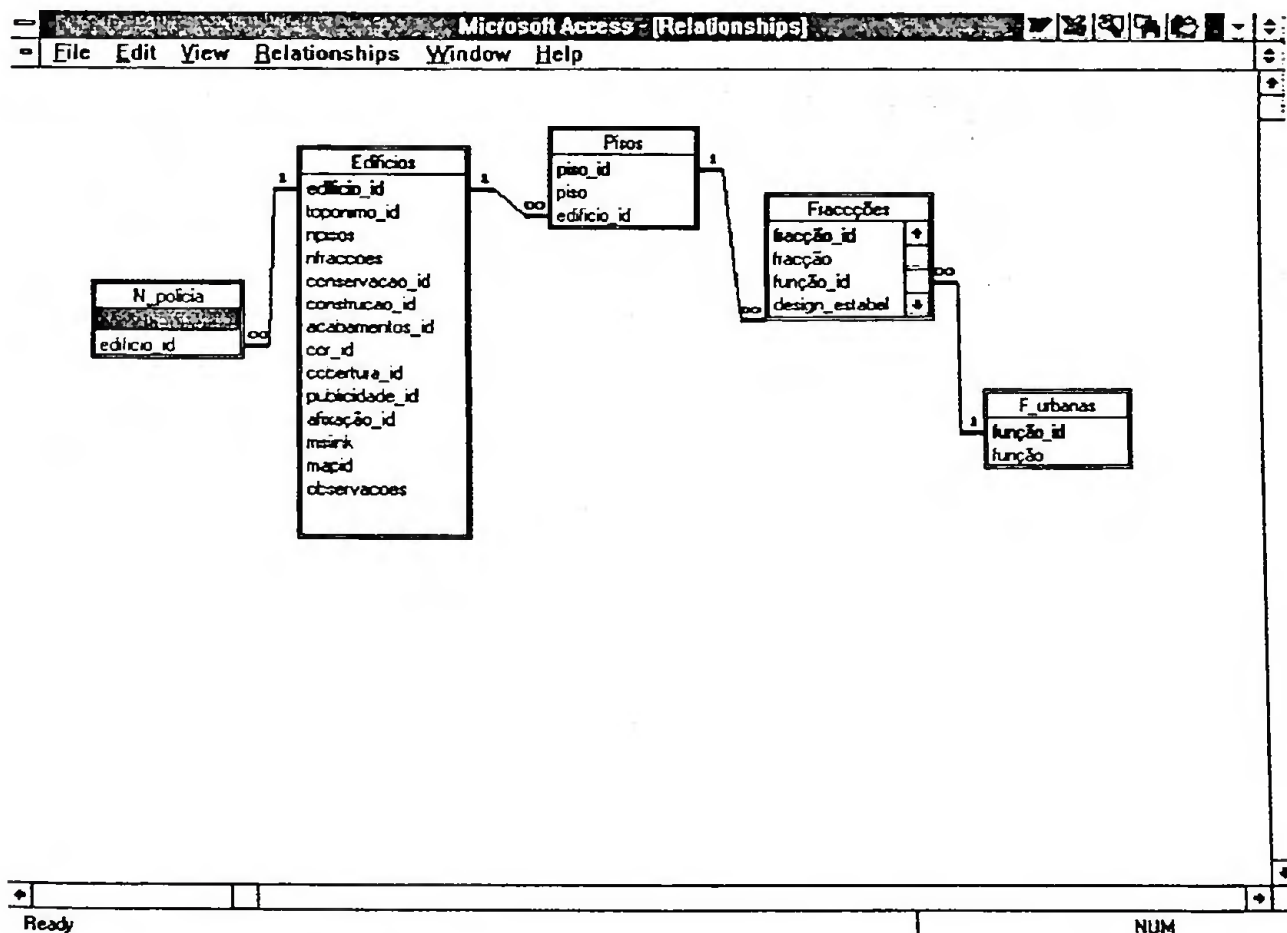


Fig II.10. Modelos de dados do Cadastro das Actividades Económicas

Cadastro de espaços verdes

A *tabela de atributos* Espaços Verdes identifica o espaço verde em causa e contém um conjunto de atributos desta entidade, como se pode ver na figura seguinte. Os espaços verdes são referenciados com recurso ao processo area boundary/area centroide e existe uma relação com o topónimo, i.e. a via de comunicação que lhe dá acesso.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Espaços verdes	1	0	1	verde claro
Centróides espaços verdes	2	1	5	verde escuro

Q II.62. Atributos gráficos dos Espaços Verdes

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Cadastro de espaços verdes	Limites de espaços verdes Centróides de espaços verdes	Espaços verdes

Q II.63. Categorias, features e tabela de atributos do Cadastro de Espaços Verdes

Georeferenciação	Tipo
Processos	Area centroide/area boundary
Unidade espacial mínima	Polígono espaço verde

Q II.64. Processos de georeferenciação do Cadastro de Espaços Verdes

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
Espaços Verdes	espaço verde_id	
	designação	
	ano registo	
	tipologia	espaço de protecção a espaços-canais, viveiro, jardins de bairro, parque de campismo, parque de merendas, hortas urbanas, quinta de recreio, parque de exposições/feiras, jardins públicos, espaços de convívio e encontro, praça/largo arborizado, espaço de enquadramento a escolas, espaço de enquadramento. a equip. infantil, espaço de enquadramento. a edificios públicos e outros equip., espaço de enquadramento. a áreas residenciais, espaço de enquadramento. a áreas industriais, espaço de enquadramento. a espaços lineares públicos, espaço privado, área prevista para espaço verde, espaço suburbano/florestal, parque urbano, outra
	função principal	recreio e lazer activo, recreio e lazer passivo, estar, enquadramento, protecção, produção
	área espectante	
	área prevista	
	área de relvado	
	área de prado	
	área de herbácias	
	área de arbustos	
	área de mata	
	outras áreas	
topónimo_id		

Q II.65. Conteúdo da tabela de atributos Espaços Verdes

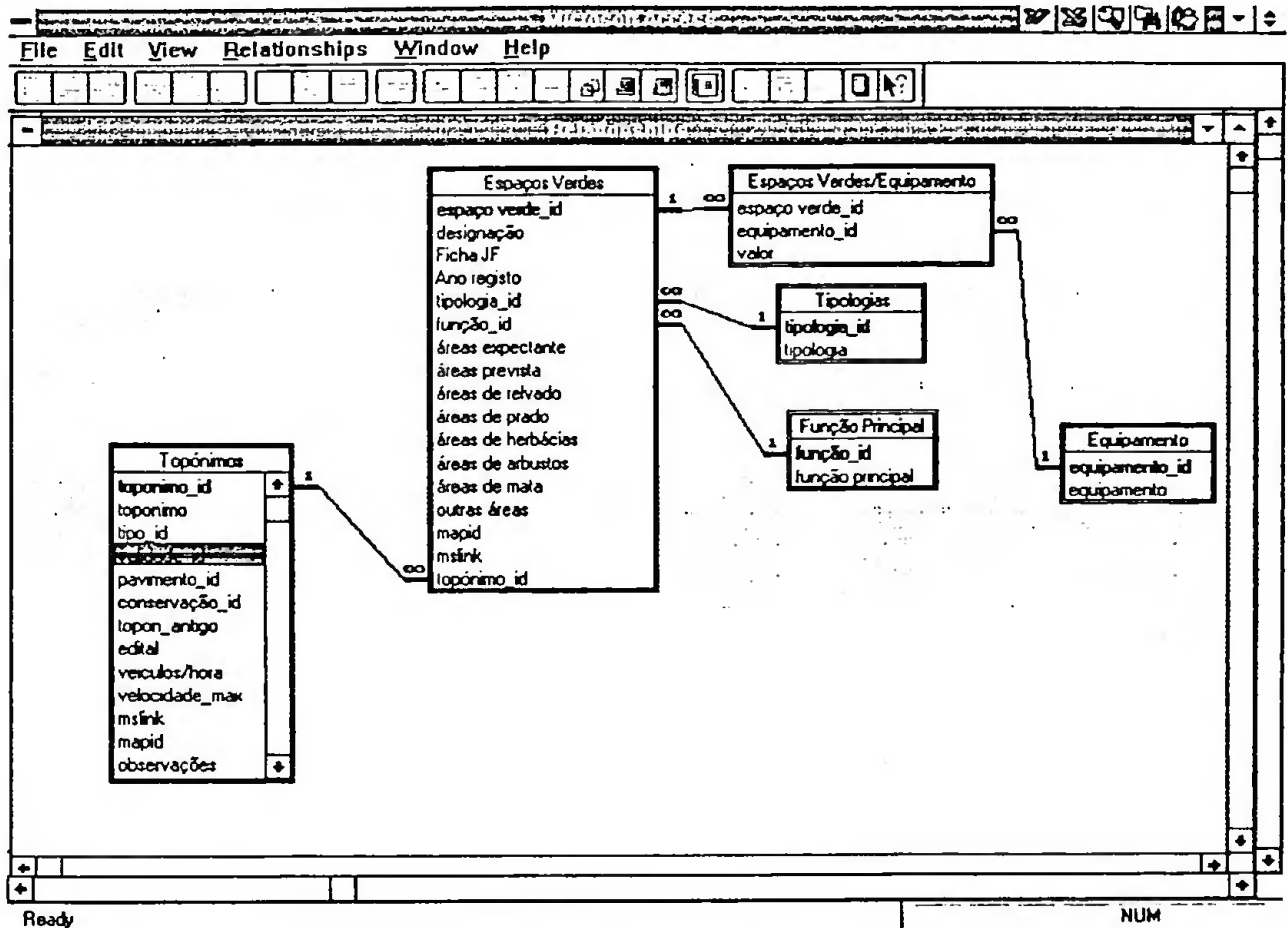


Fig II.11. Modelos de dados do Cadastro de Espaços Verdes

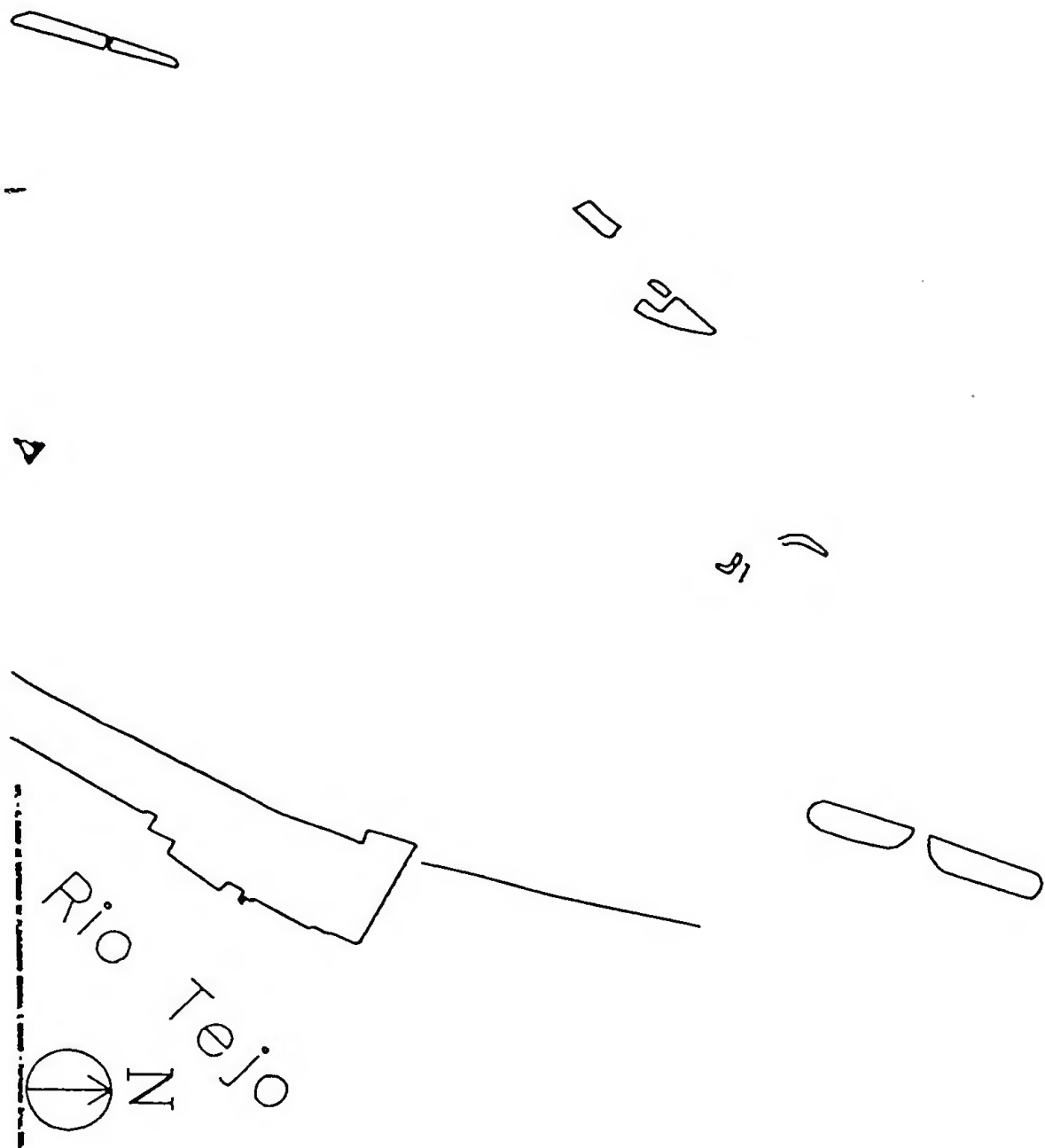


Fig II.12. Configuração espacial de Cadastro de Espaços Verdes

Cadastro de mobiliário de recolha de resíduos sólidos

A tabela de atributos *Mob_limpeza* referencia os recipientes de recolha de resíduos sólidos. O centróide *Mob_limpeza* aponta para a respectiva tabela de atributos e tem a implantação gráfica ao longo dos lancis de passeios. Desta entidade, fazem parte os seguintes campos: *limpeza_id*, (que identifica o número do recipiente de recolha de resíduos), *mobiliário_id* (código do tipo de recipiente), data de instalação, capacidade, observações, os respectivos *pointers* (mapid e mslink) e outros campos que mantêm relações com outras tabelas. O *toponimo_id* da tabela de atributos *Mob_limpeza* relaciona-se com a tabela de atributos *Topónimos*, uma vez que os recipientes se localizam nas vias de comunicação. Esta relação é de $\infty-1$, vista no sentido *Mob_limpeza*-*Topónimos*.

Designação dos níveis	LV	ST	WT	CO
Centróide <i>Mob_limpeza</i>	17	cheio	2	amarelo

Q II.66. Atributos gráficos do Mobiliário de Recolha de Resíduos

Categorias	Features	Tabelas de atributos
Resíduos sólidos	Resíduos sólidos	<i>Mob_limpeza</i>

Q II.67. Categorias, features e tabela de atributos do Mobiliário de Recolha de Resíduos

Georeferenciação	Tipo
Processos	Point centroide
Unidade espacial mínima	Recipiente

Q II.68. Processos de georeferenciação do Mobiliário de Recolha de Resíduos

Tabelas de atributos	Colunas	Domínios
<i>Mob_limpeza</i>	<i>limpeza_id</i>	
	<i>mobiliário</i>	contentor metálico, contentor polietileno, balde, papeleira, papelão, vidro
	<i>frequência de recolha</i>	diária, semanal, 2x/semana, etc
	<i>estado de conservação</i>	bom, razoável, mau
	<i>data de instalação</i>	
	<i>capacidade (l)</i>	
	<i>freguesia_id</i>	
	<i>topónimo_id</i>	

Q II.69. Conteúdo da tabela de atributos *Mob_limpeza*

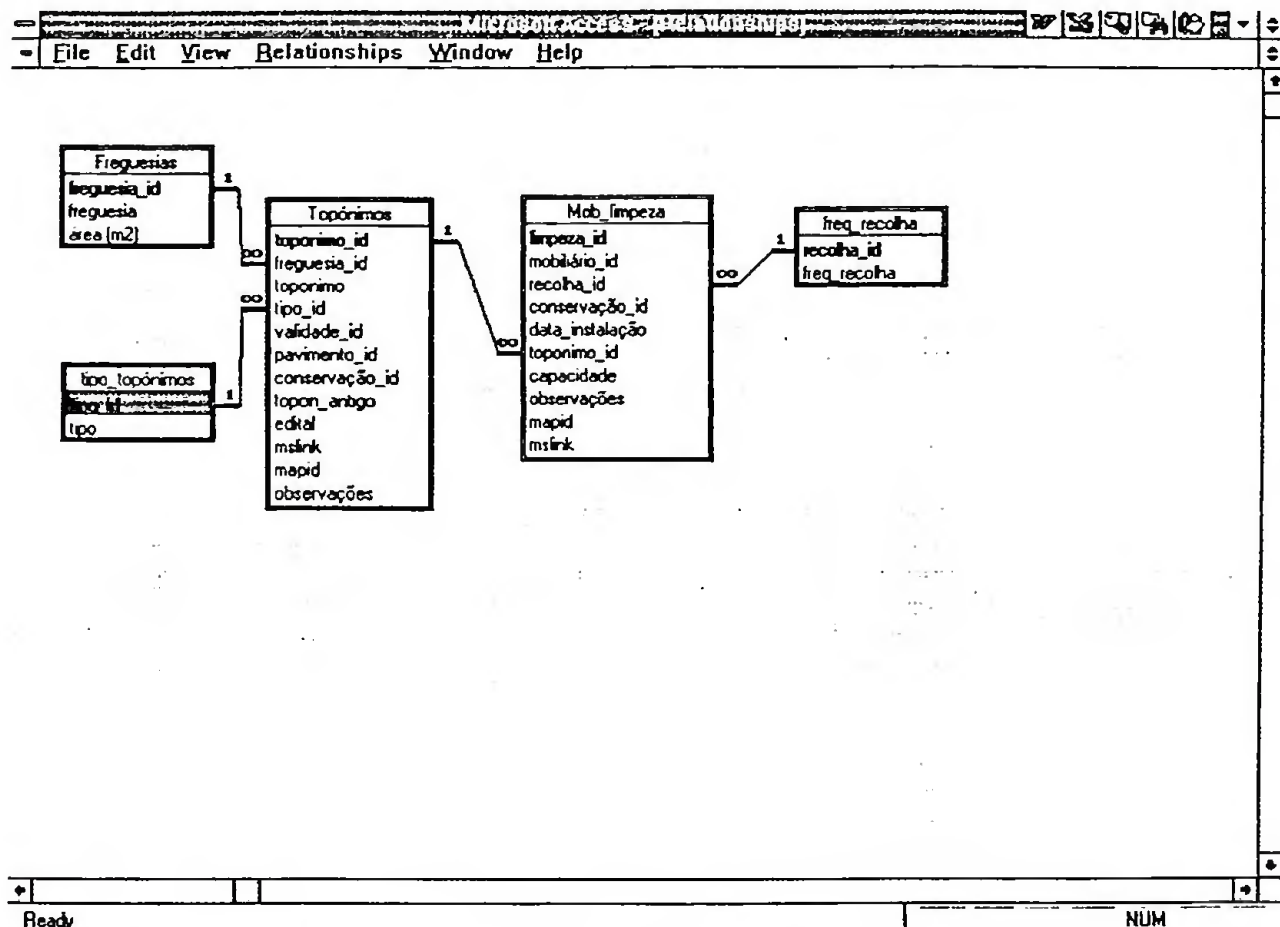


Fig II.13. Modelo de dados do Cadastro do Mobiliário de Recolha de Resíduos Sólidos

4. Exploração e gestão do sistema

A exploração do modelo apresentado implica a consideração de um conjunto de aspectos importantes. Por um lado, o grau de *performance* na exploração implica o conhecimento muito detalhado do modelo de dados da base geográfica, i.e., o conhecimento das relações existentes entre tabelas e destas para com as entidades espaciais. Implica, por outro, que existam permissões do Administrador do Sistema, para se efectuarem consultas, assunto que não foi abordado neste trabalho, devido à limitação temporal. Outro factor, não menos importante que os anteriores mencionados, tem a ver com o grau de conhecimento do software em causa. O desconhecimento das capacidades do software coarcta, sem dúvida, qualquer pesquisa que se queira efectuar.

A gestão do sistema é outro aspecto de extrema importância no contexto de uma

organização. Tal facto tem a ver com a actualização dos dados. A tomada de decisão não se compadece com a existência de dados desactualizados ou com níveis de fiabilidade dúbios. Deve ser avaliada, com regularidade, a fiabilidade dos dados introduzidos, sob pena de comprometer o processo de decisão.

Cabe aos seguintes sub-capítulos analisar algumas formas de exploração do sistema através de consultas (queries) e de outro tipo de potencialidades, de acordo com as necessidades específicas da realidade municipal.

Formas de consulta e exploração

Como se viu, anteriormente, existem três formas fundamentais de consulta e exploração da informação geográfica num Sistema de Informação Geográfica, de que se falará de seguida.

Consultas de informação alfanumérica

As consultas alfanuméricas podem revestir três vias distintas. Uma delas é através de *forms* (formulários) ou *layouts* gerados pela base de dados, que consistem na visualização de campos ou linhas de uma ou mais tabelas, por écrans. Outro processo utilizado é o dos *reports* (relatórios), que resultam de listagens de informação. Um último processo baseia-se nas já conhecidas *queries*. Estas são, sem dúvida, as ferramentas mais adequadas para a consulta em bases de dados relacionais devido à facilidade de relacionamento e possibilidades de combinações nas pesquisas.

Consultas espaciais

A visualização da informação espacial por operações sucessivas de *zoom-in* e *zoom-out*, pode constituir um processo de consulta de informação espacial, num ambiente gráfico, quer se trate de um CAD, quer de um SIG.

Todavia, as queries com representação espacial revestem um significado verdadeiramente poderoso, desde que existam previamente as respectivas associações

entidade-objecto. A visualização de informação alfanumérica consultada numa ou mais tabelas, com recurso a este processo, constitui uma forma poderosa e precisa de pesquisa.

Aplicação de funções de análise espacial

A utilização de ferramentas de análise espacial disponíveis nos sistemas de informação geográfica reveste uma outra forma de consulta e de exploração da informação geográfica. Como se viu, algumas das ferramentas, que a seguir se apresentam, podem ser utilizadas na exploração do Sistema, designadamente o MDT, análise de adjacência, buffer generation, classificação/reclassificação, conectividade, optimal path, overlaying, spread, viewshed e análise de vizinhança.

Embora não houvesse tempo e disponibilidade para testar estas funções, com o software utilizado, merecem, aqui, um espaço de referência.

De acordo com formas de consulta e de exploração preconizadas anteriormente, tendo o *modelo de dados* apresentado por referência, cabe agora explorá-lo, no contexto do planeamento e gestão de um município.

