Campus de São Carlos

Utilização de sistemas de informações
geográficas para gerenciamento de cidades de
pequeno porte

Regina Stella S. de Lorena Peixoto

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**ESCOLA DE ENGENHARIA
DE SÃO CARLOS**

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES
GEOGRÁFICAS PARA GERENCIAMENTO DE CIDADES DE
PEQUENO PORTE**

DEDALUS - Acervo - EESC

31100036084

Regina Stella Savelli de Lorena Peixoto

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia. Área: Transportes

ORIENTADOR: Prof. Dr. Irineu da Silva

São Carlos,
1997

Class.	TESE EESC
Cutl.	4286
Tombo	T083/97

Área: Transportes

11 0747661

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

Peixoto, Regina Stella Savelli de Lorena
P379u Utilização de sistemas de informações
geográficas para gerenciamento de cidades de
pequeno porte / Regina Stella Savelli de Lorena
Peixoto. -- São Carlos, 1997.

Dissertação (Mestrado). -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1997.
Orientador: Prof. Dr. Irineu da Silva.

1. Sistema de informações geográficas.
I. Título

DEDICATÓRIA

Ao meu pai.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Irineu da Silva, pela apoio e orientação fornecidos durante o desenvolvimento desse trabalho.

Ao pessoal técnico do SAAEJ, pela colaboração oferecida na elaboração do projeto piloto.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Ao Sr. Aparecido de Jesus Inácio da Cunha e demais funcionários do cadastro municipal da cidade de São Carlos, pelas informações concedidas.

À todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xiii
DEFINIÇÕES	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	2
I) Definição de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Áreas de Aplicação	2
II) Histórico do SIG	4
II-1) SIG no Brasil	8
III) Diferenças entre os Sistemas Computer Aided Mapping (CAM), Automated Mapping/Facility Management (AM/FM) e Sistema de Informações Geográficas (SIG)	9
III-1) Sistemas CAM	9
III-2) Sistemas AM/FM	11
III-3) Sistemas de Informações Geográficas - SIG	14
IV) Programas Aplicativos Utilizados em SIGs	15
V) Classificação das Cidades de Pequeno, Médio e Grande Porte	19
VI) Definição de Cidades, Municípios, Comarcas, Condados e Províncias	20
CAPÍTULO 2 - EXPERIÊNCIAS MUNICIPAIS EM SIG	22
I) Experiência de Implantação de SIGs no Brasil	22
I-1) SIG em Belo Horizonte	22

I-2) SIG em Curitiba	24
I-3) SIG em Lajeado	28
I-4) SIG em Santo André	34
I-5) SIG em Goiânia	38
I-6) SIG em Joinville	41
II) Experiência de Implantação de SIGs no Exterior	44
II-1) SIG no condado de Prince William, Virginia, USA	44
II-2) SIG em Moscou	47
II-3) SIG na Argentina - Províncias de Chubut e Santa Fé	50
II-4) SIG nos EUA - Resultados de uma Pesquisa Realizada em 125 Cidades e Comarcas Americanas	52
CAPÍTULO 3 - CADASTROS	61
I) Definição de um Cadastro	61
II) A Evolução dos Cadastros	63
III) Tipos de Cadastros	69
IV) O Papel dos Sistemas Cadastrais na Formulação, Implementação e Controle das Políticas de Terrenos Urbanos	71
V) Administração dos Terrenos e a Importância dos Cadastros Nesta Atividade	71
VI) A Informática e os Cadastros	73
VII) A Tecnologia SIG e o Gerenciamento de Cadastros	74
VIII) Aplicações de SIG no Gerenciamento Urbano	74
IX) O Cadastro da Cidade de São Carlos	82
IX-1) Informações Básicas da Cidade de São Carlos	82
IX-2) A Base Alfanumérica da Cidade de São Carlos	84
IX-3) Equipamentos Eletrônicos	94
CAPÍTULO 4 - COLETA DE DADOS	96
I) Coleta de Dados Espaciais	96
I-1) Mapas Digitais	96
I-2) Equipamentos e Métodos Utilizados para a Coleta de Dados Espaciais	97
I-3) Aquisição de Dados Espaciais Através de Levantamentos Topográficos	98
I-4) Aquisição de Dados Espaciais Através da Transformação de Dados Existentes	107