Query1

Seleccione todos os edificios e seus números de policia, de todas as ruas da área de estudo, que tenham cobertura "em terraço" e com menos de 4 pisos:

```
> SELECT DISTINCTROW Edificios.edificio_id, Topónimos.toponimo, tipo_topónimos.tipo,
    N_policia.npolicia, cobertura.cobertura, Edificios.npisos
FROM tipo_topónimos INNER JOIN (Topónimos INNER JOIN ((cobertura INNER JOIN Edificios ON
    cobertura.cobertura_id = Edificios.cobertura_id) INNER JOIN N_policia ON Edificios.edificio_id =
    N_policia.edificio_id) ON Topónimos.toponimo_id = Edificios.toponimo_id) ON tipo_topónimos.tipo_id
    = Topónimos.tipo_id
WHERE ((cobertura.cobertura="Em Terraço") AND (Edificios.npisos<4));
```

edificio_id	toponimo	tipo	npolicia	cobertura	npisos
090043-00X1	Alves Redol	Rua	X1	Em terraço	2
090043-0003	Alves Redol	Rua	3	Em terraço	2

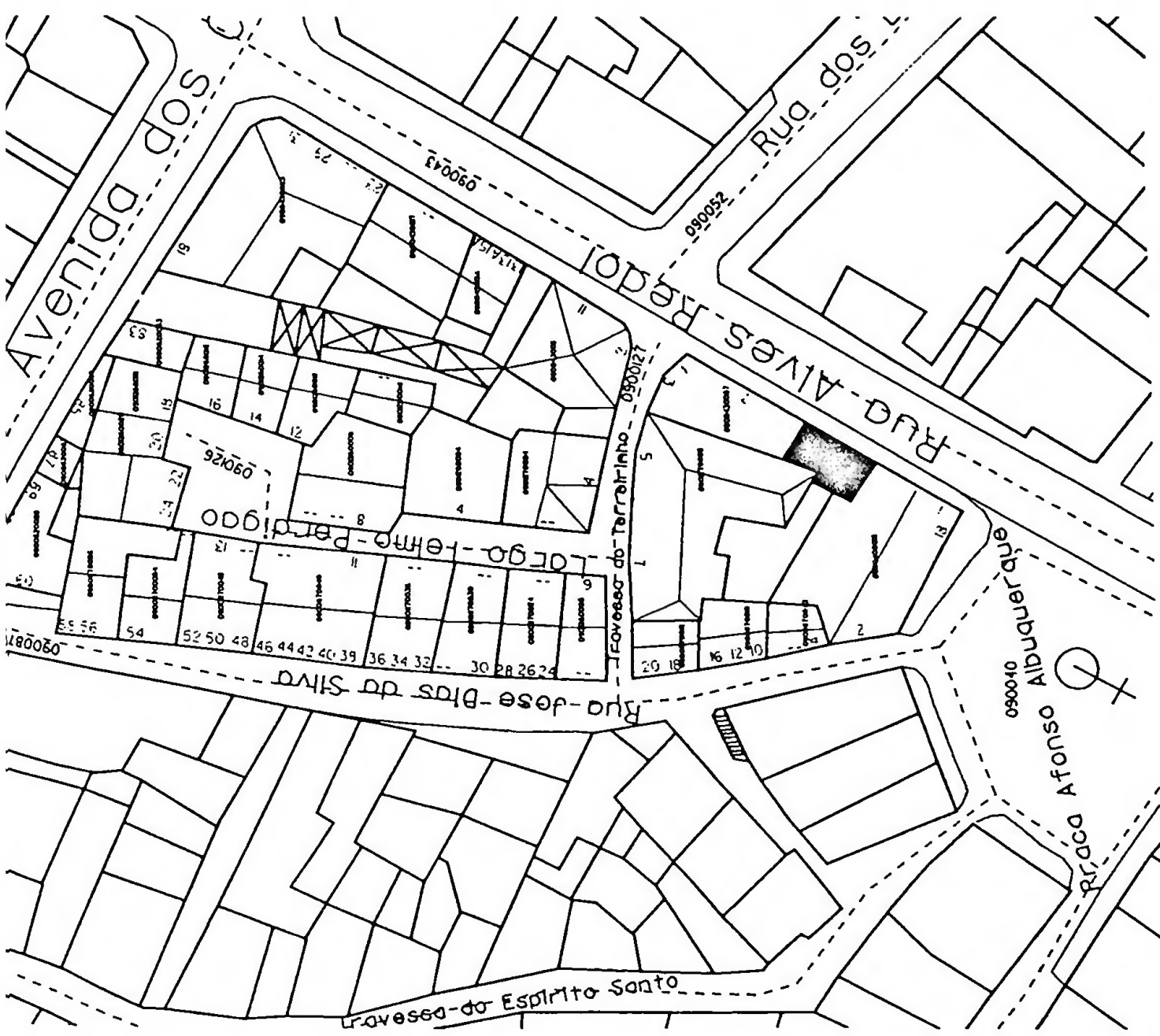


Fig II.14. Representação espacial da query 1



Edifícios que satisfazem às condições da query

Query2

Selecione os edifícios da Rua José Dias da Silva, de cor branca e pretenda saber qual o seu estado de conservação:

```
> SELECT DISTINCTROW Edificios.edificio_id, Topónimos.toponimo, tipo_topónimos.tipo,
    cor_dominante.cor_dominante, est_conservação.est_conservação
FROM tipo_topónimos INNER JOIN (Topónimos INNER JOIN (est_conservação INNER JOIN
    (cor_dominante INNER JOIN Edificios ON cor_dominante.cor_id = Edificios.cor_id) ON
    est_conservação.conservação_id = Edificios.conservacao_id) ON (est_conservação.conservação_id =
    Topónimos.conservação_id) AND (est_conservação.conservação_id = Topónimos.conservação_id)
    AND (Topónimos.toponimo_id = Edificios.toponimo_id)) ON tipo_topónimos.tipo_id =
    Topónimos.tipo_id
WHERE ((Topónimos.toponimo="José Dias da Silva") AND (tipo_topónimos.tipo="Rua") AND
    (cor_dominante.cor_dominante="branco"));
```

edificio_id	toponimo	tipo	cor_dominante	est_conservação
090087-0030	José Dias da Silva	Rua	branco	Razoável

Query3

Selecione todas as ruas com extensão superior a 200 m:

```
> SELECT DISTINCTROW Topónimos.toponimo, tipo_topónimos.tipo, Topónimos.extensão
FROM tipo_topónimos INNER JOIN Topónimos ON tipo_topónimos.tipo_id = Topónimos.tipo_id
WHERE ((Topónimos.extensão>200));
```

toponimo	tipo
Alves Redol	Rua

Query4

Selecione todas as vias urbanas e sua validade, de acordo com as designações actual e antiga:


```
> SELECT DISTINCTROW Topónimos.toponimo_id, Topónimos.toponimo, tipo_topónimos.tipo,
    validade_topónimos.validade, Topónimos.topon_antigo
FROM validade_topónimos INNER JOIN (tipo_topónimos INNER JOIN (Topónimos INNER
    JOIN ((cobertura INNER JOIN Edificios ON cobertura.cobertura_id = Edificios.cobertura_id)
    INNER JOIN N_policia ON Edificios.edificio_id = N_policia.edificio_id) ON
```

Topónimos.toponimo_id = Edifícios.toponimo_id) ON tipo_topónimos.tipo_id =
Topónimos.tipo_id) ON validade_topónimos.validade_id = Topónimos.validade_id
ORDER BY Topónimos.toponimo, Topónimos.topon_antigo;

topónimo_id	toponimo	tipo	validade	topon_antigo
090040	Afonso de Albuquerque	Praça	Oficial	
090043	Alves Redol	Rua	Oficial	Rua Palha Blanco
090062	Combatentes da Grande Guerra, dos	Avenida	Oficial	
090087	José Dias da Silva	Rua	Oficial	
090126	Telmo Perdigão	Largo	Oficial	
090127	Terreirinho, do	Travessa	Oficial	



Fig II.15. Representação espacial da query 4

 Vias urbanas que satisfazem às condições da quer

Query5

Selecione todas as indústrias transformadoras que utilizem o "ferro" como matéria prima e identifique o respectivo código CAE:

```
> SELECT DISTINCTROW Industrias.Designação, Inputs.Tipo_Input, Industrias.CAE
FROM (Industrias INNER JOIN Inputs ON Industrias.industria_id = Inputs.industria_id) INNER
JOIN Outputs ON Industrias.industria_id = Outputs.industria_id
WHERE ((Inputs.Tipo_Input Like "**ferro**"));
```

Designação	Tipo_Input	CAE
Montalfer, Lda	Ferro	28110
Fortis Elevadores, S.A.	Metais ferrosos	29222
Metalutejo - Soc. Metalúrgica e Metalomecânica, Lda	Ferro	2811
Fixometal	Materiais ferrosos	281
Presmotel - Equipamento de Hotelaria	Chapa ferro	
Anterex 2 - Montagens Industriais, Lda	Chapas de ferro	366
Metalmogos	Ferro	29230
MMP - Moldes e Matrizes de Precisão, Lda	Ferro	2840
Sanição - Sociedade Metalomecânica, Lda	Ferro	28520
Anidas - Construções Metal, Lda	Metais ferrosos	281
Monoquadros, Quadros Eléctricos, Lda	Chapa ferro	
Achevale - Soc. Com. e Ind. de Mat. p/ Const. e Equipamentos (Henrique do Vale)	Ferro	20302
Alumínios NC, Lda	Ferro	
Anterex 2 - Montagens Industriais, Lda	Perfis de ferro	366
Equiporave, Sociedade de Equip. para Pecuária, Lda	Tubo e Ferro	291
Equiporave, Sociedade de Equip. para Pecuária, Lda	Ferro	291
Sociedade Portuguesa Cavan	Ferro	266

Query6

Identifique as indústrias com mais de 1000 trabalhadores e visualize o número total de funcionários de cada uma, que obedeçam àquela condição:

```
> SELECT DISTINCTROW Industrias.Designação, Sum(Industrias.Staff_Total) AS
SumOfStaff_Total
FROM (Industrias INNER JOIN Inputs ON Industrias.industria_id = Inputs.industria_id) INNER
JOIN Outputs ON Industrias.industria_id = Outputs.industria_id
GROUP BY Industrias.Designação, Industrias.industria_id
HAVING (((Sum(Industrias.Staff_Total))>1000));
```

Designação	SumOfStaff_Total
Centralcer - Central de Cervejas, S.A.	2976
Cimianto - Sociedade Técnica de Hidráulica, S.A.	1812
Cimpor - Cimentos de Portugal, S.A./CPA	2384
Construções Técnicas, SA	1356
Dan Cake	5040
Henkel Ibérica, S.A. - Sucursal de Portugal	2688
Metal Portuguesa, SA	4880
Quimigal Adubos, S.A.	1194
Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor, S.A.	3544

Query7

Identifique as Indústrias e respectivo ano de fundação, com implantação anterior a 1950, no Concelho:

```
> SELECT DISTINCTROW Industrias.Designação, Industrias.Ano_fundação
FROM (Industrias INNER JOIN Inputs ON Industrias.industria_id = Inputs.industria_id) INNER
JOIN Outputs ON Industrias.industria_id = Outputs.industria_id
GROUP BY Industrias.Designação, Industrias.Ano_fundação
HAVING ((Industrias.Ano_fundação<1950))
ORDER BY Industrias.Designação;
```

Designação	Ano_fundação
Almeida & Ermete, Lda	1938
Cimianto - Sociedade Técnica de Hidráulica, S.A.	1942
Cimpor - Cimentos de Portugal, S.A./CPA	1894
Construções Técnicas, SA	1948
Embalagens de Portugal Van Leer, Lda	1940
Fortis Elevadores, S.A.	1934
Metal Portuguesa, SA	1941
Sociedade Industrial de Vila Franca, SA	1927
Sociedade Portuguesa Cavan	1932
Sociedade Portuguesa do Acumulador Tudor, S.A.	1920

Query8

Localize os edifícios com as seguintes funções urbanas, "Sapataria", "Stand de automóveis" ou "Restaurante":

```
> SELECT DISTINCTROW Edificios.edifício_id, Topónimos.toponimo, tipo_topónimos.tipo,
F_urbanas.função
FROM tipo_topónimos INNER JOIN (Topónimos INNER JOIN (Edificios INNER JOIN (Pisos
INNER JOIN (F_urbanas INNER JOIN Fracções ON F_urbanas.função_id =
Fracções.função_id) ON Pisos.piso_id = Fracções.piso_id) ON Edificios.edifício_id =
Pisos.edifício_id) ON Topónimos.toponimo_id = Edificios.toponimo_id) ON
tipo_topónimos.tipo_id = Topónimos.tipo_id
```

```
WHERE ((F_urbanas.função_id="th12" Or F_urbanas.função_id="cc52" Or
F_urbanas.função_id="cc54"))
ORDER BY Topónimos.toponimo, F_urbanas.função;
```

edificio_id	toponimo	tipo	função
090043-0011	Alves Redol	Rua	Restaurante
090043-0023	Alves Redol	Rua	Stand de automóveis
090087-0040	José Dias da Silva	Rua	Restaurante
090087-0036	José Dias da Silva	Rua	Restaurante
090087-0018	José Dias da Silva	Rua	Sapataria
090126-0006	Telmo Perdigão	Largo	Restaurante

Query9

Identifique todos os monumentos do Concelho de Vila Franca de Xira, com a classificação de "Valor Concelhio", "Imóvel de Interesse Público" e "Monumento Nacional":

```
> SELECT DISTINCTROW Patrimonio_edificado.Designação, Tipos_patrimonio.tipo,
Classificação.classificação
FROM Classificação INNER JOIN (Tipos_patrimonio INNER JOIN Patrimonio_edificado ON
Tipos_patrimonio.tipo_id = Patrimonio_edificado.tipo_id) ON Classificação.classificação_id =
Patrimonio_edificado.classificação_id
WHERE ((Classificação.classificação_id=1 Or Classificação.classificação_id=3 Or
Classificação.classificação_id=12));
```

Designação	tipo	classificação
O Alto do Boneco - Monumento a Hércules Comemorativo da Defesa da	Padrão comemorativo	Valor Concelhio
Marco da Légua	Marco	Imóvel de Interesse Público
Obeliscos (2)	Obelisco	Imóvel de Interesse Público
Igreja Matriz da Castanheira do Ribatejo	Templo	Imóvel de Interesse Público
Marco da Légua	Marco	Imóvel de Interesse Público
Quinta do Palácio de Nossa Senhora da Piedade	Quinta	Imóvel de Interesse Público
Capela de Santa Eulália	Templo	Valor Concelhio
Palácio do Farrobo	Quinta	Valor Concelhio
Pelourinho de Povos	Pelourinho	Imóvel de Interesse Público
Igreja do Mártir Santo São Sebastião	Igreja	Valor Concelhio
Pelourinho de Vila Franca de Xira	Pelourinho	Monumento Nacional

Form1

Visualize tudo sobre o "Convento de Nossa Senhora de Suberra":

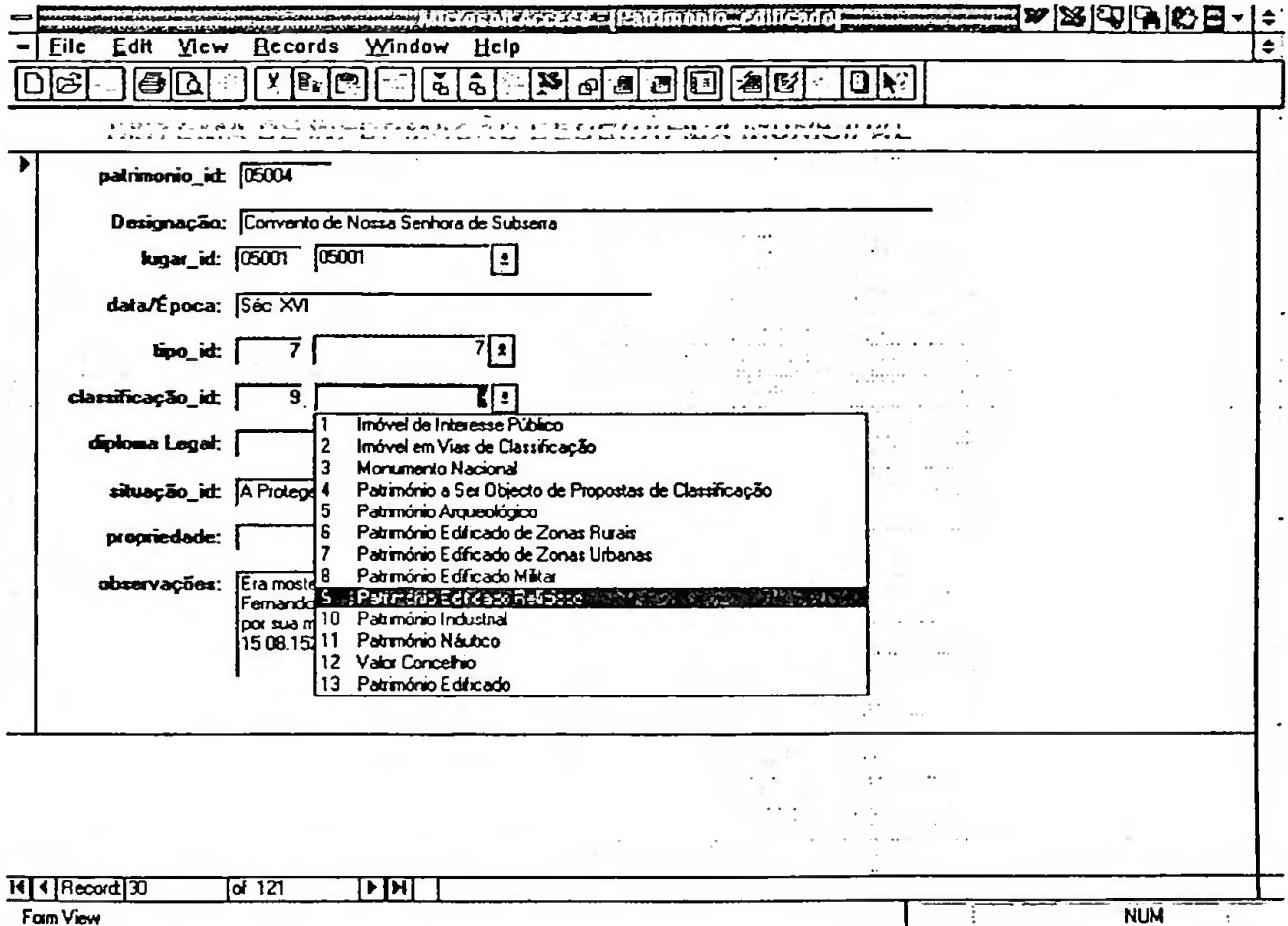


Fig II.16. Visualização do registo "Convento de Nossa Senhora de Suberra"

4.2. Resolução de problemas em planeamento territorial

A utilização da tecnologia SIG na resolução de problemas específicos no domínio do planeamento justifica a sua existência num município. O recurso à geração de áreas envolventes a cada pixel ou entidade vectorial (*buffer generation*), à geração de superfícies de espalhamento (*spread*) e à sobreposição (*overlaying*), constituem as funções de análise espacial mais utilizadas na realização de tarefas, no domínio do planeamento territorial. Quando as funções existentes têm aplicações muito específicas e restritas terá de se recorrer à linguagem de programação do Sistema para a criação de outras funções de análise espacial.

De seguida irão apresentar-se quatro problemas típicos em planeamento municipal bem como a tentativa de esboçar a metodologia automática para a resolução dos mesmos. Trata-se da delimitação da Reserva Ecológica Nacional, da criação de áreas *non aedificandi* aos corredores viários, da localização de uma área com características para a implementação de um parque urbano e, por último, da elaboração de Planos de Pormenor.

Delimitação da Reserva Ecológica Nacional

Os diplomas DL 93/90 de 19 de Março, DL 316/90 de 13 de Outubro, o Desp. 126/91 de 15 de Junho e o DL 231/92 de 12 de Outubro procederam à revisão do regime jurídico da Reserva Ecológica Nacional (REN), estabelecido ordinariamente pelo DL 321/83 de 5 de Junho.

Segundo o diploma DL 93/90 de 19 de Março, a REN é a "estrutura biofísica e diversificada que, através do condicionamento à utilização de áreas com características ecológicas específicas, garante a protecção de ecossistemas e a permanência e intensificação dos processos biológicos indispensáveis ao enquadramento equilibrado das actividades humanas".

Pertencem à REN as áreas costeiras e ribeirinhas, águas interiores, áreas de infiltração máxima e zonas declivosas. Nas áreas afectas à Reserva Ecológica Nacional são proibidas as acções de iniciativa pública ou privada, que se traduzam em operações de loteamento, obras de urbanização, construção de edifícios, obras hidráulicas, vias de comunicação, aterros, escavações e destruição do coberto vegetal.

Constituem excepção ao disposto anterior as acções de reconhecido interesse público ou militar, às quais seja demonstrado não haver alternativa económica aceitável para a sua realização.

Como metodologia de delimitação da Reserva Ecológica Nacional, considerou-se a existência de dois temas (ou mapas) em formato digital: o *Modelo Digital do Terreno* (MDT a 3-D) e a Hidrografia.

O MDT contém os declives percentuais em formato GRID, as linhas de fecho, curvas de nível e pontos cotados;

A Hidrografia contém as linhas de águas, as cabeceiras dos cursos de água, áreas costeiras e ribeirinhas, águas interiores e as áreas de infiltração máxima.

Para o MDT, consideraram-se os declives iguais ou superiores a 30 % como pertencentes à REN. Relativamente à Hidrografia considerou-se uma área envolvente a cada um dos níveis descritos de 100 m, como área de protecção.

Da sobreposição (overlaying) destes níveis, resultou a Carta da REN para a área de estudo.

O algoritmo utilizado traduz-se na figura seguinte.

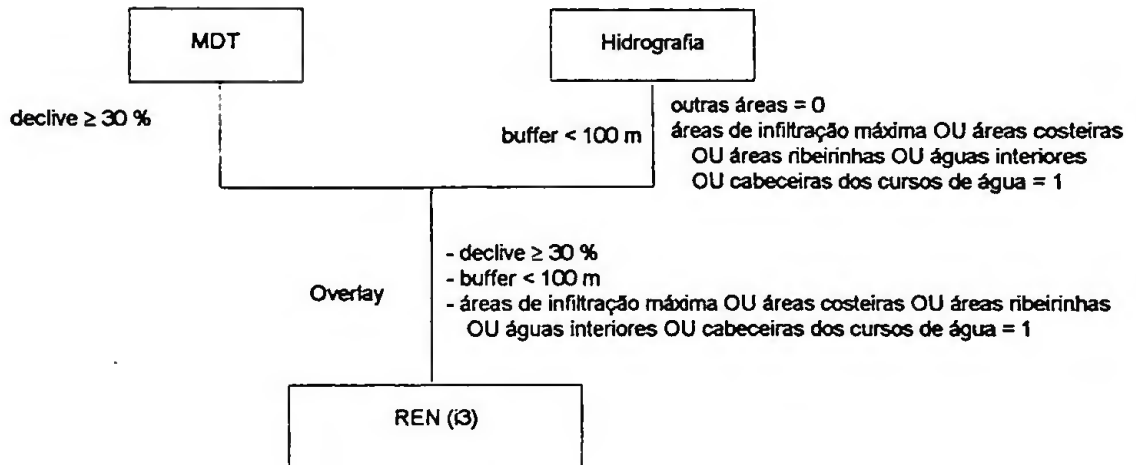


Fig II.17. Metodologia automática para a delimitação da REN

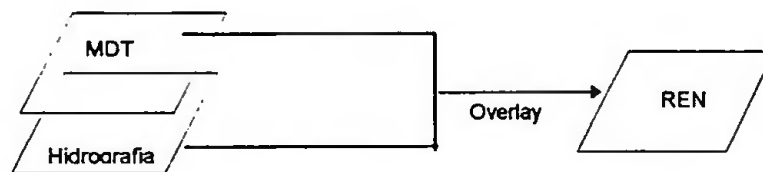


Fig II.18. Algoritmo automático para a definição da REN

O ficheiro REN resulta da operação de overlaying dos ficheiros MDT e Hidrografia de acordo com o seguinte algoritmo, cujos píxeis que definem a Reserva Ecológica Nacional possuem o valor 1 e os que possuem valores diferentes não pertencem:

```

if MDT ≥ 30 and Hidrografia :=1 then
REN := 1;
else REN :=0;
end if
    
```

Metodologias como estas, estão na base dos algoritmos seguintes, tendo em vista solucionar problemas concretos do Planeamento Local. Desenvolveu-se apenas este exemplo a fim de evitar a demasiada carga de assuntos na presente dissertação.

Criação de áreas de protecção às redes viárias

A criação de áreas de servidão ao espaços-canais rodo/ferroviários constitui uma das tarefas do planeamento municipal, devendo figurar na Carta de Condicionantes do Plano Director Municipal. Segundo a legislação em vigor, as servidões a que estão sujeitos os terrenos das vias de comunicação, têm como funções a protecção destas perante as ocupações urbanas que afectam a segurança do trânsito, a visibilidade e a possibilidade de futuros alargamentos, que permitam a beneficiação das vias. As faixas de protecção variam consoante o tipo de via em causa.

Para a concretização deste projecto consideraram-se os seguintes temas: Rede Viária, Rede Ferroviária e Ocupação e Uso do Solo.

Da Rede Viária constam os seguintes objectos: Itinerários Principais, Estradas Nacionais, Estradas Municipais e Caminhos Municipais. Para cada um, gerou-se uma área de protecção (*buffer*) correspondente ao tipo de via em causa, a contar do limite da plataforma da mesma. (Por simplificação, nas Estradas Nacionais de 1ª, 2ª e 3ª classes, adoptou-se um *buffer* único de 15 m).

Para a Rede Ferroviária, adoptou-se uma área de protecção de 10 m, para cada lado do limite exterior dos carris.

Para além das servidões anteriores considerou-se uma área de protecção de 50 m nas vias, em presença das seguintes ocupações: Fábricas, garagens, armazéns, restaurantes, hotéis, igrejas, recintos de espectáculos, matadouros e quartéis de bombeiros.

A sobreposição destes níveis permite criar a Carta de Condicionantes relativa às servidões e restrições de utilidades pública às vias de comunicação.

A utilização de outros níveis de referência, tais como o edificado, permite visualizar, com precisão, qual a percentagem de solo construído afecto às áreas de protecção em causa e quais os espaços a exercer o direito de expropriação, se for o caso.

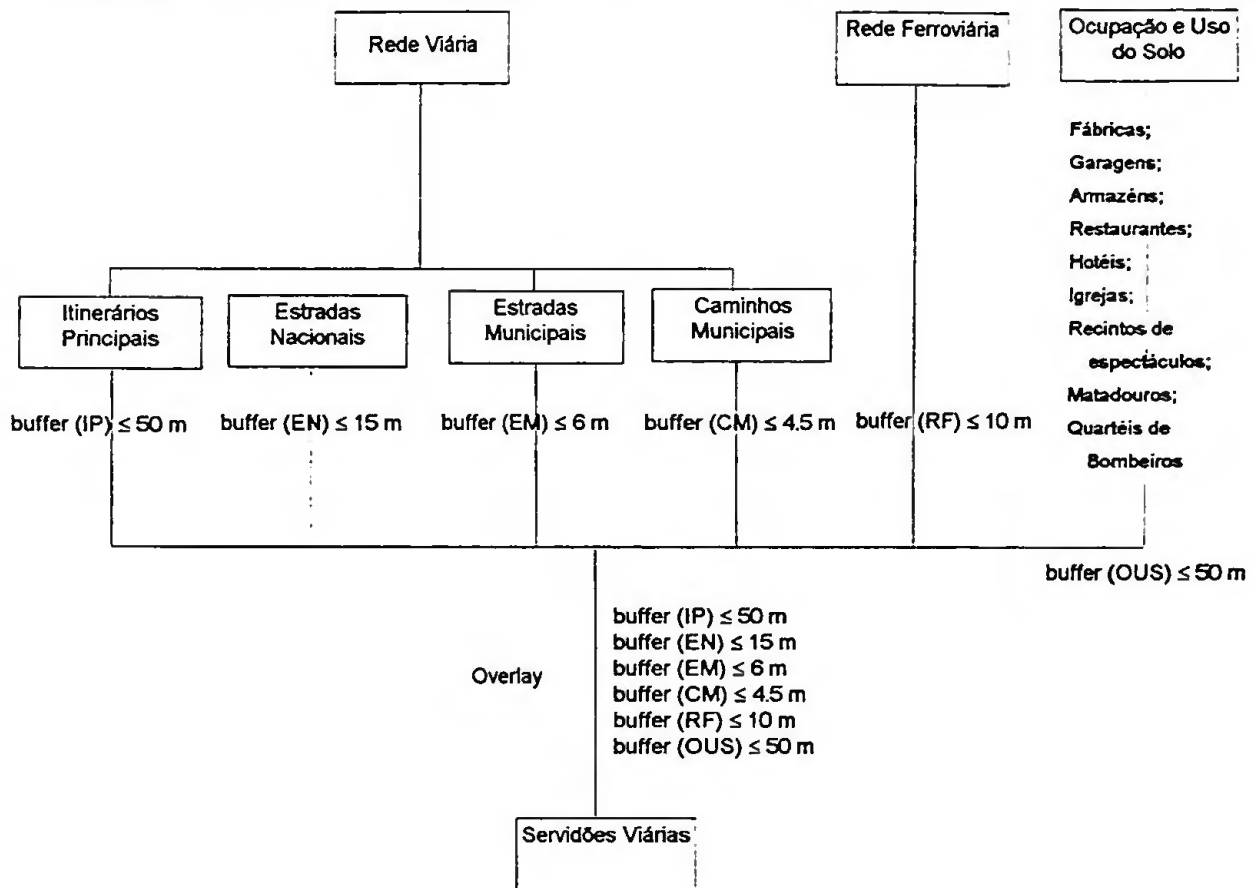


Fig II.19. Metodologia para a delimitação de áreas de protecção aos espaços-canais

As servidões viárias traduzem-se em polígonos resultantes do overlaying dos diversos buffers gerados nos ficheiros Itinerários Principais, Estradas Nacionais, Estradas Municipais, Caminhos Municipais, Rede Ferroviária e Ocupação e Uso do Solo, segundo as condições impostas nos mesmos, tendo a sua representação no ficheiro Servidões Viárias, através da seguinte expressão algébrica:

$$\text{Servidões Viárias} = \text{buffer (IP)} \leq 50 \text{ m AND } \text{buffer (EN)} \leq 15 \text{ m AND } \text{buffer (EM)} \leq 6 \text{ m} \\ \text{AND } \text{buffer (CM)} \leq 4.5 \text{ m AND } \text{buffer (RF)} \leq 10 \text{ m AND } \text{buffer (OUS)} \\ \leq 50 \text{ m}$$

Estudo para a localização de um parque urbano

A localização da melhor área para a implementação de um parque urbano com função

de recreio, estadia e lazer é uma preocupação que se pode colocar ao técnico e ao decisor de uma Autarquia. Como tentativa de solucionar esta questão, criou-se o seguinte algoritmo automático.

Foram necessários os seguintes temas: Rede Viária, Uso do Solo, Hidrografia e MDT.

Da Rede Viária existente gerou-se um buffer às vias com entre os 100 e os 500 m, do possível terreno do parque. Pretende-se, para o efeito, uma área de solo não-urbano superior a 5 ha. Achou-se oportuna a existência de uma linha de água na proximidade, a 500 m do local. Através do MDT adoptaram-se declives não superiores a 5%, para permitirem deslocações pedonais cómodas e exposições soalheiras, do quadrante Sul.

A área do parque urbano resulta da sobreposição de cada um dos temas, segundo os parâmetros previamente definidos, na melhor opção (equivalente a 1, quando este é expresso).

De igual forma, a figura seguinte traduz este cenário.

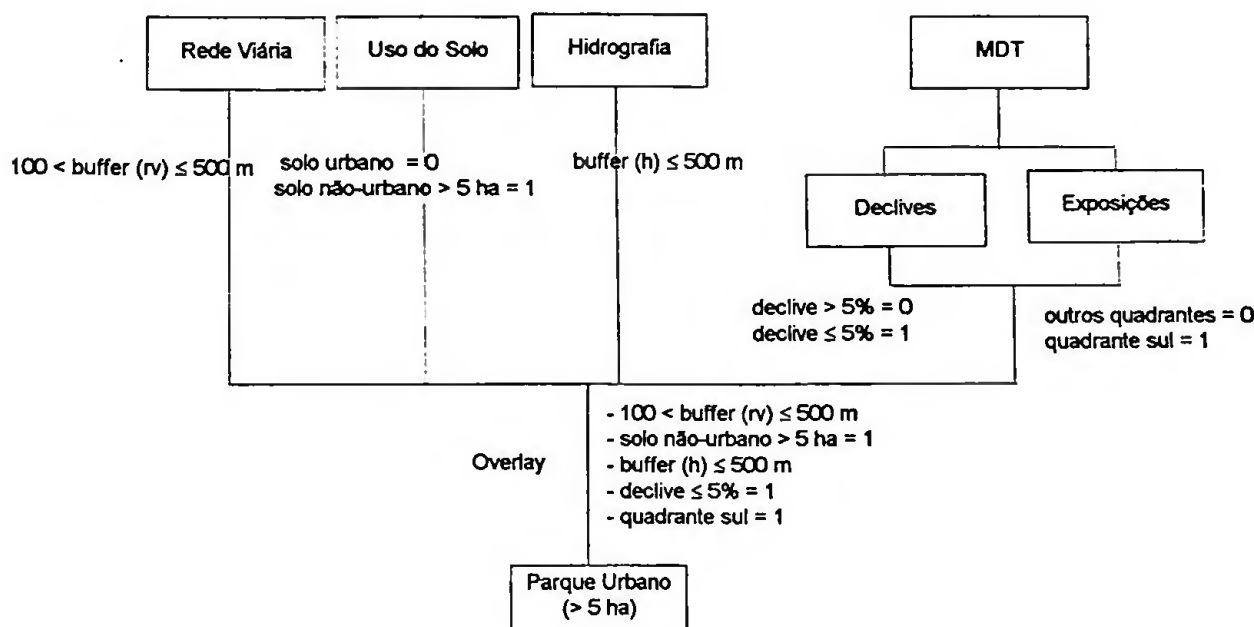


Fig II.20. Metodologia para a localização de um Parque Urbano

O ficheiro Parque Urbano constitui o output gerado onde está definida a área de 5 hectares que será afectada ao parque urbano a implementar, de acordo com as condições definidas em cada um dos ficheiros Rede Viária, Uso do Solo, Hidrografia, Declives e Exposições. Assim a operação de overlaying que define o parque urbano é representada pela seguinte expressão:

Parque Urbano := $100 < \text{buffer (rv)} \leq 500 \text{ m AND solo não-urbano} > 5 \text{ ha} = \text{AND buffer}$

(h) ≤ 500 m AND declive $\leq 5\%$ AND quadrante sul = 1

Apoio à elaboração de Planos de Pormenor

O DL 69/90 de 2 de Março regula a elaboração, aprovação e ratificação dos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), designadamente o Plano Director Municipal (PDM), o Plano de Urbanização (PU) e o Plano de Pormenor (PP), com alterações posteriores estabelecidas pelo DL 211/92 de 8 de Outubro.

O Plano de Pormenor define, em detalhe, a tipologia de ocupação de qualquer área específica do município, estabelecendo a concepção do espaço urbano, para a área urbana, e dispõe sobre os usos do solo, sobre as condições gerais de edificação (para as existentes ou para as novas) e sobre a caracterização das fachadas dos edifícios e do arranjo dos espaços livres. Em suma, trata em pormenor áreas urbanas e urbanizáveis, podendo abranger áreas não urbanizáveis intermédias ou envolventes daquelas. Compete à Câmara Municipal a sua elaboração, sob a aprovação da respectiva Assembleia Municipal. Tal como acontece em outros planos municipais de ordenamento do território, a elaboração dos PP é acompanhada pela respectiva Comissão de Técnica de Acompanhamento. Mediante proposta da Câmara Municipal, a Assembleia Municipal pode estabelecer Medidas Preventivas que têm em vista a demarcação da área a ser abrangida pelo plano, a fim de evitar a alteração das condições existentes que possam comprometer a realização do mesmo. Relativamente às Normas Provisórias⁽⁵⁾, elas deverão ter o parecer da respectiva Comissão de Coordenação Regional.

A ratificação ministerial do PP pode ser total ou parcial tal como em outros planos de nível superior. O plano só é objecto de ratificação quando não existe plano de nível superior ratificado ou quando não está conforme com o(s) mesmo(s).

O quadro seguinte define o âmbito territorial e resume o conteúdo e os elementos fundamentais de um Plano de Pormenor.

⁽⁵⁾ - As normas provisórias têm em vista estabelecer regras para ocupação do solo quando o estado dos trabalhos não o permita estabelecer em definitivo. O seu prazo de vigência não pode exceder 2 anos e caducam com a entrada em vigor do plano em questão. Se houver medidas preventivas, estas caducam automaticamente com a entrada em vigor das normas provisórias. Carecem de ratificação as normas provisórias quando não exista plano municipal de nível superior plenamente eficaz, ou quando alterem as disposições de plano ratificado.

Âmbito Territorial	Conteúdo do Plano	Elementos Fundamentais
Trata em detalhe as áreas definidas no PU ou as Unidades Operativas de Planeamento e Gestão (UOPG) definidas em PDM.	Define em detalhe a tipologia de ocupação de qualquer área específica do município, estabelecendo a concepção do espaço urbano, para a área urbana, e dispõe sobre os usos do solo, sobre as condições gerais de edificação (para as existentes ou para novas) e sobre a caracterização das fachadas dos edifícios e do arranjo dos espaços livres.	Planta de Implantação que contém: <ul style="list-style-type: none"> - o parcelamento do espaço urbano; - o alinhamento e implantação do edificado; - número de pisos ou cérceas; - número de fogos e respectiva tipologia dos edifícios; - as áreas de construção e respectivos usos; - demolição, manutenção ou reabilitação das construções existentes; - a natureza e localização dos equipamentos urbanos; - arranjos paisagísticos; - outras intervenções.

Q II.70. Conteúdo e elementos fundamentais de um Plano de Pormenor

Pretende-se, com os seguintes quadros, estruturar a informação relevante, definida pela legislação em vigor, para a elaboração de PP's.

Descrição	Designação dos níveis	Colunas da base de dados
Parcelamento	lotes	área do lote
Alinhamento, Implantação do edificado, Número de pisos, Cérceas, Número de fogos, Tipologia dos edifícios,	edifícios	nº de pisos, cércea, nº de fogos, tipologia do fogo, cota de implantação, cota de soleira, área de construção, uso.
Demolições, manutenção ou reabilitação das construções existentes	edifícios a demoir	
	edifícios afectos a operações de manutenção ou reabilitação	
Natureza e localização dos equipamentos urbanos	equipamentos	tipologia
Arranjos paisagísticos	áreas sujeitas a arranjos paisagísticos	

Q II.71. Estruturação da informação geográfica segundo o conteúdo da Planta de Implantação

O quadro seguinte constitui um complemento do anterior, dada a necessidade de informação geográfica de outro teor, na elaboração de planos com esta desagregação espacial. Deve referir-se que esta informação existe definida no Modelo de Dados já apresentado na sua quase totalidade.

Descrição	Designação dos níveis	Colunas da base de dados
Servidões e restrições de utilidade pública	áreas de servidão	área de servidão
Índices e parâmetros urbanísticos para cada área de intervenção urbanística	áreas de intervenção urbanística	Densidade demográfica, densidade habitacional, área de implantação, índice de utilização, índice de ocupação, área de construção por habitante, área de construção por fogo, capitação de equipamento (por fogo ou por habit.), número médio de pisos, índice de utilização volumétrico, área de estacionamento por fogo
Áreas de cedência	áreas de cedência	área de cedência para equipamentos, área de cedência para espaços verdes, outras áreas de cedência

Q II.72. Estruturação de outra informação geográfica relevante na elaboração de Planos de Pormenor

Esta informação, conjugada com a definida no Modelo de Dados, permite efectuar os seguintes estudos:

- Enquadramento do Plano de Pomenor em Planos de Hierarquia Superior
- Estudos preliminares:
 - Caracterização urbanística;
 - Caracterização biofísica;
 - Caracterização socio-económica;
- Proposta de ordenamento

4.3. Gestão do sistema

A gestão do SIG será da responsabilidade do Administrador do mesmo, em colaboração com os serviços municipais implicados. Assim, caberá ao serviço de cartografia a responsabilidade da actualização da base cartográfica digital, através da consulta dos processos resultantes do licenciamento da construção e por meio do levantamento da implantação dos edifícios com base nos pontos coordenados no terreno.

O controlo do cadastro, da toponímia, etc, será igualmente da responsabilidade dos serviços com as respectivas atribuições e competências.

A gestão de um Sistema de Informação Geográfica numa Autarquia é, mais do que a sua implementação, uma tarefa que exige um elevado grau de coordenação. A definição clara de competências de cada serviço implicado, para a actualização de informação, torna-se um procedimento vital para a manutenção do sistema. Torna-se, por conseguinte, imperativa a definição de fluxos de informação entre os restantes serviços da Autarquia e este novo serviço.

Os elevados investimentos canalizados para levantamentos maciços de informação deverão ser minimizados com a gestão corrente dos serviços, que terá como preocupação máxima alimentar o Sistema. Para além da actualização da informação, através de levantamentos periódicos, a necessidade de manutenção do equipamento, hardware e software, absorve uma parte significativa dos investimentos da Autarquia. Assim, cada plano de orçamento municipal deverá *imputar* tais custos.

As inovações tecnológicas, a ritmos cada vez mais preocupantes, implicam uma atitude mais atenta da Administração Local para a actualização dos recursos humanos

envolvidos na concepção e exploração do Sistema. A criação de incentivos à fixação dos mesmos deverá ser tomada em consideração, dada a escassez de recursos especializados no mercado nacional, ainda em expansão.

CONCLUSÕES

No desfecho deste trabalho, pretende-se tirar algumas conclusões lançando algumas pistas para reflexão.

Os objectivos propostos foram alcançados, quase na sua totalidade.

Por um lado, pretendeu demonstrar-se a utilidade das novas tecnologias de informação geográfica ao serviço do território municipal, bem como colmatar a inexistência de contribuições para a implementação de sistemas de informação geográfica de nível local.

Por outro, dar a devida importância ao papel a desempenhar pelos sistemas de informação geográfica na rede de transmissão de dados de uma Autarquia Local, permitindo uma maior transparência nos fluxos de informação interdepartamentais.

Foi, também, objectivo deste trabalho promover a divulgação da tecnologia SIG ao serviço da informação de componente alfanumérica e espacial na Administração Local.

O modelo criado, ficou aquém do que se pretendia demonstrar, uma vez que o mesmo necessitaria de uma componente prática mais substancial, incompatível com os novos prazos impostos às dissertações de mestrado. Tais lacunas poderão vir a ser colmatadas em nível de investigação superior.

No plano que para isso venha a ser elaborado, dever-se-á dar mais ênfase ao *impacte* desta tecnologia na Organização (Autarquia), tendo em conta as atribuições e competências de cada serviço, já com a experiência resultante do processo da sua implementação e gestão.

A implementação de um SIG numa Organização pressupõe, com efeito, que esteja superado um certo número de barreiras processuais e que seja criada uma nova cultura de organização que, em muitas situações, envolve alguns riscos. As razões que levam uma organização a optar por um SIG são diversas, contudo, podem enumerar-se algumas:

- A possibilidade de georeferenciação ou localização absoluta dos fenómenos reais que resulta das necessidades primárias da actual sociedade da informação, fortemente terciarizada;
- Existência de ferramentas poderosas de manipulação e de análise de dados espaciais;
- Possibilidade de geração de aplicações, com vista a realizar estudos sobre o

planeamento e gestão de pavimentos, de recursos sólidos, do cadastro, de equipamentos colectivos, etc;

- Maior facilidade de trabalhar e actualizar dados na forma digital, se se comparar os recentes processos tecnológicos com a forma analógica;
- Grandes quantidades de dados podem ser armazenadas e recuperadas a grandes velocidades e a baixos custos;
- Possibilidade de efectuar cenários de planeamento, com recurso a modelos de simulação;
- Integração de dados diversos de natureza espacial e não espacial (horizontal e vertical);
- Possibilidade de medição de dados com rigor e precisão;
- Melhoria do conhecimento dos problemas organizacionais.

Podem apontar-se dois tipos de vantagens da utilização de um SIG numa organização. Por um lado, possibilita a partilha da informação de uma base de dados comum, que contribui para melhorar a cooperação interdepartamental que, em situações normais, não flui por todos os departamentos e perde o seu curso normal nos processos burocráticos. Esta partilha elimina a redundância e inconsistência de informação entre os serviços envolvidos.

Por outro lado, um SIG integra informação interdisciplinar (georeferenciada ou não) a vários níveis temáticos, podendo ser utilizada por um número diverso de utilizadores, suportando vários níveis de desagregação espacial, dependendo do tipo de dados existentes e das finalidades dos resultados a produzir.

As aplicações geradas no seio da Organização serão bem sucedidas quando desenvolvidas no sentido de fornecer ao utilizador a informação pretendida.

Em regra, o procedimento clássico tem sido caracterizado pelo seguinte cenário. Quando determinado departamento municipal possui informação actualizada e credível, quase sempre exerce o "domínio" ou o controlo sobre o acesso e uso dessa informação em relação a outros.

O *impacte* do SIG na Autarquia vem alterar estes e outros antigos procedimentos, representando um considerável esforço na actualização dos dados, por parte de alguns serviços. A tendência da descentralização da informação será uma constante na gestão corrente dos serviços, havendo fluxos de informação bem definidos entre os serviços envolvidos no SIG.

Um outro aspecto importante a considerar é a necessidade da criação de um novo serviço com competência no tratamento, análise e gestão da informação georeferenciada, disponibilizando-a a todos os serviços, criando níveis de acesso condicionados, consoante a natureza de informação em causa e produzindo estudos de apoio à decisão, que envolvam a componente espacial. A concepção do Sistema e a introdução dos dados pode levar vários meses e até anos. Todavia, as pressões para visualizar os resultados não devem comprometer a qualidade dos mesmos, uma vez que a correcção dos dados, em muitos casos, pode tornar-se mais dispendiosa que a sua nova introdução.