I-5) Mesas Digitalizadoras.....	110
I-6) Scanners.....	111
I-7) Entrada de Dados Espaciais no Sistema	116
II) Coleta de Atributos	117
CAPÍTULO 5 - PROGRAMAS APLICATIVOS EM SIG ADOTADOS	119
I) Programas Aplicativos Adotados.....	119
II) Noções sobre Topologia.....	119
III) Estrutura para Armazenamento de Dados do Aplicativo ArcCAD	123
IV) Funções Existentes no Aplicativo ArcCAD	125
V) O Aplicativo ArcView.....	127
CAPÍTULO 6 - IMPLANTAÇÃO DE UM SIG	130
I) A Adoção de um Projeto Piloto na Concepção de um SIG.....	130
II) Etapas a Serem Executadas Durante a Implantação de um SIG.....	131
III) Perigos Inerentes a Implantação de um SIG	135
IV) Elementos Urbanos que Devem Constar no Projeto de um SIG.....	140
IV-1) Elementos do Espaço Urbano que irão Compor a Base de Dados Espacial	140
IV-2) Atributos dos elementos do espaço urbano que irão compor a base de dados alfanumérica	141
IV-3) Elementos do Espaço Urbano - Atributos adicionais	146
V) Integração entre Prefeituras, Concessionárias e Empresas.....	150
VI) Projeto Piloto	150
VI-1) Algumas Características sobre a Cidade de Jaboticabal e o Sistema Implantado.....	150
VI-2) Área de Estudo, Bases de Dados e Entradas de Dados no Sistema	151
VI-3). Ligação dos Atributos aos Elementos Espaciais, Características das Bases de Dados Cadastral e Espacial	157
VI-4) Alguns Tipos de Análise Solicitados.....	166
VI-5) Resultados.....	168
CONCLUSÃO	169
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	171

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - Características de um sistema CAM	11
FIGURA 1.2 - Características de um sistema AM/FM	13
FIGURA 1.3 - Características de um sistema SIG	15
FIGURA 3.1 - Mapa mundi em placa de argila - Babilônia, século VIII a.C.	64
FIGURA 3.2 - Levantamento de terreno a prancheta - gravura em madeira, século XVII.....	65
FIGURA 3.3 - A evolução do cadastro	67
FIGURA 3.4 - Gerenciamento cadastral através de um Sistema de Informações Geográficas.....	69
FIGURA 3.5 - Município de São Carlos.....	83
FIGURA 3.6 - Ficha de dados dos imóveis - Frente	91
FIGURA 3.7 - Ficha de dados dos imóveis - Verso	92
FIGURA 3.8 - Representação gráfica de uma quadra.....	93
FIGURA 4.1 - Coleta de dados espacial	99
FIGURA 4.2 - Teodolitos eletrônicos	100
FIGURA 4.3 - Iteração da caderneta eletrônica.....	101
FIGURA 4.4 - Estação total	102

FIGURA 4.5 - Receptor GPS	104
FIGURA 4.6 - Restituído analogico.....	106
FIGURA 4.7 - Restituído analítico	106
FIGURA 4.8 - Restituído digital.....	106
FIGURA 4.9 - Estrutura matricial e vetorial.....	107
FIGURA 4.10 - Mesa digitalizadora	110
FIGURA 4.11 - Scanner	112
FIGURA 4.12 - Scanner de mesa.....	115
FIGURA 4.13 - Scanner de tambor.....	115
FIGURA 4.14 - Scanner de rolo.....	115
FIGURA 5.1 - Definição de áreas no programa ArcCAD	121
FIGURA 5.2 - Conceito de adjacência.....	122
FIGURA 5.3 - Conceito de conectividade	123
FIGURA 5.4 - Exemplo dos componentes de um tema.....	124
FIGURA 5.5 - Exemplo de uma vista aberta com o programa ArcView	128
FIGURA 6.1 - Fluxograma.....	132
FIGURA 6.2 - Área de estudo - detalhe 1	152
FIGURA 6.3 - Quadras selecionadas - detalhe 2	153

FIGURA 6.4 - Vista total de uma quadra selecionada - detalhe 3	154
FIGURA 6.5 - Vista parcial de uma quadra selecionada - detalhe 4	155
FIGURA 6.6 - Temas inicialmente gerados.....	158
FIGURA 6.7 - Temas criados.....	159
FIGURA 6.8 - Tabela de atributos das entidades lotes (PAT).....	160
FIGURA 6.9 - Exemplo de lotes com mais de uma ligação de água.....	161
FIGURA 6.10 - Lotes com consumo superior a média	167

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.1 - Plataformas e sistemas operacionais utilizados pelos aplicativos ARC/INFO, Geo/SQL, GENAMAP e MGE.....	19
TABELA 1.2 - Classificação das cidades brasileiras.....	20
TABELA 2.1 - Resultados obtidos a partir do estudo diagnóstico realizado	29
TABELA 2.2 - Valor previsto x valor gasto	33
TABELA 2.3 - Proporção entre os valores gastos nas etapas realizadas.....	33
TABELA 2.4 - Quantidade de municípios e comarcas analisados	54
TABELA 2.5 - Intervalos de população para os municípios e comarcas analisa- dos	54
TABELA 2.6 - Número de funcionários para os municípios e comarcas analisa- dos	55
TABELA 2.7 - Percepção dos benefícios dos sistemas implantados.....	55
TABELA 2.8 - Avaliação dos indicadores de eficiência	57
TABELA 2.9 - Resultados do estudo realizado	59
TABELA 3.1 - Aplicações na área de planejamento urbano	75
TABELA 3.2 - Aplicações na área de administração municipal	78
TABELA 3.3 - Aplicações na área de serviços públicos	80