O investimento na aquisição da informação geográfica, absorverá uma parte significativa do orçamento municipal, com maior peso no investimento inicial do processo de implementação do Sistema, onde os custos da aquisição de cartografia digital e representam mais de 80% dos custos de hardware, software e consultoria.

A formação constante de técnicos envolvidos no sistema é um procedimento fundamental e inevitável, dado o carácter dinâmico das tecnologias que apresentam ciclos de vida cada vez mais curtos.

As Ciências da Informação têm mostrado que uma boa gestão da informação pode trazer efeitos positivos no comportamento de uma organização, dado que a linguagem técnica da informação digital é neutra, uma vez que não expressa qualquer juízo de valor, ideal partidário ou tendência socio-económica. Por estas razões, a informação gerada por computador constitui uma ferramenta política fundamental pelo poder que tem de influenciar.

O empenho aplicado neste trabalho pretendeu, também, demonstrar que o computador não é uma simples máquina de escrever ao serviço de uma Autarquia, embora, em muitos serviços da Administração Pública, seja utilizado como tal. É com imenso prazer que aqui se afirma, através de uma imagem prática, que o não é, nem nunca o deverá ser.

Há, pois, a consciência clara de que muito mais poderia ser dito e talvez até aprofundado, como sempre acontece em estudos inovadores como este. Mas considera-se que muito se contribui aqui, para que futuros estudos e projectos sejam feitos neste campo tão vasto, abrindo, assim, novos horizontes de todos os que trabalham e servem a Administração Local, para que se possa tirar dos Sistemas de Informação Geográfica tudo o que eles nos podem dar.

E porque não lembrar um pensamento que pode ser adaptado ao trabalho em estudo: "The mind of man is capable of anything - because everything is in it, all the past as well as the future" (J. Conrad, in Heart of Darkness).



GLOSSÁRIO

- Análise espacial:** Qualquer operação que tem como resultado manipular dados espaciais e extrair ou criar nova informação que tem por objectivo responder às condições solicitadas. A análise espacial refere-se à geração de topologia, criação de áreas envolventes, à modelação, ao estabelecimento de relações de conectividade, semelhança, vizinhança, etc.
- Atributo:** Há que distinguir atributo gráfico de atributo alfanumérico. Os atributos gráficos, de um nível cartográfico ou de uma dada entidade (ponto, linha ou polígono), constituem o tipo de traço, a espessura, a cor e o nível (layer) onde este se encontra. As entidades gráficas poderão possuir atributos (valores) alfanuméricos, que descrevem aquelas e constituem a dimensão não espacial da informação geográfica. As variáveis ou campos alfanuméricos, por sua vez, possuem determinados atributos que definem a natureza de cada campo, nomeadamente o tipo de campo (texto, carácter, número inteiro, real, ou boleano).
- Base de dados:** Conjunto coerente de tabelas e de dados estabelecendo relações entre si, ou então o conjunto lógico de tabelas gerido como uma unidade.
- Bit:** Unidade básica de armazenamento de dados digitais; uma sequência de 8 bits constitui um Byte; um Kbyte corresponde a 1024 bit (2^{10}); um Mbyte a 1048576 bits (2^{20}) e um Gbyte a 2^{30} bit.
- CAD:** A filosofia inerente ao funcionamento de um CAD baseia-se na estruturação da informação por níveis, denominados *layers* (coberturas, camadas). A cada layer poderá fazer-se corresponder um nível de informação, individualizada dos restantes temas. A sobreposição (*overlying*) de vários níveis de informação permite efectuar determinados tipos de análise espacial, só possíveis com a versatilidade de conjugação e combinação dos diversos *layers* em causa.
- Campo:** É o mesmo que uma coluna de uma tabela.
- Cartografia:** É a arte, ciência e técnica de produzir e estudar cartas ou mapas. Neste conceito incluem-se plantas, planos, globos, modelos tridimensionais, ficheiros digitais que tenham por missão a representação da superfície da terra, a uma determinada escala.
- Cartografia digital (ou numérica):** Conjunto de procedimentos que permitem elaborar ou actualizar uma carta (imagem ou de traço), respeitando as leis da cartografia clássica, com recurso a meios informáticos, designadamente *estereorestituidores*, *scanners*, mesas digitalizadoras, computadores e *software* específico.
- Chave primária:** campo de uma tabela que assume um valor único (ID) e permite relacionamento com outros campos de outras tabelas.
- Coluna (column):** É a dimensão vertical de uma tabela e corresponde a um campo de uma tabela da base de dados, com o mesmo tipo de dados.
- Customização:** Consiste na capacidade do utilizador dominar a tecnologia e orientá-la para tarefas específicas e rotineiras do dia-a-dia. O grau de endogeneização da tecnologia implica adaptá-la e colocá-la ao dispor das reais necessidades do utilizador.
- Dados espaciais:** São dados armazenados segundo coordenadas e de acordo com a sua topologia. Estes poderão estar associados a dados alfanuméricos.

Datum geodésico: Ponto cujo desvio da vertical das suas componentes, em latitude e em longitude, é nulo, obtido a partir das duas superfícies, a do geóide e a do elipsóide, a partir da normal ao geóide (vertical) e da normal ao elipsóide.

Dicionário de dados: É o catálogo de todos os tipos de dados ou *ítems* a que se dá um nome e uma estrutura.

Domínio: É o conjunto de valores que uma coluna de uma tabela pode assumir.

Elipsóide de referência (ou de revolução): Superfície regular, produto da abstracção da geodesia, que descreve a superfície da Terra, adequada à elaboração de cálculos matemáticos em Engenharia Geográfica. Os diversos elipsóides de referência mais usados são os de: Clark, de Puissant, Bessel e Hayford (ou internacional).

Entidade: O termo entidade é muito genérico, podendo designar tabelas de uma base de dados ou elementos que tenham ou não representação espacial.

Ficha: o mesmo que registo (record). Numa tabela de atributos um registo é a linha dos descritores temáticos de uma cobertura de *features*.

Feature: Entidade gráfica associada a uma tabela da base de dados (attribute table). Esta associação elemento gráfico-tabela de atributos permite a georeferenciação da informação alfanumérica. Internamente o software SIG, contém uma tabela de features (feature table) que é responsável por armazenar a informação que identifica os elementos (objectos) gráficos.

Ficheiro: Dimensão digital de suporte da informação que respeita a formatos próprios e que permite a conservação e partilha da mesma por outros sistemas.

Formato de dados: Entenda-se por *formato de dados* um conjunto de regras lógicas para a representação e organização dos dados.

Geóide. Trata-se de uma superfície equipotencial, formada por todos os pontos que têm o mesmo potencial gravítico e que coincide com a superfície livre das águas do mar, pelo interior dos continentes. É portanto, uma superfície em que cada ponto é perpendicular à vertical respectiva.

Georeferenciação: Associação de elementos espaciais aos respectivos alfanuméricos, possibilitando a localização dos fenómenos.

Hardware: O conceito de hardware inclui qualquer unidade física, designadamente, unidade central de processamento e terminais (plotter, teclado, monitor, entre outros componentes), que têm como função constituir a plataforma ou infra-estrutura que suporta o software de gestão e o aplicacional.

Indexação: Estruturação interna de dados de uma tabela por forma a manterem-se ordenados a fim de possibilitar pesquisas mais rápidas.

Informação geográfica: Toda a informação composta por dados de natureza alfanumérica e cartográfica.

Informação alfanumérica: Constitui informação alfanumérica (não espacial) aquela que descreve ou caracteriza as entidades espaciais ou que não tem uma representação espacial directa.

Integridade de dados: A integridade consiste em estabelecer relações biunívocas entre dados de tabelas em que a tabela relacionada deve possuir todas as ligações correspondentes com a primária, sem haver duplicação ou ausência de dados comuns. É a manutenção ou consistência lógica dos valores de dados de acordo com o modelo e o tipo de dados.

Layer: O mesmo que nível gráfico ou tema. Representa um tema de informação (solos, rede viária, etc) dentro de uma ficheiro gráfico.

Lifeware: Fazem parte integrante deste os recursos humanos, desempenhando diversas funções no sistema,

bem como os procedimentos e as tomadas de decisão dos agentes implicados no mesmo.

Linha: Corresponde a um conjunto de campos de uma tabela da base de dados. Também se designa por registo de uma tabela (*row*).

Macro: As macros constituem um conjunto de instruções com vista a executar uma sequência de comandos e realizar tarefas de forma automática.

Mapa (carta): Representação abstracta da realidade terrestre que mostra as relações espaciais entre as entidades gráficas, sob uma determinada relação de grandeza.

Modelo cliente-servidor: É o protocolo de software para intercâmbio de dados entre processos. Permite a partilha de dados/informação entre o servidor (unidade central) e os vários clientes na rede de transmissão de dados.

Modelo de dados: É um sistema de organização de dados com vista a representar as entidades do mundo real.

Modelo: Conjunto de regras e procedimentos para conduzir análises, com vista a produzir normas na resolução de problemas concretos. Os modelos incluem combinações de expressões lógicas, procedimentos analíticos e critérios que servem para simular processos, prever e caracterizar fenómenos.

Nível: O mesmo que *layer*.

Objecto: O mesmo que elemento gráfico. Enquanto que uma *feature* está associada a uma tabela da base de dados, um objecto gráfico constitui um simples vector.

Operador booleano: Campo de uma tabela que assume exclusivamente um dos valores lógicos: verdadeiro ou falso. As operações da álgebra booleana constituem a negação (*NOT*), a disjunção (*AND*), a conjunção (*OR*) e a conjunção exclusiva (*XOR*).

Protocolo: conjunto de regras informáticas especificando o formato e possibilitando a transmissão de dados.

Query: Comando ou Instrução que permite consultar a base de dados espacial e/ou alfanumérica para retirar informação pretendida.

Raster: formato de dados digitais que obedece a uma organização em quadrícula.

Registo: Conjunto de campos que definem uma tabela. O mesmo que linha (*row*).

Reference file: Ficheiro gráfico que permite a sobreposição de elementos gráficos com outros elementos de outros ficheiros, permitindo a visualização da informação de cada um. A sobreposição destes ficheiros de referência é só possível quando estes possuem o referencial comum: sistema de projecção cartográfica, datum e sistema de coordenadas.

Relação: É uma operação que estabelece a conexão entre correspondentes campos de duas tabelas usando um identificador comum (*ID*) a ambos. As relações estabelecidas podem ser de 1 para *n* e de um para um, embora menos usuais.

Scanner: dispositivo electrónico que permite converter imagens analógicas em formato digital.

Server (servidor): dispositivo electrónico capaz de gerir a partilha de informação entre vários periféricos.

SGBD: (Sistema de Gestão de Bases de Dados). É o conjunto de software para criar e manipular tabelas de dados e apresentar múltiplas e diferentes saídas (*views*) de dados. Se as tabelas estão relacionadas, diz-se que Sistema de Gestão de Bases de dados é relacional. Dos mais conhecidos, podem destacar-se: *dB*ase, *Informix*, *Oracle*, *Ingres*, *Access*. *SGBD* não é o mesmo que *base de dados*, embora assumam o mesmo significado, em glria comum. Enquanto que o *SGBD* é o software que permite criar e gerir bases de dados, uma base de dados constitui um conjunto de tabelas, relacionadas entre si, de forma coerente, contendo dados sobre acontecimentos, eventos e entidades.

- Sistema de Informação Geográfica: Conjunto organizado de dados de natureza espacial e alfanumérica (georeferenciados segundo um sistema de coordenadas), de programas que gerem esses dados, de hardware que suporta os programas e de recursos humanos que os exploram, integrados numa organização.
- Sistema de projecção: Também denominado sistema de representação plana. É a "lei" que regula a passagem dos pontos do elipsóide para uma superfície planificável.
- Software: conjunto instruções (rotinas e programas) que permitem o hardware executar tarefas específicas. Existem duas categorias: *software de base* e *aplicacional*.
- SQL: Linguagem standard (structured query language) de acesso às bases de dados que permite, de forma estruturada, manipular tabelas relacionais e respectivos campos.
- Tabela: Conjunto de linhas (campos) e colunas, estabelecendo, respectivamente as dimensões horizontal e vertical, que definem uma ou mais entidades.
- Tabela de atributos (attribute table): Também designada por user table. Esta tabela está ligada a uma feature (entidade gráfica) e permite georeferenciar a informação através de um código interno gerado pelo sistema.
- Tipo de dados: Característica dos campos que assumem atributos diferentes (cor, estilo, dimensão, espessura, etc).
- Topologia: É o conjunto de relações espaciais entre entidades gráficas (adjacência, proximidade e conectividade), nomeadamente nós, arcos e polígonos. A topologia, em sistemas georeferenciados, pretende identificar as propriedades que não são alteradas por distorções geométricas, denominadamente as relações de *proximidade a (proximity)*, *adjacente a (adjacency)* e *intersectado por (connectivity)*.
- Vector: formato de dados digitais, organizados por coordenadas, podendo ser representados por pontos, linhas ou polígonos.
- Vista: (view) É uma visualização parcial ou total de uma ou várias tabelas relacionadas, criada a partir de uma query cruzada, de acordo com os campos seleccionados e as relações estabelecidas. Nas tabelas das views podem criar-se campos com designações diferentes das existentes nas tabelas originais. Também representa a dimensão temporária de uma ou mais tabelas, permitindo visualizar resultados, sem, contudo, armazenar dados.

BIBLIOGRAFIA

- AAVV, **Área Metropolitana de Lisboa, Década de 90, 1ª ed.**, Editorial Caminho, Lisboa, 1989, 122 pp.
- AAVV, **Boletim de Informação Geográfica, Nº1-5, Lisboa, 1993/4.**
- AAVV, **ESIG 93, II Encontro Sobre Sistemas de informação Geográfica, 1ª ed.**, Associação de Utilizadores de SIG, Lisboa, 1993.
- AAVV, **GIS Europe, Europe Geographical Information Systems Magazine, Nº 7, Vol 2, Setembro, 1993, Essex, UK, 70 pp.**
- AAVV, **Leis Sobre o Poder Local. Legislação Actualizada e Anotada, Poder Local, 1ª ed., Vol I, Editorial Caminho, Lisboa, 1988, 339pp.**
- AAVV, **Leis Sobre o Poder Local. Legislação Actualizada e Anotada, Poder Local, 1ª ed., Vol II, Editorial Caminho, Lisboa, 1988, 425pp.**
- AAVV, "O PC Perfeito", **PC Magazine, Vol 6, nº 65, 1995, Lisboa.**
- AAVV, **Revista do Instituto Geográfico e Cadastral, Revista, 1ª ed., Nº 11, Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1992, 171 pp.**
- AAVV, **Sociedade e Território, Informação Geográfica Física. Informatização dos Municípios, Nº 16/abril, Edições Afrontamento, Lisboa, 1990, 116 pp.**
- Abreu, Diogo, et al, **Portugal. Os Próximos 20 Anos, Ocupação e Organização do Espaço. Uma Prospectiva, Temas Actuais, 1ª ed., Vol VI, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1989, 344 pp.**
- Algore, **Reinventar a Administração Pública, Da Burocracia à Eficácia, 1ª ed., Quetzal Editores, Lisboa, 1994.**
- Antenucci, John C. et al, **Geographic Information Systems, A Guide to the Technology, 1ª ed., Van Nostrand Reinhold, New York, United States of America, 1991, 301 pp.**
- Aronoff, Stan, **Geographic Information Systems, A Management Perspective, 1ª ed., WDL Publications, Ottawa, Canada, 1989, 286 pp.**
- Artz, Matt, **ARC/INFO. Rev. 6.0, Vol. 13, Nº2, Redlands, USA, 1991.**
- Beaujeu-Garnier, Jacqueline, **Geografia Urbana, 1ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980, 443pp.**
- Bradford, M. G. et all, **Geografia Humana, Teorias e Suas Aplicações, Trajectos, 1ª ed.,**

- Gradiva, Lisboa, 1987, 264pp.
- Camacho, Clara Frayão et al, **Boletim Cultural**, 1ª ed., Nº 5, Vila Franca de Xira, 1993, 263pp.
- Camacho, Clara Frayão et al, **Boletim Cultural**, 1ª ed., Nº4, Vila Franca de Xira, 1992, 174pp.
- Chambers, D., **ARC/INFO. Overview of GIS Database Design**, ESRI, Nº2, Vol.11, Redlandas, USA, 1989.
- CNIG, **Boletim do Sistema Nacional de Informação Geográfica, Inventário de Dados Cartografados Organizados em Formato Digital, Policopiado**, 1ª ed., Nº 2, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1994.
- CNIG, **Boletim do Sistema Nacional de Informação Geográfica, Inventário de SIG Comercializados em Portugal, Policopiado**, 1ª ed., Nº 1, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1994.
- CNIG, **Manual para a Exploração de Sistemas de Informação Geográfica em Portugal, Uma Aplicação de Sistemas de Informação Geográfica**, 1ª ed., Vol IV, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1994, 116 pp.
- CNIG, **Manual para a Exploração de Sistemas de Informação Geográfica em Portugal, Caderno de Encargos-Tipo**, 1ª ed., Vol II, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1994.
- CNIG, **Manual para a Exploração de Sistemas de Informação Geográfica em Portugal, Conceito e Funções de SIG de Âmbito Municipal: Introdução**, 1ª ed., Vol I, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1994.
- CNIG, **Manual para a Exploração de Sistemas de Informação Geográfica em Portugal, O Processo da Constituição de SIG de Âmbito Municipal**, 1ª ed., Vol II, Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1994.
- CNIG, **Relatório de Actividades 1994**, 1ª ed., Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1995, 73pp.
- CNIG, **SNIG Portugal**, 1ª ed., Centro Nacional de Informação Geográfica, Lisboa, 1995, 27pp.
- Condessa, Beatriz, **Os Sistemas de Informação Geográfica na Gestão de Plano Director Municipal, Comunicação**, 1994, Lisboa.
- Correia, Paulo V. D., **Políticas de Solos no Planeamento Municipal**, 1ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1993, 287 pp.

- Correia, Paulo V. D. et al, **Normas Urbanísticas, Desenho Urbano. Perímetros Urbanos. Apreciação de Planos, 1ª ed., Vol II, DGOT-UTL, Lisboa, 1991, 257 pp.**
- Correia, Paulo V. D. et al, **Normas Urbanísticas, Elementos de Direito Urbanístico. Loteamentos Urbanos. Ordenamento Agro-florestal, 1ª ed., Vol III, DGOT-UTL, Lisboa, 1993, 228 pp.**
- Correia, Paulo V. D. et al, **Normas Urbanísticas, Princípios e Conceitos Fundamentais, 1ª ed., Vol I, DGOT-UTL, Lisboa, 1990, 261 pp.**
- Costa, Álvaro Fonseca, **Topografia Geral, Exposição Teórica. Exercícios Resolvidos, 1ª ed., Vol I, Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1990, 166pp.**
- Costa, Álvaro Fonseca, **Topografia Geral, Exposição Teórica. Exercícios Resolvidos, 1ª ed., Vol II, Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1990, 212 pp.**
- Dangermond, Jack, **ARC/INFO. The Organizational Impact of GIS Technology, ESRI, Redlands, USA, 1989.**
- Esatman, J. Ronald, **IDRISI, User's Guide, Version 4.0 Rev. 1, 1ª ed., IDRISI, Massachusetts, United States of America, 1992, 190 pp.**
- ESRI, **ARC/INFO'S Database Integrator, ESRI White Paper Series, Revista, 1ª ed., Environmental Systems Research Institute, Inc, Redlands, United States of America, 1993, 45 pp.**
- ESRI, **Workstation ARC/INFO Rev. 6.1, Power Where it's Needed, Revista, 1ª ed., Environmental Systems Research Institute, Inc, Redlands, United States of America, 1992, 11 pp.**
- Falkner, Edgar, **Aerial Mapping, Methods and Applications, 1ª ed., Lewis Publishers, Florida, United States of America, 1995, 313 pp.**
- Fernandes, João M. Cordeiro, "Conversão automática de Informação do modo Analógico para o Modo Numérico", **Revista do Instituto Geográfico e Cadastral, 1ª ed., Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1990, pp. 117-166.**
- Furtado, D., **SNIG-Sistema Nacional de Informação Geográfica (Relatório), CNIG, Lisboa, 1994, 56 pp.**
- Godet, Michel, **Manual de Prospectiva Estratégica, 1ª ed., Editorial D. Quixote, Lisboa, 1993**
- Goitia, Fernando Chueca, **Breve História do Urbanismo, 3ª ed., Editorial Presença, Lisboa, 1992, 226 pp.**
- Henriques, R.G., **Algumas Reflexões sobre uma Possível Intervenção dos Municípios no**

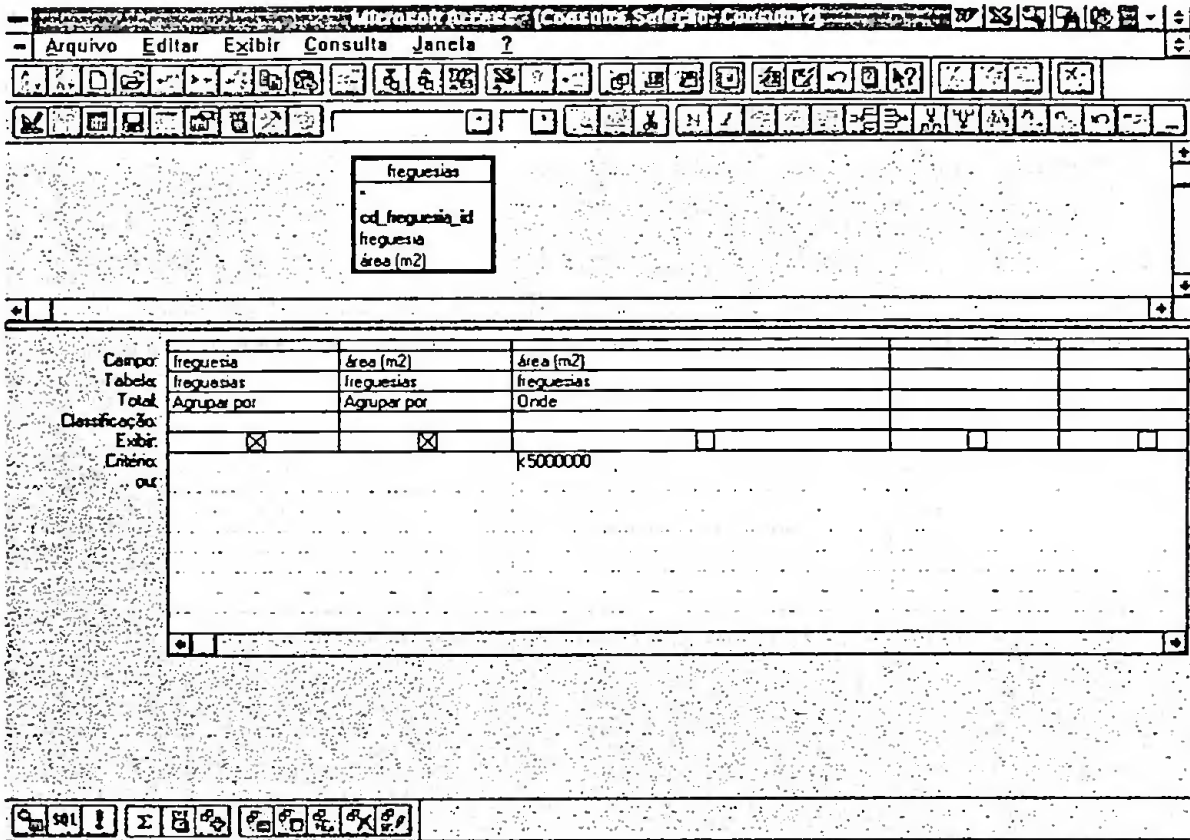
- Domínio do Cadastro Urbano (Comunicação), CNIG, Lisboa, 1992, 5 pp.**
- Henriques, R.G., Câmara, A., Fonseca, A., Gouveia, C., **Research in Gis: CNIG's Perspective (Comunicação), CNIG, Lisboa, 1992, 6 pp.**
- Henriques, R.G., Neves, N., **O Sistema Nacional de Informação Geográfica (Comunicação), CNIG, Lisboa, 1992, 6 pp.**
- Henriques, R.G., Neves, N., **Os Sistemas de Informação Geográfica de Âmbito Municipal (Comunicação), CNIG, Lisboa, 1992, 8 pp.**
- IGC, **Caderno de Encargos para Execução de Cartografia a Grande Escala, 1ª ed., Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1992, 130 pp.**
- IGE, **Manual de Leitura de Cartas, 1ª ed., Instituto Geográfico do Exército, Lisboa, 1986, 141 pp.**
- IGE, **Sistemas de Referência, 1ª ed., Instituto Geográfico do Exército, Lisboa, 1982, 84 pp.**
- INE, **Aspectos Históricos da Estatística, Breves Notas, 1ª ed., Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 1981, 28 pp.**
- IPCC, **Catálogo da Documentação e Elementos de Estudo Disponíveis, 1ª ed., Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1994.**
- Jensen, John R., **Introductory Digital Image Processing. A Remote Sensing Perspective, Englewood Cliffs, New Jersey, 1986, 379pp.**
- Lamas, José M. R. Garcia, **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade, Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, 1ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1993, 563 pp.**
- Lopes, A. Simões, **Desenvolvimento Regional, Problemática, Teoria, Modelos, 3ª ed., Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1987, 406 pp.**
- Lopes, José Luís, **Access, MSAccess Nível II, Policopiado, 1ª ed., UNISYS, Lisboa, 1994, 69 pp.**
- Mausbach, Hans, **Urbanismo Contemporâneo, 3ª ed., Editorial Presença, Lisboa, 1981, 211 pp..**
- Mendes, Maria Clara, **O Planeamento Urbano na Comunidade Europeia, Evolução e Tendências, Universidade Moderna, nº 91, Livro, 1ª ed., Editorial D. Quixote, Lisboa, 1990, 255 pp.**
- Morehouse, Scott, **"The Architecture of Arc/Info", ARC News, Vol. 12, Nº2, ESRI, Redlands, USA, 1990.**

- MPAT, "Decreto-Lei nº 172/95", *Diário da República*, Série I-A, Nº 164, 18.07.1995, INCM, Lisboa, pp.4565-4571.
- MPAT, "Decreto-Lei nº 193/95", *Diário da República*, Série I-A, Nº 173, 28.07.1995, INCM, Lisboa, pp.4841-4845.
- MPAT, "Despacho 12/94", *Diário da República*, Série II, Nº26, 01.02.1994, INCM, Lisboa, pp.938-941.
- MPAT, PCM, "Despacho Conjunto da Presidência do Conselho de Ministros e MPAT", *Diário da República*, Série II, Nº 33, 09.02.1994, INCM, Lisboa, pp.1283-1285.
- Oracle Corporation, *Oracle Magazine*, Volume VI, Revista, 1ª ed., November 1, Brown Printing CO, United States of America, 1992, 87 pp.
- Pardal, Sidónio Costa, *Planeamento do Território, Instrumentos para a Análise Física, Espaço e Sociedade*, nº9, Livro, 1ª ed., Livros Horizonte, Lisboa, 1988, 283 pp.
- Philipponneau, Michel, *Geografia e Acção*, Panorama da Geografia, série complementar, Edições Cosmos, 300, Lisboa, 1964.
- Relph, Edward, *A Paisagem Urbana*, Arquitectura & Urbanismo, Livro, 1ª ed., Edições 70, Lisboa, 1990, 245 pp.
- Rhind, David, *ARC News*, Vol. 11, Nº3, Birbeck Colege, Univ. of London, UK, 1989.
- Santos, Jorge, et al, *Micrograf*, Nº 3, Janeiro 94, Lisboa, 34 pp.
- Santos, José António, *A Informação de Base Geográfica: Estrutura e Sistematização*, Separata da Revista do IGC, Revista, 1ª ed., Nº 5, Instituto Português de Cartografia e Cadastro, Lisboa, 1985, 6 pp.
- SEALOT, *Servidões e Restrições de Utilidade Pública*, Policopiado, 1ª ed., MPAT, Lisboa, 1988, 92 pp.
- The Local Government Management Board, *The Local Government Management Board, Promoting Better Practice*, Case Studies 93, Experiences in GIS, 1ª ed., The Local Government Management Board, Luton, England, 1993.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 - Alguns exemplos de queries_____	166
Anexo 2 - Os modelos e indicadores de gestão e apoio à decisão_____	167
Anexo 3 - A situação dos SNIG e as principais acções conducentes à implementação de SIGs em Portugal_____	168
Anexo 4 - Organogramas funcionais dos serviços da Autarquia de Vila Franca de Xira_____	179
Anexo 5 - Organograma funcional para o Sistema de Informação Geográfica do Município de Vila Franca de Xira _____	180
Anexo 6 - Produtores nacionais de cartografia_____	181
Anexo 7 - Variáveis disponíveis do INE para o Censo de 1991_____	187

ANEXO 1 - ALGUNS EXEMPLOS DE QUERIES



Query By Exemple (QBE) - (Select Query)

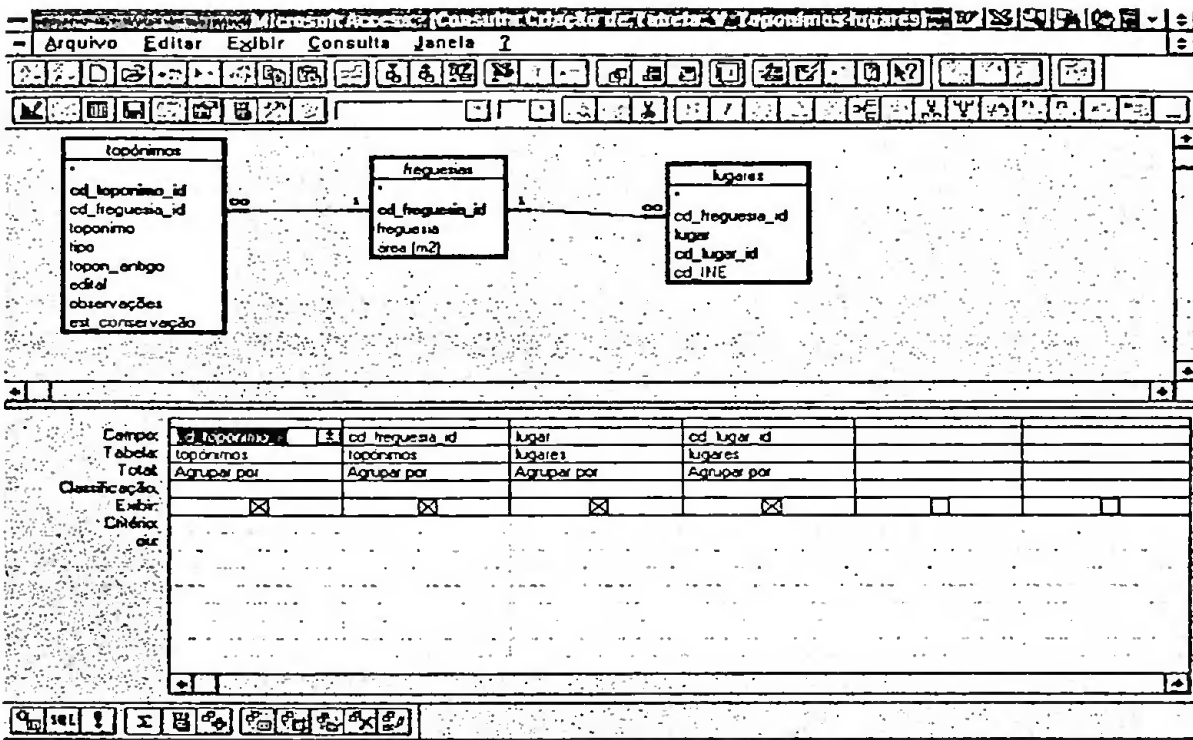
```
> SELECT DISTINCTROW freguesias.freguesia, freguesias.[área (m2)] FROM freguesias WHERE
((freguesias.[área (m2)]<5000000)) GROUP BY freguesias.freguesia, freguesias.[área (m2)];
```

(selecciona as columnas *freguesia* e *áreas (m2)* da tabela *freguesias* cuja área é inferior a 5000 000 m²).

SQL Query - (Select Query)

freguesia	área (m2)
Alhandra	1651000
Forte da Casa	3960000
Póvoa de Santa Iria	3950000
Sobralinho	3500000

Resultado da Query - (Select Query)



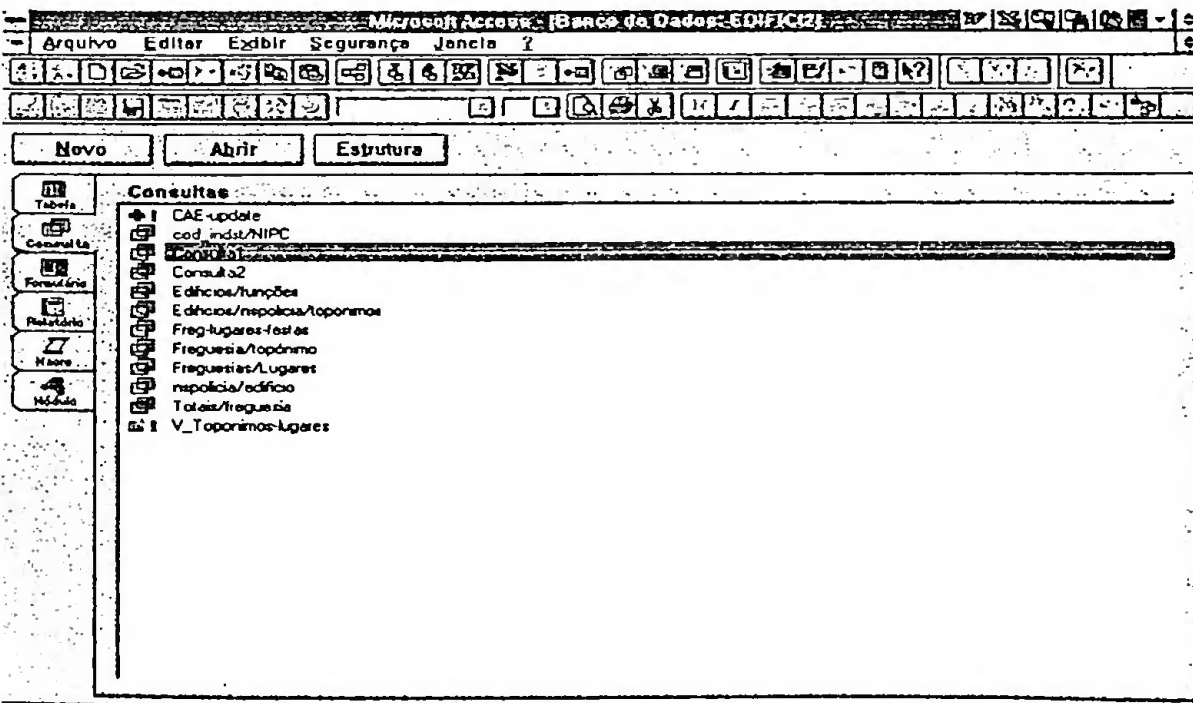
Exclui a coluna selecionada na grade

Query By Exemple (QBE) - (Make Table Query)

```
> SELECT DISTINCTROW topónimos.cd_toponimo_id, topónimos.cd_freguesia_id, lugares.lugar, lugares.cd_lugar_id INTO V_freguesias FROM (freguesias INNER JOIN topónimos ON freguesias.cd_freguesia_id = topónimos.cd_freguesia_id) INNER JOIN lugares ON freguesias.cd_freguesia_id = lugares.cd_freguesia_id GROUP BY topónimos.cd_toponimo_id, topónimos.cd_freguesia_id, lugares.lugar, lugares.cd_lugar_id;
```

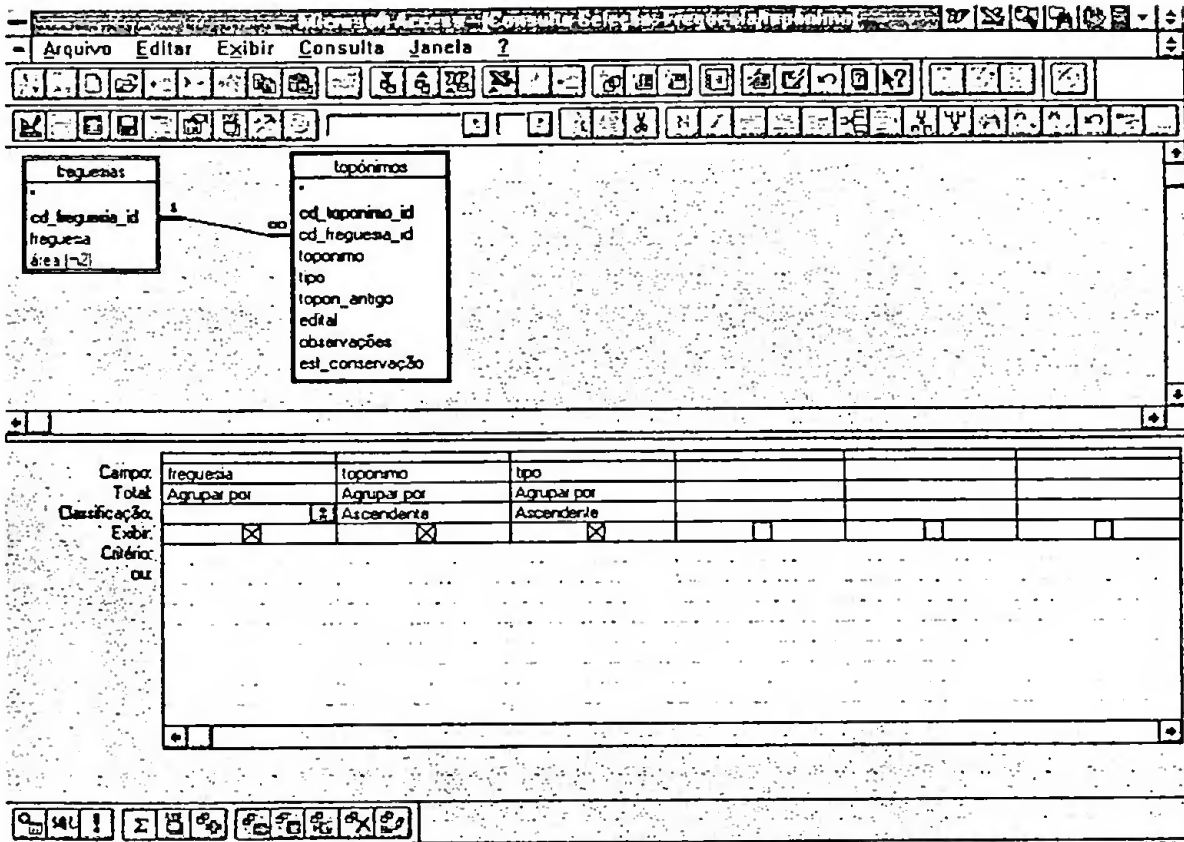
(Cria uma view (nova tabela: V-Topónimos-lugares) a partir das colunas *cd_toponimo_id*, *cd_freguesia_id*, *lugar* e *cd_lugar_id* das tabelas *Topónimos*, *Freguesias* e *Lugares*, respectivamente).

SQL - (Make Table Query)



Encontra o teste especificado

Resultado da Query - (Make Table Query (uma nova tabela V-Topónimos-lugares))



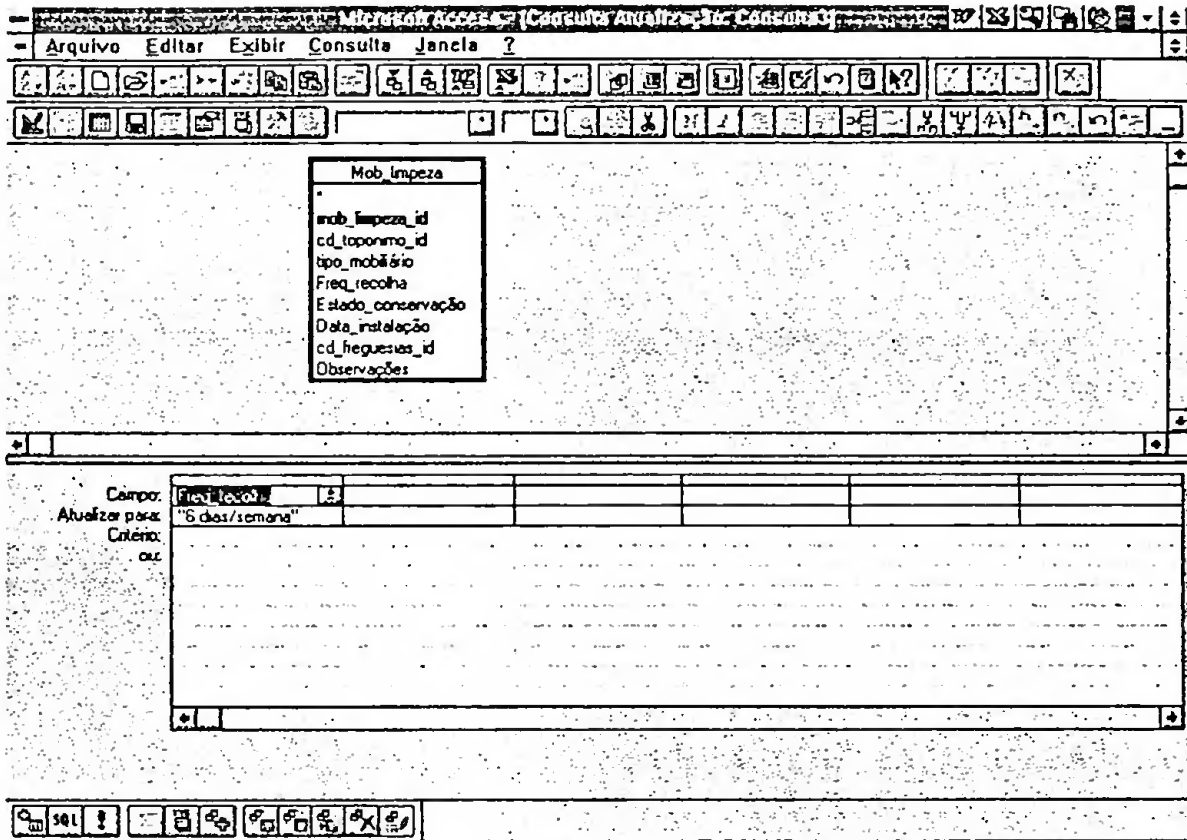
Query By Exemple (QBE) - (Select Query)

```
> SELECT DISTINCTROW freguesias.freguesia, topónimos.topónimo, topónimos.tipo FROM freguesias INNER JOIN topónimos ON freguesias.cd_freguesia_id = topónimos.cd_freguesia_id GROUP BY freguesias.freguesia, topónimos.topónimo, topónimos.tipo ORDER BY topónimos.topónimo, topónimos.tipo WITH OWNERACCESS OPTION;
```

SQL Query - (Select Query)

freguesia	topónimo	tipo
Alverca do Ribatejo	Adriano Correia de Oliveira	Rua
Forte da Casa	Adriano Correia de Oliveira	Rua
Calhandriz	Adro da Igreja, do	Largo
Alverca do Ribatejo	Adro, do	Escadinhas
Vialonga	Adro, do	Largo
Cachoeiras	Adro, do	Rua
Vialonga	Adro, do	Rua
Alhandra	Afonso de Albuquerque	Avenida
Vila Franca de Xira	Afonso de Albuquerque	Praça
Póvoa de Santa Iria	Afonso de Albuquerque	Rua
Alverca do Ribatejo	Afonso V, Dom	Rua
Alverca do Ribatejo	Alberto Costa Pereira	Rua
Alverca do Ribatejo	Alberto Fernandes, Brigadeiro	Rua
Sobralinho	Alcino	Travessa
São João dos Montes	Aldeia, da	Largo
Vila Franca de Xira	Alecrim, do	Travessa

Resultado da Query - (Select Query)



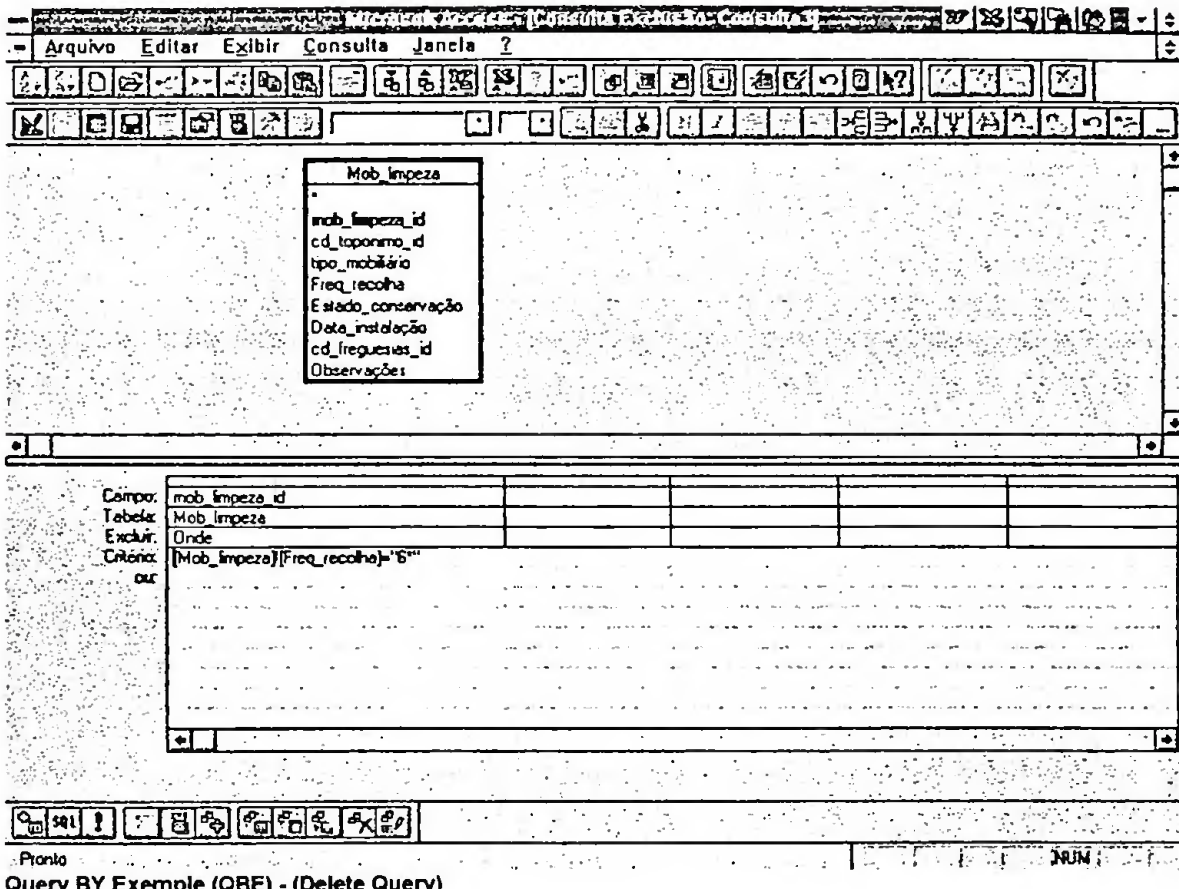
Query BY Exemple (QBE) - (Up Date Query)