TABELA 4.1 - Análise comparativa entre as técnicas de digitalização e vetorização	108
TABELA 5.1 - Operações espaciais disponíveis no programa	126
TABELA 6.1 - Atributos dos lotes e valores desses atributos	141
TABELA 6.2 - Atributos das quadras e valores desses atributos.....	142
TABELA 6.3 - Atributos das ruas e valores desses atributos	142
TABELA 6.4 - Atributos das edificações e valores desses atributos.....	143
TABELA 6.5 - Atributos e valores dos atributos das tubulações pertencentes ao sistema de abastecimento de água potável.....	144
TABELA 6.6 - Atributos e valores dos atributos dos hidrantes (sistema de abastecimento de água potável).....	144
TABELA 6.7 - Atributos e valores dos atributos das caixas d'água (sistema de abastecimento de água potável)	144
TABELA 6.8 - Atributos e valores dos atributos das tubulações do sistema de coleta de esgoto sanitário	145
TABELA 6.9 - Atributos e valores dos atributos dos poços de visita e poços de inspeção (sistemas de coleta de esgoto sanitário e águas pluviais).	145
TABELA 6.10 - Atributos e valores dos atributos dos terminais de limpeza e inspeção (sistema de coleta de esgoto sanitário)	145
TABELA 6.11 - Atributos e valores dos atributos das bocas de lobo (sistema de coleta de águas pluviais)	145

TABELA 6.12 - Atributos e valores dos atributos das tubulações do sistema de coleta de águas pluviais.....	146
TABELA 6.13 - Atributos adicionais dos lotes e valores desses atributos.....	146
TABELA 6.14 - Atributos adicionais das quadras e valores desses atributos	147
TABELA 6.15 - Atributos adicionais das ruas e valores desses atributos.....	147
TABELA 6.16 - Atributos adicionais das edificações e valores desses atributos	147
TABELA 6.17 - Atributos adicionais e valores dos atributos das tubulações do sistema de abastecimento de água potável.....	148
TABELA 6.18 - Atributos adicionais e valores dos atributos dos hidrantes (sistema de abastecimento de água potável)	148
TABELA 6.19 - Atributos adicionais e valores dos atributos das caixas d'água (sistema de abastecimento de água potável)	148
TABELA 6.20 - Atributos adicionais e valores dos atributos das tubulações do sistema de coleta de esgoto sanitário	149
TABELA 6.21 - Atributos adicionais e valores dos atributos dos poços de visita e poços de inspeção (sistemas de coleta de esgoto sanitário e águas pluviais).....	149
TABELA 6.22 - Atributos adicionais e valores dos atributos das tubulações da rede de água pluvial.....	149
TABELA 6.23 - Estrutura do arquivo para cadastro das ligações	162
TABELA 6.24 - Estrutura do arquivo de consumo.....	163
TABELA 6.25 - Estrutura do arquivo para logradouros	164

TABELA 6.26 - Estrutura do arquivo para histórico das ligações.....165

TABELA 6.27 - Estrutura do arquivo de débitos.....165

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM/FM	- Automated Mapping/Facility Management
ASPLA	- Assessoria de Planejamento (do município de São Carlos)
BNH	- Banco Nacional da Habitação
CAM	- Computer Aided Mapping
COHAB	- Companhia de Habitação
DTM	- Modelo Digital de Terreno (Digital Terrain Model)
ESRI	- Environmental Systems Research Institute
GPS	- Sistema de Posicionamento Global (Global Position System)
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	- International Business Machine
IGC	- Instituto de Geografia e Cartografia
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPLAN	- Instituto de Planejamento Municipal (do município de Goiânia)
IPPUC	- Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba
IPTU	- Imposto Territorial e Urbano
ISS	- Imposto Sobre Serviços
SAAEJ	- Companhia de Saneamento de Água e Esgoto de Jaboticabal

SIG - Sistemas de Informações Geográficas

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

DEFINIÇÕES

Estrutura Matricial (ou raster)	Divide o espaço em grades regulares, através de uma malha constituída por linhas verticais e horizontais espaçadas regularmente; ou seja, representa o espaço através de uma matriz bidimensional. Cada elemento da matriz bidimensional é denominado quadricula ou pixel (variante de picture element).
Estrutura Vetorial	Considera o espaço contínuo, de acordo com postulados da geometria Euclidiana. Utiliza entidades, como pontos e linhas, para identificar as localizações e representar os elementos de um mapa.
Digitalização	Técnica de captura das feições de um mapa, realizada através de equipamentos específicos, tais como as mesas digitalizadoras. Essa técnica gera mapas na estrutura vetorial.
Numerização ("rasterização")	Técnica de captura das feições de um mapa, realizada através de equipamentos específicos, tais como os scanners. Essa técnica gera mapas na estrutura raster.
Vetorização	Técnica de transformação de mapas na estrutura raster para mapas na estrutura vetorial, realizada através de programas específicos.

RESUMO

Grande parte dos problemas relacionados a gestão urbana, são resultantes da forma pela qual os municípios organizam, armazenam e manipulam as informações cadastrais. O uso de técnicas e métodos tradicionais não se mostram mais eficientes, quando empregados ao volume de informações atualmente necessárias às administrações urbanas. A solução para essas dificuldades pode ser encontrada na utilização de Sistemas de Informações Geográficas para o gerenciamento das informações municipais, o que permite aos municípios dispor de um conjunto de dados consistentes e atualizados. O uso dessa tecnologia, atualmente favorecida pelo avanço dos equipamentos eletrônicos e programas aplicativos, vem se tornando uma realidade para todos os municípios, inclusive aqueles considerados pequenos. Sem dúvida, o emprego de Sistemas de Informações Geográficas no planejamento e gerenciamento dos espaços urbanos (pequenos, médios e grandes), é a palavra-chave para o futuro das administrações municipais.

Abstract

Most problems related to urban administration are consequences of the way local authorities keep, organize and handle cadastral information. Traditional techniques for local administration are not efficient when compared to the total amount of information actually needed by local governments. The solution for these problems can be found by using Geographic Information System to administer local information. These systems enable the local governments to having a consistent and up-to-date database. The use of this technology, today improved by the electronic equipment and software improvement, is becoming a reality in all towns, including the smaller ones. Without a doubt, the use of Geographic Information System for planning and managing urban information is the future for local administration.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho estuda a viabilidade e a estrutura necessária para se implantar um Sistema de Informações Geográficas de baixo custo, no gerenciamento de cidades de pequeno porte. Entende-se como um Sistema de Informações Geográficas de baixo custo, sistemas baseados em ambiente PC e periféricos tradicionais de baixo custo, tais como, mesas digitalizadoras, scanners, impressoras e ploters.

São consideradas como informações necessárias à administração municipal urbana, os dados relativos aos elementos mais comuns que compõe o espaço urbano, tais como lotes, quadras e logradouros.

Como exemplo de aplicação da possibilidade de implantação do sistema proposto, é apresentado um projeto piloto, desenvolvido junto à Companhia de Saneamento de Jaboticabal - SAAEJ, município situado no interior do estado de São Paulo. A partir das informações obtidas nesse órgão, foi possível criar um modelo georreferenciado, contendo a maioria dos dados de interesse à sua administração.

Para a criação e gerenciamento do modelo criado e consultas às bases de dados, foram utilizados os programas aplicativos em Sistemas de Informações Geográficas ArcCAD e ArcView, desenvolvido pela empresa americana ESRI e o gerenciador de dados DBASE da empresa Borland International, Inc. O programa aplicativo ArcCAD trabalha com uma estrutura do tipo vetor, cria temas para o agrupamento das entidades gráficas do desenho e como ambiente de trabalho usa o programa AutoCAD da Autodesk. Foi também utilizado, no desenvolvimento do projeto piloto, um microcomputador PC-486, com 100 Mhz, 8 Mg de memória Ram e 840 MB de disco rígido.

Capítulo 1

Sistemas de Informações Geográficas

Este capítulo define um Sistema de Informações Geográficas, relata o histórico dessa tecnologia a nível nacional e internacional, descreve as diferenças entre os sistemas CAM, AM/FM e SIG (GIS), classifica as cidades em função do seu porte (pequenas, médias e grandes) e apresenta definições sobre as unidades político-administrativas citadas no trabalho.

I-) Definição de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Áreas de Aplicação

Um Sistema de Informações Geográficas pode ser definido, genericamente, como sendo um sistema informatizado aplicado ao gerenciamento de informações espaciais georreferenciadas, com a finalidade de facilitar a manipulação de conjuntos de dados e suas inter-relações.

Uma outra definição bastante coerente, dada por Clarke apud PAREDES (1994), caracteriza um SIG como “um conjunto de ferramentas para a coleta, o armazenamento, a recuperação, a transformação e a reprodução gráfica dos dados espaciais do mundo real para um conjunto particular de finalidades.”

Para alcançar esse objetivo, um Sistema de Informações Geográficas deve reunir as seguintes características:

- Ter capacidade para coletar e processar dados espaciais obtidos a partir de fontes diversas, tais como, levantamentos de campo, mapas existentes, sensoria-mento remoto e outros.

- Ter capacidade para armazenar, recuperar, atualizar e corrigir os dados processados de uma forma eficiente e dinâmica.
- Ter capacidade para permitir manipulações e a realização de procedimentos de análise dos dados armazenados, com possibilidade de executar diversas tarefas, tais como, alterar a forma dos dados através de regras de agregação definidas pelo usuário, ou produzir estimativas de parâmetros e restrições para modelos de simulação e gerar informações rápidas a partir de questionamentos sobre os dados e suas inter-relações.
- Ter capacidade para controlar a exibição e saída de dados em ambos os formatos, gráfico e tabular.