> UPDATE DISTINCTROW Mob_limpeza SET Mob_limpeza.Freq_recolha = "6 dias/semana";

(Atualiza a coluna *Freq_recolha*, passando a ter o seguinte valor "6 dias/semana")

Freq_recolha
6 dias/semana
6 dias/semana
6 dias/semana
6 dias/semana
6 dias/semana
6 dias/semana
6 dias/semana

Resultado da Query - (Up Date Query)



Query BY Exemple (QBE) - (Delete Query)

```
> DELETE DISTINCTROW Mob_limpeza.mob_limpeza_id FROM Mob_limpeza WHERE
  ((([Mob_limpeza].[Freq_recolha]="6**"));
```

(Apaga os valores da coluna *Freq_recolha* da tabela *Mob_limpeza* onde o valor se inicia por "6")

No data found

Resultado da Query - (Delete Query)

ANEXO 2 - OS MODELOS E INDICADORES DE GESTÃO E APOIO À DECISÃO

Os Modelos de Gestão e de Apoio à Decisão

Os seguintes modelos e indicadores de gestão municipal, pela sua importância, constituem matéria a integrar no modelo de SIG proposto, os quais, em alguns casos, foram testados na estrutura espacial do município em estudo, como forma de fundamentar a sua utilidade:

Análise da estrutura territorial do município

Índice de Forma:

$$IF = \frac{A}{\pi \cdot D^2}$$

$0 \leq IF \leq 100\%$
A: área ocupada
D: diâmetro
 $\pi \cdot D^2$: área circular exterior

Para: IF=

0%: estrutura territorial alongada
41%: em forma de triângulo isósceles
50%: ... semi-círculo
51%: ... retângulo
64%: ... quadrado
82%: ... hexágono
100%: ... círculo perfeito

Índice de Vizinhaça:

$$R = 2 \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \cdot \frac{\sqrt{n}}{a}$$

$0 \leq R \leq 2,15$

d: distância mais próxima entre duas unidades territoriais (freguesias)
n: número de unidades territoriais
a: área da unidade territorial

Para: R=

0: território de padrão totalmente agrupado
1: padrão aleatório (sem significado)
2.15: padrão totalmente disperso (regular, em forma de rede)

Análise da eficiência espacial

Centro de Gravidade Simples:

$$CG_S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) = (\overline{x_S}, \overline{y_S})$$

x, y: coordenadas utilizadas

n: número de distâncias observadas

Centro de Gravidade Ponderado:

$$CG_p = \left(\frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n p_i}, \frac{\sum_{i=1}^n p_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \right) = (\overline{x_p}, \overline{y_p})$$

p: factor de ponderação (nº de habitantes, rendimentos médios...)

Raio Dinâmico Simples:

$$RD_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{CG,i}^2}{n}} \cdot 100$$

$0 \leq RD \leq 100\%$

$d_{CG,i}$: distância de cada lugar ao centro gravítico concelhio

Raio Dinâmico Ponderado:

$$RD_p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{CG,i}^2 \cdot p_i}{n}} \cdot 100$$

$0 \leq RD \leq 100\%$

p_i : factor de ponderação (população, consumos, para a unidade espacial)

Índice de Eficiência Espacial:

$$IEE = \frac{\sum_{i=1}^n (p_i \cdot d_{CG,i}^2)}{\sum_{i=1}^n (p_i \cdot d_{Sede,i}^2)} \cdot 100$$

$0 \leq IEE \leq 100\%$

d_{Sede} : distância em relação à sede

Delimitação de áreas homogêneas

Índice de Semelhança:

$$IS = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |A_i - B_i|}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$0 \leq IS \leq 1$$

A: variável considerada para a região A

B: variável considerada para a região B

Para: IS=

0: semelhanças mínimas entre as regiões A e B

1: semelhanças máximas entre as regiões A e B

Desvio Médio:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})}{n}$$

Variância:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Desvio Padrão:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Coefficiente de Variação:

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad 0 \leq CV \leq 100\%$$

Delimitação de Áreas de influência

Índice de Centralidade de Christaller:

$$IC = T_I \cdot P_I \cdot \frac{T_r}{P_r}$$

T: total de telefones (ou outro equipamento), nos centros I e região r

P: população do local I e região r

$P_I \cdot \frac{T_r}{P_r}$: número total de telefones (ou outro equipamento) que seriam necessários à população

Índices de Godhund:

$$IG_1 = \frac{E_C}{P_C}$$

E_C : número de empregados do lugar central C

P_C : população do lugar central C

$$IG_2 = \sqrt{x \cdot L_C - P_C \cdot \frac{L_r}{P_r} \cdot y}$$

$L_{C,r}$: número de lojas no local C e região r

x: volume médio de vendas em C, em relação às vendas de r

y: peso do volume médio das vendas nas áreas rurais pelo volume médio de vendas nas áreas urbanas

$$IG_3 = \sqrt{R_C - P_C \cdot \frac{R_r}{P_r}}$$

$R_{C,r}$: rendimento colectável do centro C e região r

$P_{C,r}$: população do centro C e região r

Se $IG_3 < 0$: ou há sub-equipamento do centro C, ou há um decréscimo no consumo para C, ou ainda a população de C prefere o consumo de produtos fora do seu centro (neste caso a área de influência de C ainda não é importante).

Distância Socio-económica:

$$d_{C,r} = \sqrt{\sum_{i=1}^n [(x_{C_i} - x_{r_i})^2 + (y_{C_i} - y_{r_i})^2 + \dots + (z_{C_i} - z_{r_i})^2]}$$

$x_{C,r}, y_{C,r}, \dots, z_{C,r}$: indicadores socio-económicos

considerados para o centro C e região r

n: número de freguesias

Índice de Reilly:

$$f_{x,y} = \frac{D_{x,y}}{1 + \sqrt[n]{\frac{P_x}{P_y}}}$$

n: expoente ajustado por forma a indicar a intensidade dos fluxos

$D_{x,y}$: distância entre os centros x e y

$P_{x,y}$: tamanhos dos centros x e y em número de bens ou serviços (p. exemplo)

Modelo de Gravidade (modelo de Warntz):

$$I_{x,y} = G \cdot \frac{P_i \cdot P_j}{D_{i,j}^2}$$

G: constante que poderá representar o número de fluxos de bens ou serviços *per capita*

$D_{i,j}$: distância entre os dois centros

$P_{i,j}$: dimensão dos centros i e j

Análise da estrutura socio-económica

Taxa de Natalidade:

$$TN = \frac{\text{nº nados vivos}}{\text{população total do concelho}} \cdot 1000$$

Taxa de Mortalidade:

$$TM = \frac{\text{nº óbitos}}{\text{população total}} \cdot 1000$$

Taxa de Nupcialidade:

$$TN = \frac{\text{nº casamentos}}{\text{população total}} \cdot 1000$$

Taxa de Crescimento Natural:

TCN = Taxa de natalidade - Taxa de mortalidade

Taxa de Fecundidade:

$$TF = \frac{\text{população feminina entre os 15-45 anos}}{\text{população total}} \cdot 1000$$

Saldo Migratório:

$$SM = \text{Imigrantes} - \text{Emigrantes}$$

Taxa de Crescimento Real (efectivo):

$$TCR = \frac{\text{Crescimento Natural} + \text{Saldo Migratório}}{\text{População total}} \cdot 1000$$

Relação de Dependência (idade):

$$RD = \frac{\text{Total de idosos (>65 anos)}}{\text{população total}} \cdot 1000$$

Relação de Dependência (sexo):

$$RD = \frac{\text{Total de homens}}{\text{total de mulheres}} \cdot 1000$$

Densidade Populacional:

$$DP = \frac{\text{População residente}}{\text{População total}}$$

Proiecção Demográfica:

$$P_n = P_i \cdot (1 + t)^n$$

n = (n₀ - i): horizonte temporal da projecção

P_n: população para o ano n

P_i: população para o ano i

t: taxa de crescimento da população

Taxa de Actividade

$$TA = \frac{\text{população activa (14 - 64 anos)}}{\text{populção total}} \cdot 100$$

Taxa de Industrialização

$$TI = \frac{\text{PIB no sector secundário}}{\text{PIB total do concelho}} \cdot 100$$

Taxa de Terciarização:

$$TT = \frac{\text{PIB no sector terciário}}{\text{PIB total do concelho}} \cdot 100$$

Peso do Consumo Privado:

$$TCP = \frac{\text{consumo privado total}}{\text{PIB total do concelho}}$$

Orientação Geográfica das Exportações (regionais):

$$OGE = \frac{\text{Total das "exportações" para a Lisboa e Porto}}{\text{total das exportações concelhias}}$$

Dependência Energética:

$$DE = \frac{\text{peso das importações energéticas}}{\text{total das produções energéticas locais}}$$

Análise da estrutura urbana

Modelo de Rank Size:

$$P_r = P_1 \cdot \frac{1}{r^a}$$

P_r : população provável do centro urbano de ordem r
 P_1 : população do centro urbano de maior ordem (dimensão)
 r : número de ordem do centro
 a : parâmetro de calibragem do modelo ($a \geq 1$)

Modelo de Warntz (ver Modelo de Gravidade):

Índice de Compactação da Rede:

$$ICR = \frac{\text{comprimento total da rede}}{\text{diâmetro da rede}}$$

Índice de Acessibilidade:

$$I_a = \frac{\text{nº de arcos}}{\text{nº de nós}} = \frac{a}{n}$$

Índice de Conectividade Máxima da Rede Viária:

$$I_{CM} = \frac{\text{nº de ligações}}{\text{nº máximo de nós da rede}} = \frac{u}{2 \cdot v - 5}$$

**ANEXO 3 - A SITUAÇÃO DOS SNIG E AS PRINCIPAIS ACÇÕES CONDUCENTES À
IMPLEMENTAÇÃO DE SIGS EM PORTUGAL**

O Decreto-Lei nº 53/90, de 13 de Fevereiro criou o Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG) como organismo coordenador do Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG), designadamente a *"organização que integra a informação de natureza geográfica ou susceptível de referência geográfica, produzida pelas entidades competentes, com salvaguarda dos respectivos direitos de autor, bem como dos imperativos de segurança específicos de cada organismo, e explora essa informação, organizando-a em bases de dados de âmbito Nacional, Regional e Local, colocando-as à disposição dos utilizadores. Apesar de constituído à partida por um núcleo central, coordenador do sistema e por sete núcleos regionais, o SNIG tenderá a evoluir para uma rede que ligará entre si as bases de dados sectoriais a constituir, ou em vias de constituição, no âmbito dos vários serviços produtores de informação geo-referenciável, que assim se tornarão órgãos produtores e geradores de bases de dados do Sistema de Informação Geográfica"*.

Para além de coordenador do Sistema Nacional de Informação Geográfica, o CNIG é um centro de investigação, cujas actividades vão desde estudos sobre Detecção Remota (aplicadas às Estatísticas Agrícolas), Bases de Dados Cartográficas/Alfanuméricas, à simulação e criação de Modelos Matemáticos de Fenómenos Espaciais SIG, usando Estudos de Impacte Ambiental, modelos de erosão e de simulação de propagação de fogos florestais. Tem-se, também, empenhado no desenvolvimento de tecnologias Multi/Hypermedia com aplicação a dados de natureza espacial (ex: desenvolvimento do Atlas Digital de Portugal, etc). A sua actividade tem-se estendido à Formação e à Educação, através de cursos e seminários a nível de SIG, planeamento físico e tecnologias multimédia.

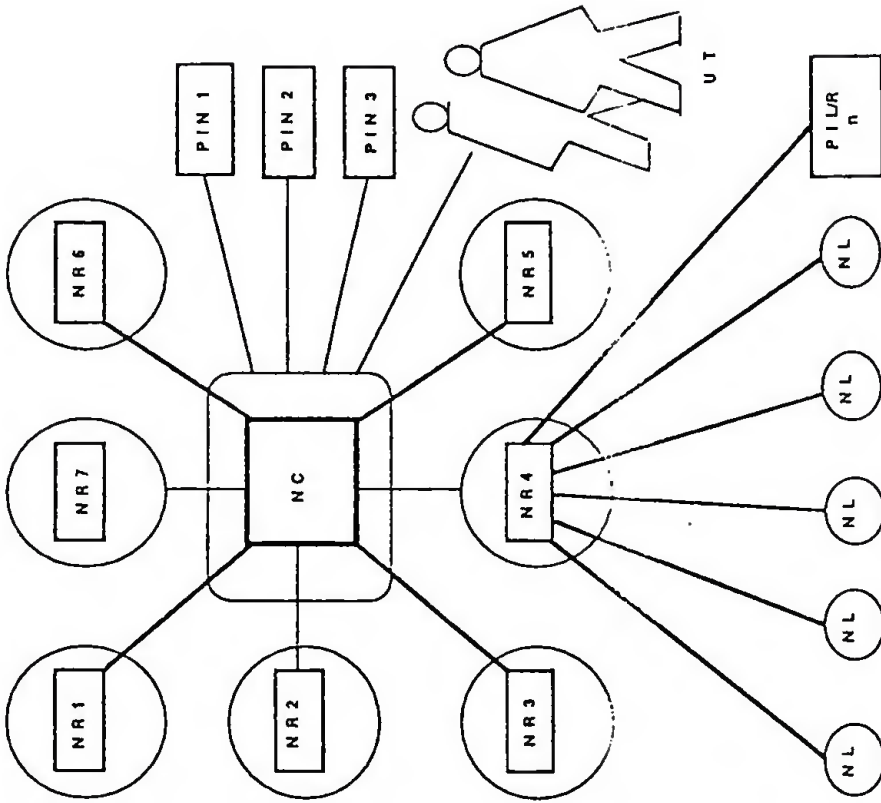
A 5 de Maio de 1995 foi inaugurada a rede do SNIG, utilizando o serviço Internet, constituída por várias entidades públicas e privadas, tendo por filosofia a partilha de informação de natureza diversa.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA



NACIONAL DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

SNIG
PORTUGAL



NC - Núcleo Central
 NR - Núcleos Regionais
 NL - Núcleos Locais
 PIN - Produtores de Informação de âmbito nacional
 PIUR - Produtor de Informação de âmbito regional ou local
 UT - Utilizadores (cidadão, empresas, organismos da Administração Pública)

Incentivos à implementação de sistemas de informação geográfica nacionais

Tendo em vista a modernização administrativa, o Governo instituiu dois programas designadamente o PROGIP e o PROSIG a fim de criarem incentivos aos municípios para a implementação de sistemas de informação geográfica vocacionados ao planeamento urbanístico, apoio à gestão e à decisão.

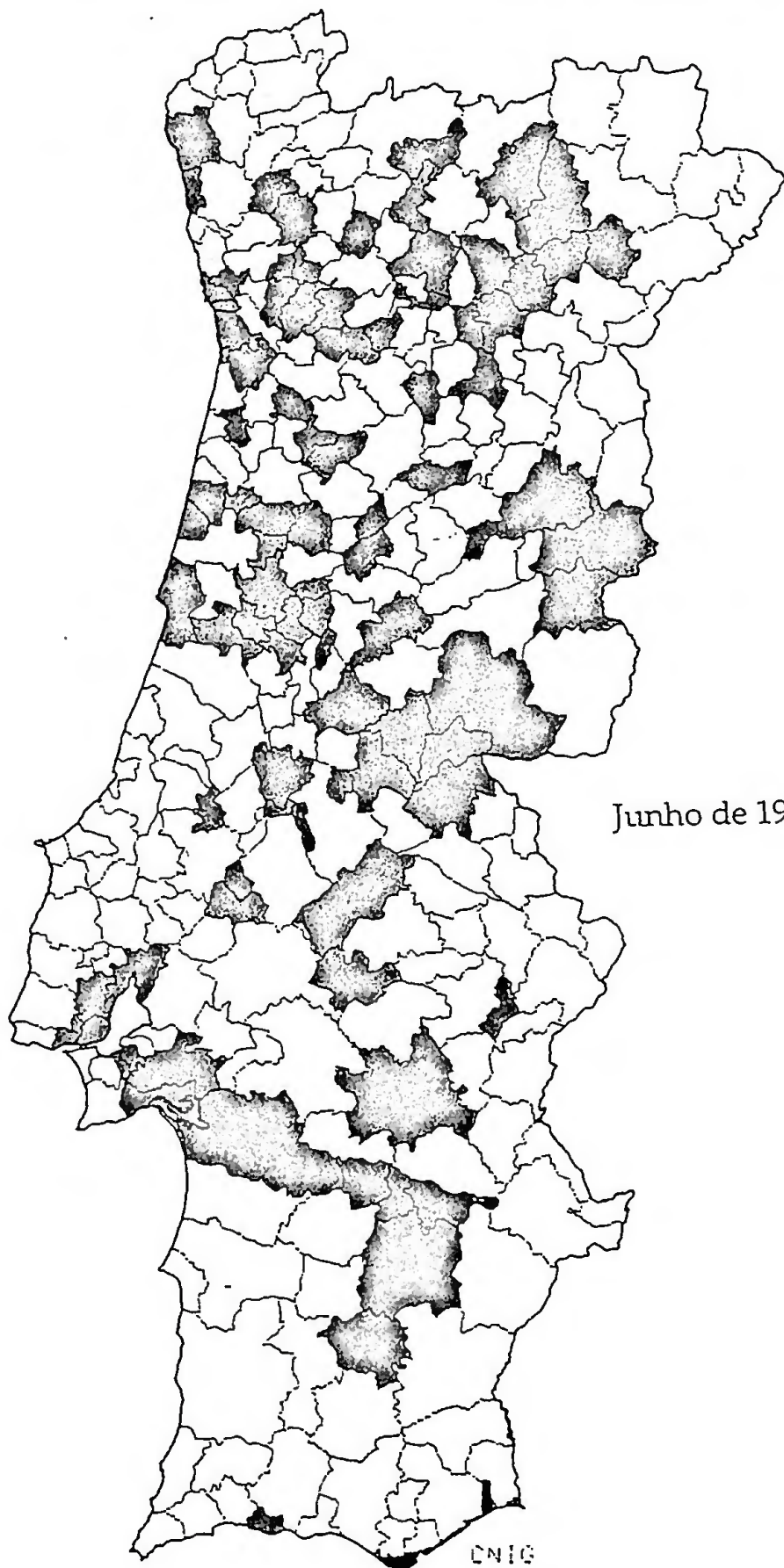
O PROGIP (Programa de Apoio à Gestão Informatizada dos Planos Municipais de Ordenamento do Território) foi estabelecido por despacho conjunto com a Presidência do Conselho de Ministros e o MPAT, publicado no Diário da República, nº 33, de 9 de Fevereiro de 1994.

Do despacho referido, poderemos sintetizar os seguintes aspectos:

- Objectivo: "promover a gestão informatizada dos planos municipais de ordenamento do território, garantindo a permanente e sistemática actualização da informação neles contida, como contributo para a modernização do funcionamento da administração local (...)".
- O PROGIP estará em vigor até 31.12.96.
- A condição de candidatura é possuir Plano Director Municipal ratificado.
- A recepção das candidaturas decorrerá ao longo de toda a vigência do PROGIP e a sua apreciação decorre pelo prazo de 1 mês após a data de recepção de cada candidatura.
- A assinatura formal do protocolo que estabelece os termos do acordo entre o CNIG e aos municípios, será por um período de 30 dias, após a aprovação das candidaturas.
- A Comissão Técnica de Apreciação e Acompanhamento é composta por 2 representantes do CNIG, um dos quais preside, e um representante de cada CCR.
- Os municípios aceitarão a formação especializada na exploração das aplicações de, pelo menos 1 técnico municipal.
- Os municípios deverão garantir a actualização permanente da informação tratada por essas aplicações.
- Deverão, também, aceitar suportar 25% dos custos da aquisição dos computadores pessoais e unidades periféricas que possam vir a ser necessárias para o efeito, bem como da adaptação das aplicações informáticas desenvolvidas para a respectiva câmara municipal, o CNIG suportará os restantes 75%.
- A conversão analógico-digital das cartas dos PMOT e a organização em formato digital dos dados alfanuméricos associados serão objecto de concurso público.
- O montante máximo de despesa será de 1 000 contos para o hardware e de 500 contos para a conversão da informação dos PMOT em formato digital e respectiva adaptação das aplicações informáticas aos dados.
- As Câmaras Municipais deverão assegurar a permanente actualização da informação contida nos PMOT.

Na totalidade, até 15 de Novembro de 1994, candidataram-se 173 municípios com respectivos Planos Directores Municipais ou em fase de elaboração , correspondendo a 46% dos municípios do Continente. Deste total, apenas assinaram o protocolo 93 municípios, dado que a condição fundamental de selecção é a existência de PDM plenamente eficaz.

PROGIP
Municípios com Protocolo



Junho de 1995

O PROSIG (Programa de Apoio à Criação de Nós Locais do Sistema Nacional de Informação Geográfica) foi estabelecido por despacho do Gabinete do Ministro do MPAT, publicado no Diário da República, nº 26, de 1 de Fevereiro de 1994.