As aplicações dos Sistemas de Informações Geográficas, devido a sua abrangência, podem ser encontradas em diversos setores da atividade humana. Para exemplificar a extensa aplicação de um SIG, estão relacionados abaixo vários exemplos de uso desse sistema:

- Atualizações florestais;
- Monitoramento e controle de pragas e doenças;
- Simulação de plantio e colheita;
- Mapeamento de solos;
- Gestão de redes de distribuição de energia elétrica;
- Administração municipal e planejamento urbano - consultas rápidas, simulações de situações, obtenção de resultados estatísticos e formulação de decisões a partir de dados gráficos e cadastrais;
- Administração de pavimentos;
- Administração, caracterização e localização de recursos naturais;
- Monitoramento de bacias hidrográficas;
- Gestão das redes de distribuição de água e coleta de esgotos;
- Avaliação do impacto ambiental de agriculturas;
- Previsão de safras;
- Avaliação da aptidão agrícola de terras;
- Planejamento de rotas de ônibus;
- Roteamento turístico;
- Projeto e estudos ambientais de gasodutos e oleodutos;
- Monitoramento ambiental;

- Mapeamento geotécnico;
- Controle de tráfego;
- Planejamento de sistemas de transporte coletivo, etc.

II-) Histórico do SIG

As primeiras tentativas de fundamentação técnica de um SIG surgiram com o desenvolvimento do primeiro computador eletrônico, na década de 40. Essa década marca o início da era da computação, com rápidas transformações tecnológicas que influenciaram de maneira marcante o avanço na Geociências. Entre os avanços verificados na época, estariam o desenvolvimento de modelos complexos e alternativos para simulação de eventos futuros.

A Geografia também passou por modificações. Surgiu a corrente teórico-metodológica denominada Geografia Quantitativa, cujas metas básicas são um maior rigor na aplicação da metodologia científica, o uso de técnicas estatísticas e matemáticas, a abordagem sistêmica e o uso de modelos nas pesquisas geográficas. Pode-se citar o geógrafo Harold MacCarty, da Universidade de Washington, como um dos primeiros a desenvolver métodos quantitativos de análise geográfica.

Na década de 50 foram desenvolvidos projetos integrados de transporte, onde foram controladas informações relativas a transportes, tais como, rota, origem, destino e tempo. Como exemplo, em 1955 a área metropolitana de Detroit - EUA foi submetida a um estudo de trânsito para projeção de futuras necessidades. Através da análise estatística foi possível prever futuros volumes de trânsito, usados para priorizar a construção de rodovias.

Por volta da década de 60, os acadêmicos começaram a desenvolver pesquisas mais específicas para a criação de um SIG. Entre 1958 e 1961, a Universidade de Washington, elaborou métodos estatísticos e rotinas computacionais para mapeamento e criou um centro de pesquisa e desenvolvimento de SIG.

Dentre as pesquisas pioneiras da década de 60 encontram-se o caso da Inglaterra, onde foram utilizados modelos para o estudo de dados censitários, tanto no âmbito acadêmico como também no governamental e o caso dos Estados Unidos, com a cri-

ação de bancos de dados urbanos para auxiliar no processamento de dados pelo estado e administrações urbanas.

Alguns outros acontecimentos referentes a década de 60 foram:

- A IBM lançou seu computador 360/65, com uma velocidade 400 vezes maior e com 32 vezes mais memória que o seu antecessor. A nova tecnologia generalizou o uso do computador no manuseio de dados numéricos. O rápido crescimento da informática viabilizou a revolução quantitativa na Geografia, principalmente no campo da análise espacial com ênfase no tratamento estatístico e no uso de modelos;
- O Harvard Graduate School of Design's Laboratory for Computer Graphics organizou uma equipe de programadores e outros profissionais para criar um programa de mapeamento automatizado, o Symap - Synagraphic Mapping System. O Symap foi o primeiro de uma linha de programas de mapeamento produzidos por uma equipe internacionalmente conhecida e capacitada. Muitas instituições adquiriram o Symap, entre elas, universidades, órgãos governamentais e instituições privadas;
- Surgiu no Canadá o primeiro sistema que a ser considerado como um Sistema de Informações Geográficas. Esse sistema foi utilizado na análise de dados de inventários das terras canadenses;
- O serviço de saúde pública dos Estados Unidos automatizou a divisão de fornecimento de água e controle de poluição. Dados de diferentes órgãos foram uniformizados e a partir deles foram fornecidas informações relativas a qualidade de água, cursos, processo de tratamento, localização, etc.;
- O Serviço Florestal dos Estados Unidos desenvolveu o primeiro SIG para gerenciamento de recursos naturais;
- O Departamento Censitário dos Estados Unidos - US Bureau of the Census, desenvolveu o GBF/DIME, um método padrão para codificação de dados censitários. O Dime foi o protótipo dos sistemas de informação urbanas.

A década de 70 foi o período de difusão dos SIGs. A partir dessa década a expressão “Sistema de Informações Geográficas” foi popularizada. Até então, os CAMs (Computer Aided Mapping) eram genericamente aceitos como a mais nova tecnologia para aperfeiçoamento do processo de geração de mapas.

Entre os acontecimentos dessa década estão:

- O crescimento do interesse por parte dos órgãos governamentais em relação a tecnologia SIG, principalmente nos Estados Unidos;
- Alguns avanços na capacidade de memória e velocidade de processamento dos equipamentos relacionados à informática.

Os maiores impulsos na década de 70, no entanto, ocorreram no desenvolvimento da capacidade de interação dos sistemas e diminuição dos seus custos. O usuário passou a interagir com o processo. Dessa forma, cresceu o número de órgãos com capacidade para arcar com os custos para aquisição de sistemas de informações, tornando possível que pequenas instituições e municípios viessem a se transformar em usuários potenciais de SIGs.

Universidades e empresas também passaram a ter acesso à nova tecnologia, aumentando o número de interessados no uso de SIGs.

Algumas empresas começaram a desenvolver e comercializar programas aplicativos em SIG, destacando-se mais tarde como líderes neste campo. Como exemplo podem ser citadas a ESRI, a GIMMS, a Intergraph e a ComputerVision, entre outras.

A década de 70 notabilizou-se também pelo aparecimento do processamento de imagem e do sensoriamento remoto, o que contribuiu para o aumento da disponibilidade de dados.

A partir da década de 80, os SIGs passaram a integrar os setores industrial e comercial. Nesse período ocorreu um rápido crescimento técnico aliado a um maior interesse no desenvolvimento de SIGs. A manipulação dos dados geográficos ganhou rapidez, facilidade e flexibilidade.

No começo da década de 80, a evolução tecnológica foi afetada pelos avanços na área de equipamentos eletrônicos. Os computadores pessoais popularizam o uso da informática. Periféricos gráficos, tais como mesas digitalizadoras, plotters, scanners e vídeos de alta resolução e capacidade de armazenamento de grande volume de dados e unidades para cópias de segurança, tais como discos óticos, fitas streamer e fitas DAT, foram alguns dos avanços nessa área.

Outras nações industrializadas, além dos Estados Unidos, passaram também a se interessar pela análise de dados geográficos. Órgãos de pesquisa governamentais e comerciais na Inglaterra, Alemanha, França, Noruega, Suécia, Austrália, Israel, URSS entre outros, envolveram-se ativamente no desenvolvimento e utilização dos SIGs.

A ligação entre as bases de dados gráficas e alfanuméricas foi outro marco alcançado na década de 80. Empresas como a Comarc Design System, a ESRI e a Intergraph passaram a integrar a tecnologia de manipulação de dados alfanuméricos e gráficos.

O alto nível de desenvolvimento alcançado pelo SIG a partir da década de 80, pode ser exemplificado através de alguns indicadores, tais como:

- O número de instalações de sistemas, duplicado a cada 2 ou 3 anos;
- A taxa de crescimento anual do mercado de SIG, estimada em aproximadamente 35%;
- O estabelecimento de vários centros de pesquisa, principalmente na Europa e nos Estados Unidos;
- O crescimento no número de conferências regionais, nacionais e internacionais focalizando o SIG;
- O crescimento no número de publicações especializadas em SIG;
- A multiplicidade de disciplinas enfatizando o SIG.

Durante a década de 80 ocorreu também o aprimoramento dos SIGs para uso nas aplicações voltadas aos serviços dos setores governamentais relacionados a administração de recursos naturais. A necessidade de resolução de problemas ambientais foi o estimulador dos interesses nessa área.

II-1) SIG no Brasil

As primeiras iniciativas brasileiras de uso de SIGs ocorreram na década de 60. Inicialmente os interesses se voltaram para o desenvolvimento da tecnologia de sensoriamento remoto. Mais tarde, órgãos voltados à pesquisa e universidades passaram a pesquisar os Sistemas de Informações Geográficas.

Dentre os acontecimentos verificados no Brasil, podem ser destacados os seguintes:

- O lançamento em 1985 pelo INPE, do sistema de processamento de imagens SITIM. A partir dele foram posteriormente desenvolvidos o sistema de processamento digital de imagens SRF (também designado de SITIM) e o sistema de informação geográfica (SGI);
- A criação em 1988, na Universidade Estadual Paulista de Rio Claro, do SIG GEO-INF+MAP;
- O desenvolvimento de um sistema de informações geográficas, o SAGA, com capacidade para análise de impactos ambientais e previsões de cenários futuros, por um grupo de pesquisa do Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da UFRJ;
- O desenvolvimento de um sistema de informações voltado às necessidades de planejamento e gestão de desenvolvimento integrado da região de Recife, pela Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife;
- O desenvolvimento de um sistema para edição e manipulação de mapas, o Map-system, pela Universidade Federal de São Carlos;
- O desenvolvimento do programa SIR - Sistema de Informação de Recursos Naturais, pela Companhia de Pesquisa de recursos Naturais - CPRM.

III-) Diferenças entre os Sistemas Computer Aided Mapping (CAM), Automated Mapping/Facility Management (AM/FM) e Sistema de Informações Geográficas (SIG)

As definições geralmente usadas para descrever Sistemas de Informação Geográficas, também podem ser aplicadas para a definição de outros dois tipos de sistemas, os sistemas CADs e AM/FMs. Esses dois sistemas trabalham também com dados digitais geograficamente referenciados e são também utilizados para a captura, o armazenamento, a edição, a exibição e a plotagem de dados referenciados.