Poderemos sintetizar como relevantes os seguintes aspectos do protocolo:

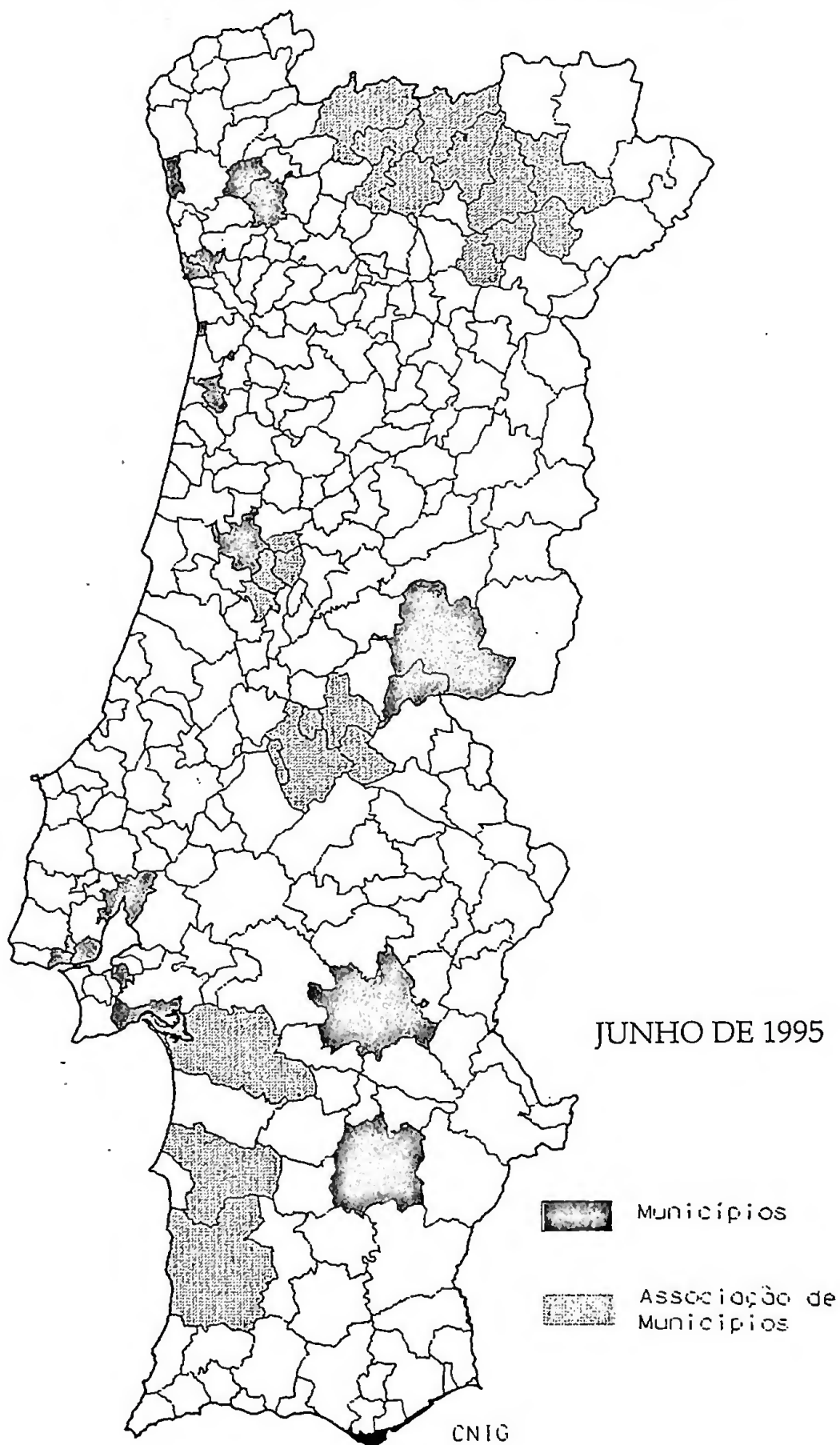
- Objectivo: "apoiar a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) vocacionados para a gestão territorial, integrados na rede do sistema nacional de informação geográfica visando a modernização do funcionamento da administração local (...) e contribuir para a integração, no sistema coerente e homogéneo de bases de dados geo-referenciados que constitui a rede do SNIG, dos dados de natureza gráfica e alfanumérica que, por iniciativa municipal, vão ser organizados em formato digital".
- O PROSIG estará em vigor até 31.12.99.
- A condição de candidatura é ter sido feita e aprovada a candidatura ao PROGIP.
- A recepção das candidaturas decorre por um período de 45 dias, a anunciar publicamente, e a sua apreciação decorre pelo prazo de 1 mês após o termo de recepção das candidaturas.
- Critérios de selecção: coerência do projecto apresentado, número de técnicos afectos ao serviço SIG, existência de cobertura cartográfica do Concelho em formato digital, existência de projecto para a informatização de informação gerada pelo município.
- Os municípios devem aceitar fornecer ao CNIG, para efeitos de conversão analógico-digital, as cartas e a informação associada relativa aos PMOT em vigor.
- A assinatura do protocolo entre o CNIG e as câmaras municipais terá um prazo de 30 dias após a aprovação da candidatura.
- A realização do projecto deve iniciar-se dentro de um período de 2 meses posteriores à data de aprovação da candidatura.
- O processo de adjudicação deverá estar concluído até o dia 25 de Novembro de cada ano civil, incluindo o parecer do Instituto de Informática.
- A Comissão Técnica de Apreciação e Acompanhamento é composta por 2 representantes do CNIG, um dos quais preside, e um representante de cada CCR.
- Os municípios aceitarão a formação especializada na exploração das aplicações de, pelo menos, 2 técnicos municipais.
- Os municípios deverão suportar 10% do custo total da operação e o CNIG 90%.
- O montante máximo de despesa será de 25 000 contos, devendo incluir os custos da aquisição de :
 - Hardware;
 - Software;
 - Meios de ligação à rede pública de dados;
 - A aquisição de formação especializada na exploração dos SIG;

- A aquisição dos serviços de apoio e consultoria para o desenvolvimento de aplicações que assegurem a exploração do sistema, com prioridade para a gestão dos PMOT.

Da avaliação das candidaturas podemos concluir que até ao momento foram apresentadas 52 candidaturas, tendo sido assinados 30 protocolos, como atesta a figura seguinte.

PROSIG

Protocolos Celebrados



O panorama nacional dos sistemas de informação geográfica

A nível do ensino de SIG em *curricula* académicos em Portugal destacam-se apenas alguns centros Ensino Superior:

- Universidade Técnica de Lisboa (1)
- Universidade Nova de Lisboa: (FCSH, FCT, ISEGI);
- Universidade dos Açores (Secção de Geografia e Biologia).

Outros centros de investigação se destacam, embora os SIG não apareçam nos *curricula* académicos, são os seguintes:

- Universidade de Aveiro;
- Instituto Superior de Agronomia (ISA);
- Universidade de Lisboa (FC);
- Alguns investigadores ligados a organismos públicos e empresas privadas.

Merece também exemplo de referência a existência da USIG - Associação dos Utilizadores de Sistemas de Informação Geográfica, embora de origem muito recente, tem-se ocupado por estas matérias, cujo contributo tem sido dado através da publicação do BIG - Boletim de Informação Geográfica trimestral com saída do 3º número, até então. A cargo desta associação está a realização anual do Encontro sobre Sistemas de Informação Geográfica.¹

A nível municipal, os sistemas de informação geográfica em Portugal tiveram os municípios de Santiago do Cacém e de Oeiras como os pioneiros, no início da década de '80, encontrando-se, este último em fase mais avançada.

O Município de Almada, iniciou o processo nos finais dos anos '80, embora já tivesse alguma experiência em bases de dados relacionais.

Outros exemplos¹ podem-se citar, tais como: Porto, Matosinhos, Viseu, Loures, Covilhã, Vila Real e Barreiro. Já estabeleceram protocolos de ligação à rede do SNIG os municípios de Oeiras, Santiago do Cacém, Porto e Almada.

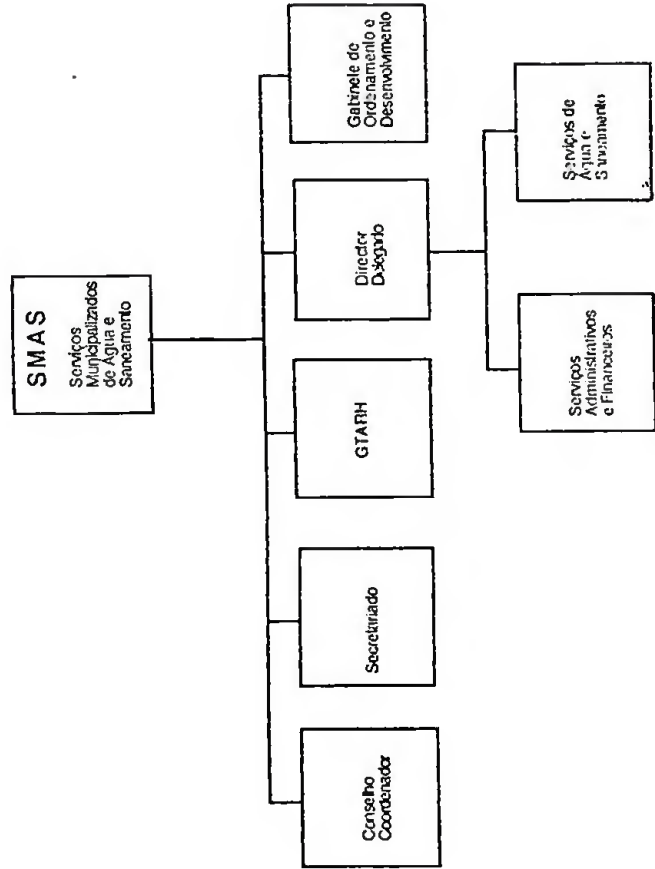
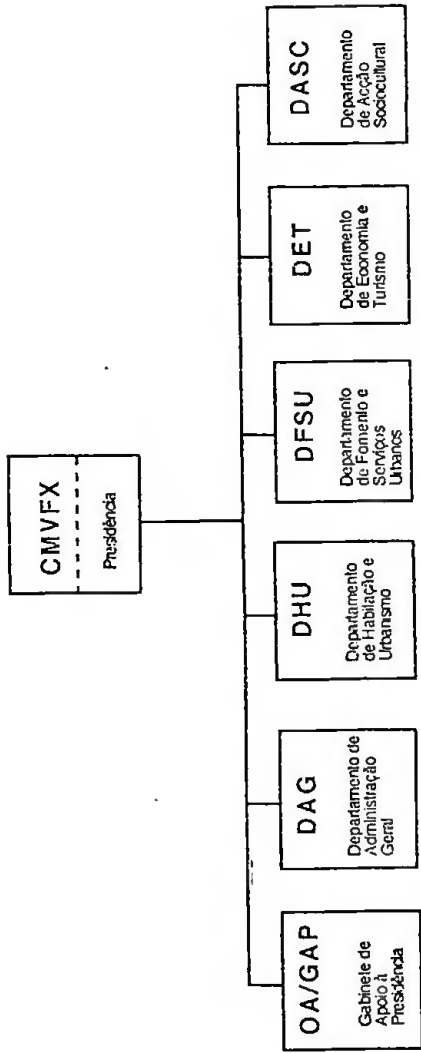
Merece, também, um especial destaque o Sistema de Informação Geográfica Metropolitano, em fase de arranque, na Área Metropolitana de Lisboa. O sistema resulta de um protocolo estabelecido entre a JML, o CNIG e a CCRLVT.

Os objectivos do SIG Metropolitano prendem-se com a captação do investimento económico na AML, com o apoio a análise de acessibilidades, a análise de propostas de conservação do património natural e cultural e com a gestão do PROTAML. O papel da JML é de realizar concursos e demais procedimentos administrativos para a aquisição de bens e serviços e, ainda, designar o Coordenador do Projecto que

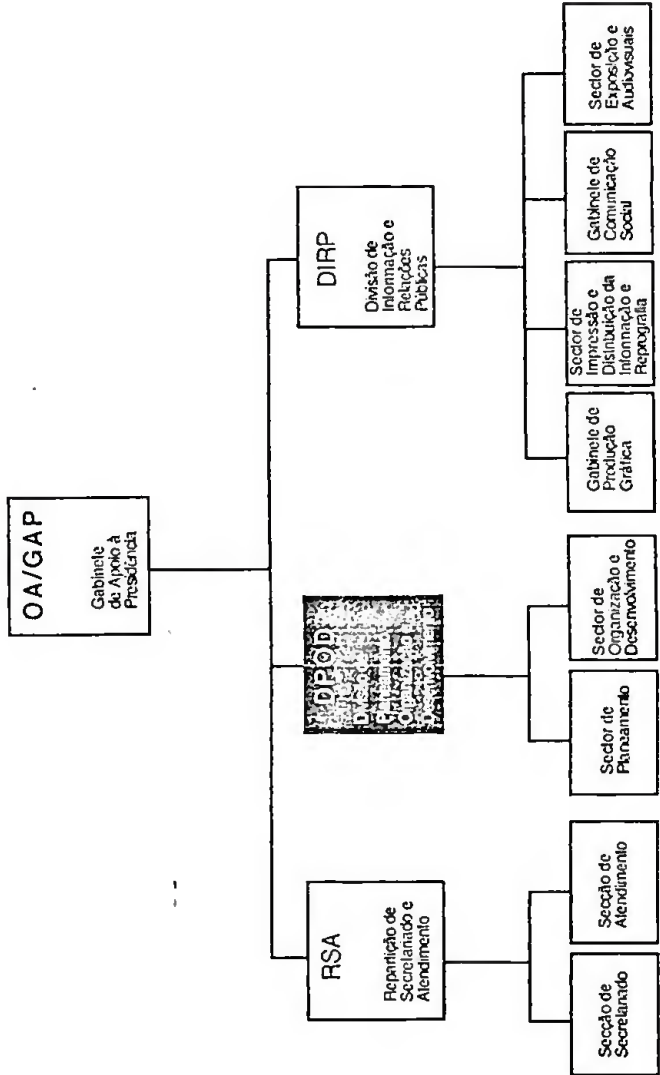
1 - Mestrado em sistemas de informação geográfica, aberto no ano lectivo de 95/96, no IST.

representará a Comissão Técnica. Esta é constituída por um representante de cada uma das entidades signatárias, tendo como função aprovar as propostas de aquisição de bens e serviços e de assegurar o acompanhamento permanente das actividades. A função desempenhada pelo CNIG é a de suportar os encargos de aquisição de bens e serviços e de superintender a execução técnica do projecto. À CCRLVT cabe assegurar a recolha de informação e disponibilizá-la para a alimentação do Sistema, através das intervenções junto dos municípios.

**ANEXO 4 - ORGANOGRAMAS FUNCIONAIS DOS SERVIÇOS DA AUTARQUIA DE VILA
FRANCA DE XIRA**



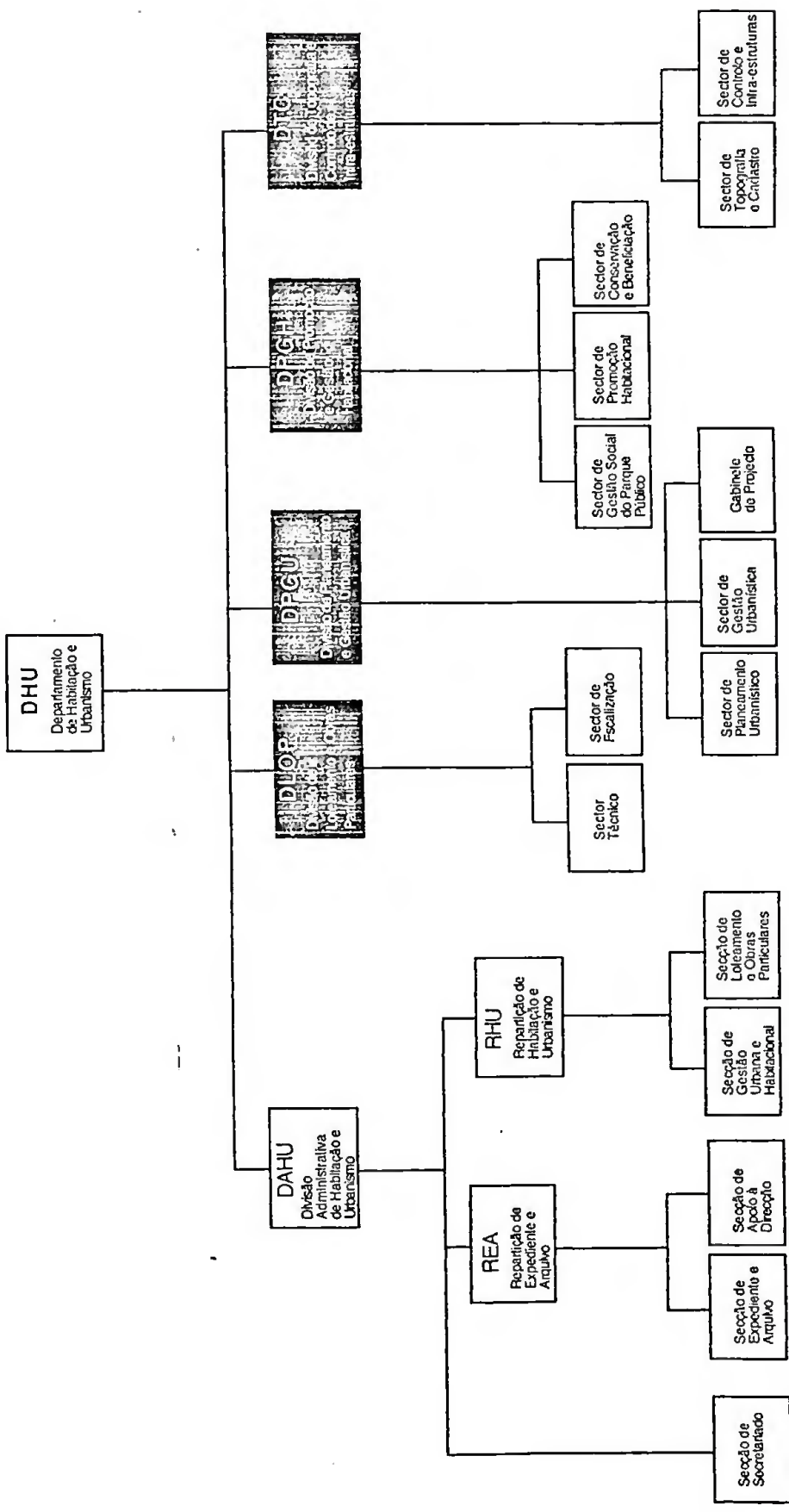
, Organograma Geral dos Serviços da Autarquia



Organograma do Gabinete de Apoio à Presidência



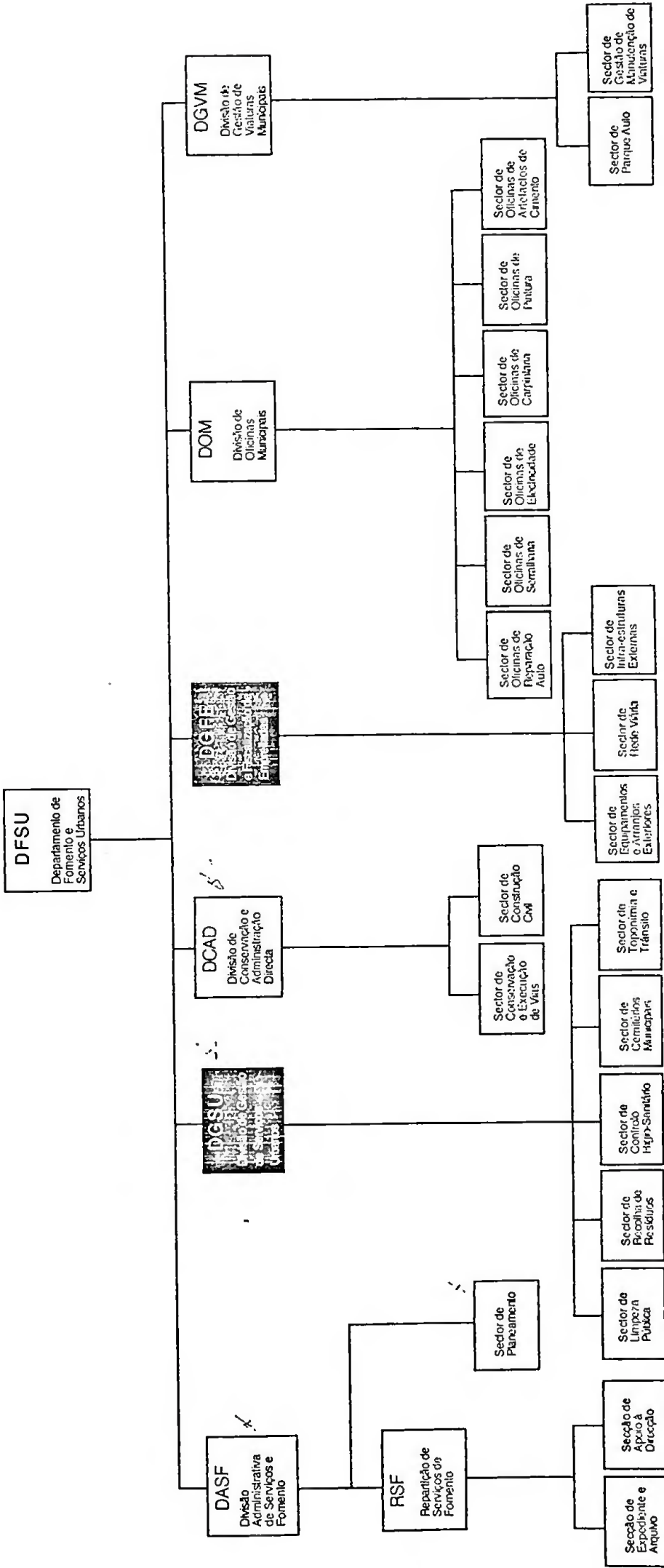
Divisão Municipal cuja
informação geográfica existente
é susceptível de ser integrada no
SIG



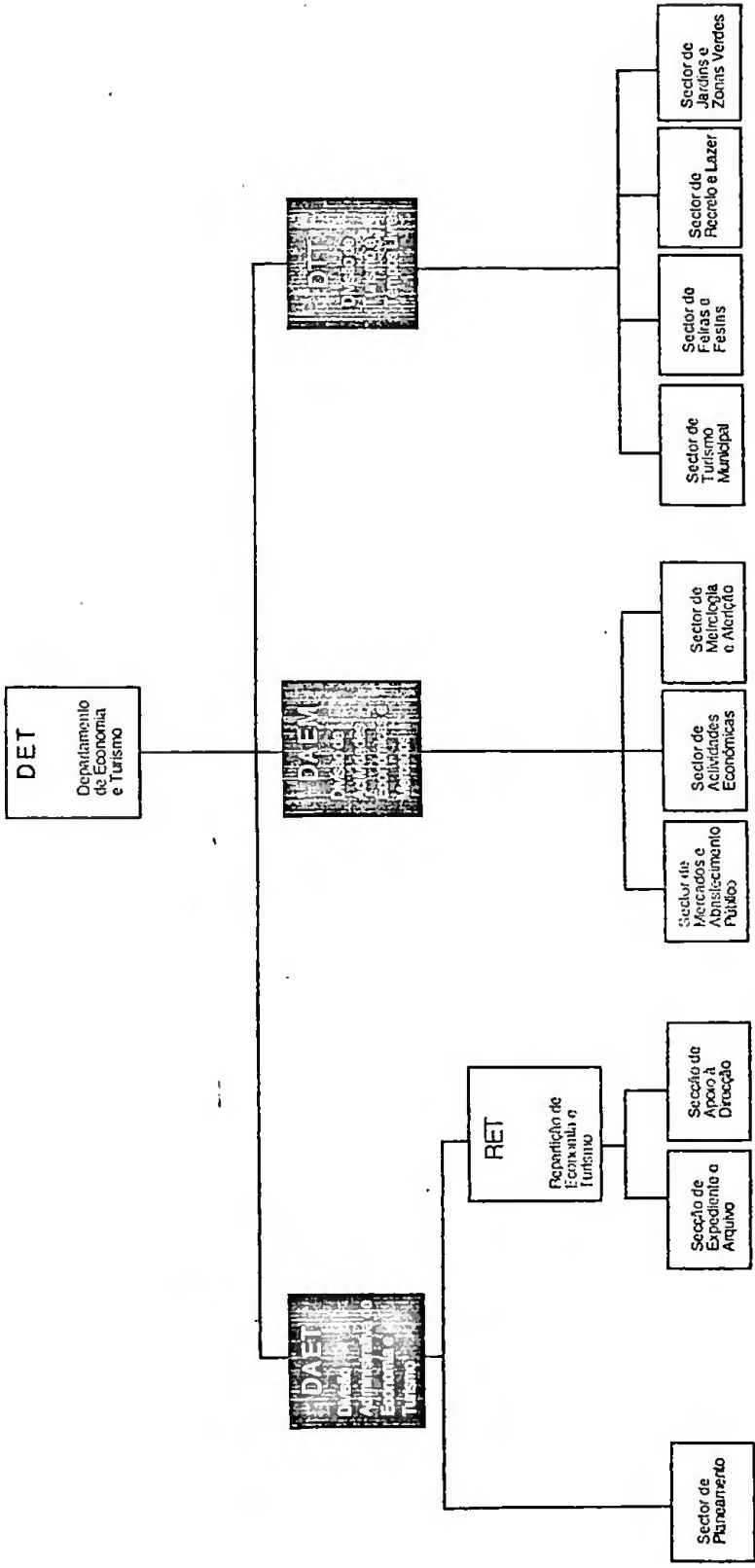
Organograma do Departamento de Habitação e Urbanismo