Considerando que os sistemas CAM, AM/FM e SIG possuem características e aplicações diferentes, são definidos nesse tópico os conceitos principais das estruturas de dados de cada uma dessas tecnologias, destacando-se as diferenças importantes entre elas e as suas principais aplicações.

III-1) Sistemas CAM

Os sistemas CAM são utilizados para a produção de mapas. Por estarem baseados em recursos de edição gráfica por computador, eles reduzem o tempo de produção dos mapas e são mais econômicos se comparados com os processos manuais.

Os dados em um sistema CAM são organizados em 'layers' ou camadas. Os 'layers' são utilizados para a organização temática das entidades gráficas dos mapas ou para a classificação dos tipos de elementos gráficos (linhas, textos, etc.) dos mapas.

Como as relações entre as entidades gráficas dos mapas se dão apenas através de 'layers' e de um referenciamento a um sistema de coordenadas geográficas comum à todas as entidades, os sistemas CAM não são adequados para a análise dos dados de um mapa. Por exemplo, através dos dados contidos em um sistema CAM, pode-se descrever a geometria de duas rodovias que se interceptam. No entanto, o fato das rodovias se interceptarem não é necessariamente identificado pelo sistema, já que este não é um dado importante para a produção de mapas plotados. Da mesma forma, um grupo de linhas dentro de um sistema CAM, pode compor o perímetro de um

polígono. No entanto, a relação entre essas linhas irá se limitar ao fato de elas pertencerem a um mesmo layer e estarem referenciadas a um mesmo sistema de coordenadas. O fato das linhas definirem uma área fechada, não pode ser determinado pelo sistema, a não ser visualmente pelo usuário através da plotagem dos dados gráficos.

Um sistema CAM não é capaz de solucionar sozinho questões do tipo ‘O que está mais próximo?’ ou ‘Quanto disto eu tenho nesta área?’, etc. Para que essas perguntas sejam solucionadas são necessários procedimentos especiais não presentes nos sistemas CAM.

Em última análise, as questões relacionadas acima poderiam ser respondidas através da plotagem dos elementos gráficos e posterior identificação visual das relações espaciais existentes entre as entidades dos mapas. No entanto, a quantidade de informações a serem identificadas em diversos mapas plotados, torna esse processo lento, aborrecedor e ineficiente.

A figura a seguir ilustra, de maneira sucinta, as características de um sistema CAM.

FIGURA 1.1 - Características de um sistema CAM, de acordo com KORTE (1992)

III-2) Sistemas AM/FM

Os sistemas AM/FM são baseados na tecnologia CAD e são usualmente empregados no gerenciamento de sistemas de dados de serviços públicos.

A representação gráfica dos sistemas AM/FM não é tão precisa ou detalhada quanto a de um sistema CAM. A ênfase desses sistemas está no armazenamento e análise de dados e na emissão de relatórios a partir dos dados armazenados no sistema.

Da mesma forma que os sistemas CAM, um sistema AM/FM utiliza layers para a classificação de dados segundo temas e tipos.

Os sistemas AM/FM utilizam redes para a definição das relações existentes entre os componentes dos sistemas de serviços públicos. As redes identificam as conexões existentes entre os elementos gráficos. Em geral, as relações de conexão são definidas em um arquivo de dados separado contendo descrições da geometria do sistema.

Para que as conexões sejam definidas, as interseções existentes entre todos os componentes de uma rede devem ser preservadas. Portanto, em sistemas AM/FM, duas linhas com o mesmo tipo de utilidade só devem se interceptar em uma interseção.

Uma outra característica importante dos sistemas AM/FM é a associação de atributos alfanuméricos às entidades gráficas. Esses atributos descrevem as características dos componentes dos sistemas de serviços públicos, tais como capacidade, dimensão, material, etc.

Devido a estrutura de rede e a associação de atributos alfanuméricos às entidades gráficas, os sistemas AM/FM são capazes de modelar e analisar operações de rede. A figura a seguir ilustra, de maneira sucinta, as características de um sistema AM/FM.

FIGURA 1.2 - Características de um sistema AM/FM, de acordo com KORTE (1992)

III-3) Sistemas de Informações Geográficas - SIG

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) difere dos demais sistemas, AM/FM e CAM, pela sua capacidade de estabelecer relações espaciais entre elementos gráficos. É o sistema mais adequado para a análise espacial de dados geográficos.

Essa capacidade, conhecida como Topologia, além de descrever a localização e a geometria das entidades de um mapa, descreve as conexões entre as entidades lineares, os perímetros e as relações de contiguidade das áreas de um mapa. Para definir a topologia de um mapa, os Sistemas de Informações Geográficas utilizam uma estrutura de base de dados especial.

Em um Sistema de Informação Geográfica, do mesmo modo que em sistemas CAM, todas as entidades de um mapa estão relacionadas a um mesmo sistema de coordenadas.