Divisão Municipal cuja informação geográfica existente é susceptível de ser integrada no SIG



Divisão Municipal cuja
informação geográfica existente
é susceptível de ser integrada no
SIG

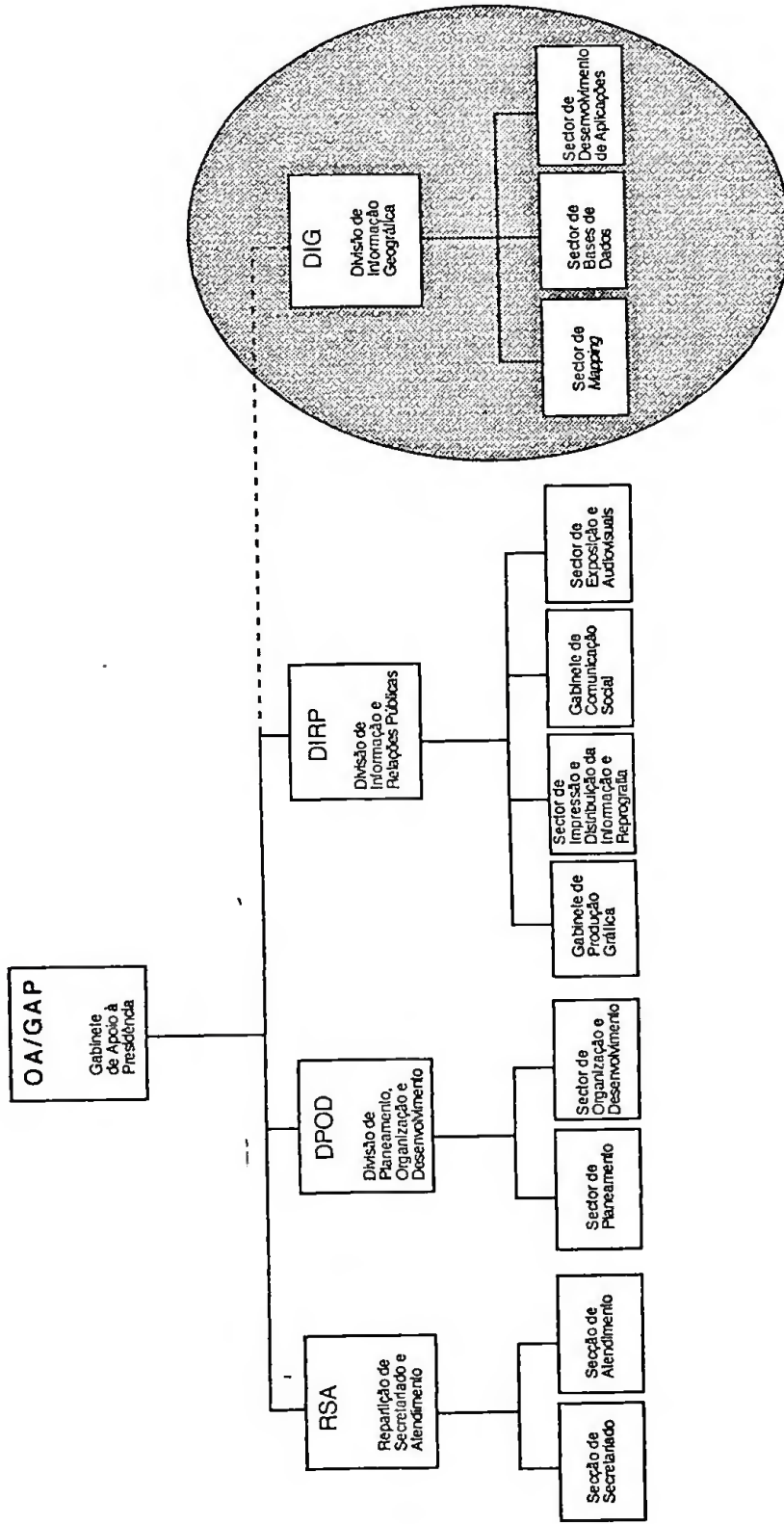


Organograma do Departamento de Economia e Turismo



Divisão Municipal cuja informação geográfica existente é susceptível de ser integrada no SIG

**ANEXO 5- ORGANOGRAMA FUNCIONAL PARA O SISTEMA DE INFORMAÇÃO
GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE VILA FRANCA DE XIRA**



Organograma do Gabinete de Apoio à Presidência onde se propõe incluir a Divisão de Informação Geográfica (DIG)

ANEXO 6 - PRODUTORES NACIONAIS DE CARTOGRAFIA

CNA - Comissão Nacional do Ambiente (extinta)

Entre as diversas realizações inerentes, as competências que estiveram atribuídas à extinta CNA, merece especial menção a criação e edição do Atlas Ambiente (agora da responsabilidade do Ministério do Ambiente e Recursos Naturais) (2).

Estas cartas apresentam uma excelente qualidade gráfica, na escala 1:1 000 000. É uma obra destinada a dois grandes grupos de utilizadores: os técnicos especialistas da área do ambiente e os alunos de escolas secundárias e superiores.

Os temas versados nesta obra são os correspondentes aos indicadores físicos, biofísicos e químicos. Esta obra inclui também informação sobre degradações e disfunções da paisagem.

DGOTDU - Direcção Geral de Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbanístico (ex-Direcção Geral de Ordenamento do Território)

Este organismo, sofreu diversas reformulações com a extinção da Direcção Geral do Ordenamento do Território (DGOT), a Direcção Geral do Ordenamento (DGO) e a Direcção Geral do Planeamento Urbanístico (DGPU). É herdeira de um valioso espólio documental, no âmbito do ordenamento do território e do planeamento urbanístico. Durante a sua curta existência não chegou a DGO a ter tempo para publicar a carta da REN (Reserva Ecológica Nacional), a qual chegou a dar início dentro da respectiva competência. Por outro lado, a DGPU, e também a sua antecessora, a DGSU (Direcção Geral dos Serviços de Urbanização) eram responsáveis e co-responsáveis (com as autarquias) pela totalidade dos levantamentos urbanos (às escalas 1:1000 e 1:2000) e de alguns levantamentos de áreas concelhias e regionais (nas escalas 1:5000 e 1:10 000). Hoje em dia a produção cartográfica é nula.

IEADR - Instituto de Estruturas Agrárias e Desenvolvimento Rural (ex-CNROA. - Comissão Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário)

O IEADR tem como função a investigação, o reconhecimento e a distribuição dos vários tipos de solos do país. Cabem-lhe, também, as tarefas de definição da utilização agrícola e florestal e a classificação dos solos segundo as diversas limitações que apresentam, para o uso agrícola.

É o organismo responsável pela publicação da Carta dos Solos e da Carta de Capacidade de Uso do Solo, à escala 1:50 000. Até ao corrente ano, a cobertura ainda não passou para Norte do Rio Tejo (com

(2) - Actualmente existe em versão digital no formato DXF.

algumas excepções em cartas que incluem o perímetro de rega da Idanha, e a área da Cova da Beira) e está presentemente em curso a elaboração da Carta de Solos para as áreas acima do Rio Tejo.

A carta Agrícola e Florestal é um documento de qualidade, à escala 1:25 000, que desde o Algarve apenas atinge Viseu. O esboço da Carta Geral de Ordenamento Agrário (1:25 000) não está publicado e foi um método expedito de colmatar a inexistência de cartas a Norte do Tejo⁽³⁾.

Para além das cartas publicadas, possui em arquivo um volume de dados colhidos em trabalhos de campo.

IF - Instituto Florestal (ex-DGF - Direcção Geral de Florestas)

A Carta do Inventário Florestal, na escala 1:25 000, é a principal fonte de informação cartográfica do IF, feita com base em fotografia aérea pancromática (preto a branco) e transposta sobre a Carta Militar por fotointerpretação.

A Região Centro e a Região Sul do país estavam concluídas até 1974, enquanto que o Minho Litoral ficou concluído em 1981 e Trás-os-Montes em 1982.

As cartas mostram um conjunto de 80 classes, com o intuito de se fazer uma estimativa das áreas arborizadas e para se proceder a trabalhos de arborização.

Os serviços trabalharam na detecção remota no âmbito do projecto CORINE e estão a processar à digitalização das cartas com base na classificação CORINE.

IH - Instituto Hidrográfico

O IH tem como competência a edição, promulgação e cancelamento das cartas marítimas referentes às águas interiores e territoriais e outras com interesse cartográfico nacional e demais documentos náuticos.

O DL 134/91, de 4 de Abril reformulou a orgânica deste instituto e, desde então, este passa a ter como competência a elaboração de cartografia no domínio da hidrografia. O fólio cartográfico do IH é composto por 237 cartas que cobre a costa, portos e Zona Económica Exclusiva do território nacional. As escalas variam entre os 1: 5 000 e os 1:2 500 000, com edições de 1981 e 1992.

INMG - Instituto Nacional de Meteorologia e Geofísica

(3) - Algumas actualizações passaram a ser feitas em 1992.

Faz parte das atribuições do INMG a recolha, o arquivo e a divulgação dos resultados das observações meteorológicas e geofísicas para satisfação das necessidades nacionais e compromissos internacionais neste domínio. Este organismo tem a função de elaborar cartas sismológicas, fundamentais à elaboração das cartas de riscos.

A cobertura do país é completa, com base nas 120 estações meteorológicas e 500 postos udométricos. Os dados são periodicamente colhidos (diária e anualmente) e os valores das normais climatológicos são depois publicados, tendo por base séries de 30 anos.

O Atlas Climatológico de Portugal (escala 1:1 500 000) analisa a precipitação, temperatura, nebulosidade, nevoeiro, insolação, radiação global, geada e vento com base nas normais de 1931-1960.

IPCC - Instituto Português de Cartografia e Cadastro (ex-IGC - Instituto Geográfico Cadastral)

Os Serviços de Fotogrametria têm elaborado ortofotomapas desde 1977, na escala 1:10 000 e 1:2 000. A cobertura do país corresponde, aproximadamente, a Orla Algarvia, Mourão/Amareleja, Odeceixe a Santiago do Cacém, todo o litoral entre Setúbal/Águas de Moura a Caminha/Monção e Centro e Norte do país, com excepção de pequenas áreas por preencher.

Destacam-se as publicações cartográficas com datas de actualização variáveis, contendo informação topográfica, orográfica e hidrográfica:

- 1:50 000 (175 folhas). Curvas de nível equidistantes de 25m.
- 1:100 000 (53 folhas). Curvas de nível equidistantes de 50m.
- 1:200 000 (8 folhas). Curvas de nível equidistantes de 50m. (Só está publicada para o Sul de Portugal).

As restantes cartas geográficas estão publicadas nas seguintes escalas:

- 1:400 000 (3 folhas), equidistantes das curvas de nível: 200 m
- 1:500 000 (2 folhas), equidistantes das curvas de nível: 200 m (1981)
- 1:600 000: Carta Administrativa (1984)
- 1:600 000: Carta Hipsométrica (1982)
- 1:1 000 000 (1971).

O Cadastro funciona principalmente como base de avaliação fiscal. Foi iniciado em 1944, não abrange todo o país⁽⁴⁾ e cuja situação se encontra desactualizada. O cadastro da freguesia encontra-se dividido em plantas parcelares que estão documentadas com dois elementos complementares: ficha de prédio e ficha de proprietário. Na ficha de prédio vem indicado o distrito, Concelho, freguesia, secção cadastral, número do prédio e área, nome e residência do proprietário (utente ou usufrutuário), as parcelas que o prédio contém com discriminação da qualidade cultural, classe, área ilíquida, árvores, formas de exploração, tipo e regime de

(4)- A cobertura do Cadastro Geométrico abarca toda a área a Sul de Portugal, Região de Lisboa e Vale do Tejo (inclui o concelho de Vila Franca de Xira), alguns concelhos do distrito de Castelo Branco, de Coimbra, da Maia, de Lamego, de Mogadouro, parte de Ponte de Lima, parte de Valença e do concelho de Monção.

propriedade, direitos e encargos, outros co-proprietários e o número do proprietário. Na ficha de proprietário indica-se o nome, residência, número de prédios de que é proprietário e secção cadastral.

O Instituto através do seu Centro de Informática Geo-Cadastral dispõe de um banco de dados cadastral que poderá ser utilizado na implementação de Sistemas de Informação Geográfica Municipais, para as áreas contempladas no levantamento. Prevê-se, contudo, a elaboração do cadastro para áreas ainda não cadastradas, para breve.

A recente publicação do DL 172/95, de 18 de Julho, vem criar algumas alterações ao anterior Regulamento do Cadastro Predial. Uma das inovações é a criação de uma código unívoco que constitui o *número de identificação de prédio* (NIP), que vem substituir a nomenclatura anterior da secção e artigo cadastrais, sendo fixado por portaria conjunta dos Ministérios das Finanças, do Planeamento e da Administração do Território e da Justiça. Para qualquer prédio sujeito à revisão cadastral será emitido um *Cartão de Identificação* e terá uma *Ficha, Folha e Carta Cadastral*(5).

As operações de renovação do cadastro terão lugar quando se conclua ter havido alterações significativas nas características de uma determinada freguesia ou quando, os padrões de precisão dos dados do cadastro se revelem insuficientes. Quando efectuadas por outras entidades que não o IPCC, terão de ser homologados pelo referido instituto, a fim de serem utilizadas para fins oficiais.

IGE - Instituto Geográfico do Exército (ex-SCE - Serviço Cartográfico do Exército)

Dos vários documentos cartográficos elaborados pelo então Serviço Cartográfico do Exército, destacam-se a Carta Militar de Portugal, na escala 1:25 000, que pela riqueza do seu conteúdo serve de base a muita outra cartografia. Esta carta começou a elaborar-se em 1935 e foi concluída em 1978 com a cobertura total do país. É constituída por 639 folhas com a altimetria impressa e com equidistância das curvas de nível de 10 m. Entretanto tem-se procedido à sua actualização, um pouco por todo o país.

Para além da cartografia acima referida, este organismo produz outras cartas, de que se destacam:

- A Carta do Concelho de Lisboa, na escala 1:10 000, constituída por 4 folhas com a altimetria impressa no verso das folhas 1, 2 e 4, com equidistância das curvas de nível de 5 m e com datas de edição para as folhas 1 e 2 em 1981, 1978 para a folha 3 e 1975 para a folha 4;
- A Carta Militar de Portugal, na escala 1:250 000, constituída por 8 folhas com a altimetria impressa e com equidistância das curvas de nível de 20 m e com datas de edição entre 1965 e 1968.

Para além destas cartas principais foram ainda realizadas outras duas cartas embora esteja interdita a venda ao público. Trata-se da carta 1:50 000, constituída por 175 folhas, iniciada em 1967 em colaboração com

(5) - O Cartão de Identificação será emitido, pelo IPCC, para cada prédio cadastrado, do qual constará o respectivo NIP. A Ficha cadastral contém os dados cadastrais relativos a esse prédio. A Folha Cadastral apresenta a implantação cartográfica de um conjunto de prédios contíguos. A Carta Cadastral é composta pelo conjunto de folhas cadastrais que cobre todo o território nacional.

a Defense Mapping Agency dos E.U.A., passando-se o mesmo com a edição mais recente da carta 1:250 000 de 1972 a 1973.

IGM - Instituto Geológico e Mineiro (ex-SGP - Serviços Geológicos de Portugal)

A principal actividade deste instituto reside na elaboração de cartografia geológica. O levantamento é feito na escala 1:25 000 e a publicação das cartas respectivas na escala 1:50 000. Estavam publicadas em Dezembro de 1984, 55% das cartas totais do país (111 de 192 cartas). Existem ainda outras cartas geológicas - 1:1 000 000 (1 folha), 1:500 000 (1 folha) e 1:200 000 (2 folhas).

A Carta Hidrogeológica está publicada na escala 1:1 000 000 e a Carta Hidrogeológica da Orla Algarvia foi publicada na escala 1:100 000 e consta de seis folhas: duas de sistemas aquíferos, duas de vulnerabilidade dos sistemas aquíferos e duas de hidroquímica.

Este organismo produz, ainda a Carta Mineira de Portugal (1960) e a Carta Geológica de Portugal (1972) na escala 1:500 000, a Carta Geológica do Quaternário de Portugal (1970), a Carta Tectónica de Portugal (1972) e a Carta Geológica da Plataforma Continental (1978) na escala 1:1 000 000. Também fazem parte destes serviços a recolha de dados arqueológicos pré-históricos, não havendo cartas específicas. No entanto, as cartas na escala 1:50 000 trazem assinaladas as localizações de estações e cavernas paleolíticas, concheiros, cemitérios, ruínas, etc.

ANEXO 7 - VARIÁVEIS DOS CENSO DE 1991 (INE)

Definição dos Quadros:

1. - *Quadro Edifícios*

- CMP 1 - Total Edif.
- CMP2 - Edif. construídos antes 1919
- CMP3 - Edif. construídos entre 1919/45
- CMP4 - Edif. construídos entre 1946/70
- CMP5 - Edif. construídos entre 1971/80
- CMP6 - Edif. construídos entre 1981/85
- CMP7 - Edif. construídos entre 1985/91
- CMP8 - Edif. exclusivamente residenciais
- CMP9 - Edif. principalmente residenciais
- CMP10 - Edif. principalmente não residenciais
- CMP11 - Edif. com 1-2 Pavimentos
- CMP12 - Edif. com 3-4 Pavimentos :
- CMP13 - Edif. com 5 ou +
- CMP14 - Edif. c/ Elementos Resistentes de Betão
- CMP15 - Edif. c/ Elem. Res.ist. sem ser betão
- CMP16 - Edif.c/ Elem. Resist. de Pedra
- CMP17 - Edif.c/ Elem. Resist. de Madeira
- CMP18 - Edif.c/ Outros Elem. Resist.

2. *Quadro Alojamentos*

- CMP1 - Total Aloj.
- CMP2 - Aloj. Famíl. de Resid. Habitual
- CMP3 - Aloj. Famíl. de Resid. Hab. c/ Elect.
- CMP4 - Aloj. Famíl. de Resid. Hab. c/ Água
- CMP5 - Aloj. Famíl. de Resid. Hab. c/ Retrete
- CMP6 - Aloj. Famíl. de Resid. Hab. c/ Esgotos
- CMP7 - Aloj. Famíl. de Resid. Hab. c/ Banho
- CMP8 - Aloj. Cláss. Res. Habitual
- CMP9 - Aloj. Cláss. Res. Habitual c/ 1-2 Divis.
- CMP10 - Aloj. Cláss. Res. Habitual c/ 3-4 Divis.
- CMP11 - Aloj. Cláss. Res. Hab.. c/ propr. ocupante
- CMP12 - Aloj. Colectivos
- CMP13 - Aloj. Fam. Vagos
- CMP14 - Aloj. Fam. Cláss. Ocupados arrendados

3. *Quadro Famílias Clássicas*

- CMP1 - Total Fam. Cláss.
- CMP2 - Fam. c/ 1-2 Pessoas
- CMP3 - Fam. c/ 3-4 Pessoas
- CMP4 - Fam. s/ Desemp.
- CMP5 - Fam. c/ 1 Desemp.
- CMP6 - Fam. c/ pessoas c/ menos 15 anos
- CMP7 - Fam. c/ pessoas c/ 65 ou + anos

4. *Quadro Núcleos*

- CMP1 - Total Núcleos Fam. Res.
- CMP2 - Núcleos c/ 1 Filho Solteiro
- CMP3 - Núcleos c/ 2 Filho Solteiros
- CMP4 - Núcleos c/ 1 Neto
- CMP5 - Núcleos c/ 2 Netos Solteiros
- CMP6 - Núcleos c/ filhos < 6 anos
- CMP7 - Núcleos c/ netos < 6 anos

5. *Quadro Individuais*

- CMP1 - Total Hom. Resid.
- CMP2 - Total Mulh. Resid.
- CMP3 - Total Hom. Pres.
- CMP4 - Total Mulh. Pres.
- CMP5 - Hom. Res. c/ Idade 0-4 anos
- CMP6 - Mulh. Res. c/ Idade 0-4 anos
- CMP7 - Hom. Res. c/ Idade 5-9 anos
- CMP8 - Mulh. Res. c/ Idade 5-9 anos
- CMP9 - Hom. Res. c/ Idade 10-13 anos
- CMP10 - Mulh. Res. c/ Idade 10-13 anos
- CMP11 - Hom. Res. c/ Idade 14-19 anos
- CMP12 - Mulh. Res. c/ Idade 14-19 anos
- CMP13 - Hom. Res. c/ Idade 20-64 anos
- CMP14 - Mulh. Res. c/ Idade 20-64 anos
- CMP15 - Hom. Res. c/ 65 ou + anos
- CMP16 - Mulh. Res. c/ 65 ou + anos

6. *Quadro Individuos (cont.)*

CMP17 - Ind. Res. sem saber ler nem esc.

CMP18 - Ind. Res.c/Inst. Prim. Completa

CMP19 - Ind. Res.c/Ens. Prep. Completo

CMP20 - Ind. Res.c/Ens. Sec.. Completo

CMP21 - Ind. Res.c/Curso Médio. Completo

CMP22 - Ind. Res.c/Curso Super. Completo

CMP23 - Ind. Res.a freq.Inst. Prim.

CMP24 - Ind. Res.a freq. Ens. Prep. -

CMP25 - Ind. Res.a freq. Ens. Sec..

CMP26 - Ind. Res.a freq. Curso Super.

CMP27 - Ind. Res. empregado no Sector Primário

CMP28 - Ind. Res. empregado no Sector Secund.

CMP29 - Ind. Res. empregado no Sector Terc.

CMP30 - Ind. Res. Pensionistas ou Reformados

CMP31 - Ind. Res. Empregados

CMP32 - Ind. Res. Desempreg. à Procura 1º Emp.

CMP33 - Ind. Res. Desemp.. à Procura Novo Emp.

CMP34 - Ind. Res.s/ Activ. Económica