Além dos dados geométricos e espaciais, os Sistemas de Informações Geográficas possuem atributos alfanuméricos. Os atributos alfanuméricos são associados com os elementos gráficos, fornecendo informações descritivas sobre eles. Os dados alfanuméricos e os dados gráficos são armazenados em bases separadas.

Os programas para Sistemas de Informações Geográficas são projetados de modo a permitir exames de rotina em ambas as bases gráfica e alfanuméricas, simultaneamente. O usuário é capaz de procurar informações e associá-las as entidades gráficas e vice-versa. Perguntas do tipo ‘Quais lotes da parte leste da cidade são maiores que um hectare e destinados ao uso industrial?’ podem ser solucionadas pelo sistema. A resposta pode ser dada através da listagem dos números dos lotes ou da identificação dos lotes no mapa da cidade.

A capacidade de análise espacial dos Sistemas de Informações Geográficas não é suportada pelos sistemas CAM e AM/FM, a não ser que sejam feitas implementações a esses sistemas.

A figura a seguir ilustra, de maneira sucinta, as características de um sistema SIG.

FIGURA 1.3 - Características de um sistema SIG, de acordo KORTE (1992)

IV) Programas Aplicativos Utilizados em SIGs

Este tópico descreve alguns dos programas aplicativos mais utilizados em Sistemas de Informações Geográficas, na atualidade. Encontram-se aqui descritos o programa ARC/INFO, da Environmental Systems Research Institute (ESRI), Geo/SQL, da Generation 5 Technology, GENAMAP, da Genasys e o MGE, da Intergraph. Os programas contidos neste tópico foram destacados por KORTE (1992). A maioria das informações relacionadas aos programas, foram extraídas de folhetos informativos, distribuídos pelas suas revendedoras. Algumas outras informações são citadas por KORTE (1992).

Os itens a seguir descrevem em linhas gerais as características de cada um dos quatro programas aplicativos citados.

- *ARC/INFO*

O programa ARC/INFO é um aplicativo em SIG que possibilita o armazenamento, a análise, o gerenciamento e a visualização de dados espaciais e alfanuméricos. Apresenta uma estrutura vetorial. É possível utilizá-lo a partir de várias plataformas (desde computadores de grande porte até microcomputadores) e com vários sistemas operacionais.

O programa ARC/INFO foi desenvolvido como um aplicativo genérico, voltado ao atendimento de vários tipos de aplicações em SIG. Ele possui uma grande quantidade de comandos que o capacitam a realizar as seguintes tarefas:

- Criação e gerenciamento de bases de dados espaciais e cadastrais;
- Análises espaciais;
- Consultas às bases;
- Manipulação de dados nas bases espaciais e cadastrais;
- Visualização gráfica de resultados e geração de relatórios;
- Customização do programa pelo usuário.

O programa ainda suporta a conversão de dados para 50 tipos de projeções e pode ser implementado através da aquisição de programas complementares, que permitem a realização de várias outras funções, tais como:

- Possibilitar a execução de análises de rede;
- Suportar a modelagem digital de terreno, incluindo a geração de curvas de nível, cálculo de rampas, geração de seções transversais, análise de corte e aterro e outros;
- Permitir a criação e a manipulação de dados topográficos definidos através de coordenadas geométricas;
- Suportar a associação de dados cartográficos a outros gerenciadores relacionais de base de dados, tais como o Oracle.

- *Geo/SQL*

O programa Geo/SQL permite a criação e o gerenciamento de bases de dados espaciais e alfanuméricas, a realização de análises espaciais, a edição e consulta às bases de dados existentes, a visualização gráfica de resultados e a geração de relatórios. Ele pode ser operado com os sistemas operacionais DOS ou UNIX, a partir de microcomputadores ou estações de trabalho.

Utiliza o programa AutoCAD para a criação, visualização, edição e plotagem das entidades gráficas. Para o gerenciamento das informações alfanuméricas são utilizadas algumas funções padronizadas da linguagem SQL, que possibilitam a realização de várias tarefas, tais como, a criação, a exclusão, a atualização e a inserção de dados às bases alfanuméricas.

- *GENAMAP*

O GENAMAP é um programa utilizado para Sistemas de Informações Geográficas, que permite a criação de bases de dados espaciais e alfanuméricas, a execução de análises espaciais e a realização de consultas às bases existentes. Trabalha sob o sistema operacional UNIX e pode ser usado com vários gerenciadores de dados relacionais. Possui também vários formatos para a entrada de dados.

O programa ainda possibilita a conversão de dados para 30 tipos de projeções e pode ser implementado através da aquisição de programas complementares, que permitem a realização de várias outras funções, tais como:

- Possibilitar o armazenamento, análise, recuperação, modelagem e visualização de dados na estrutura raster;
- Possibilitar a edição gráfica de levantamentos, o ajustamento de poligonais, a modelagem espacial de terrenos, a criação de curvas de nível, o cálculo de volumes e a criação de perfis longitudinais e gabaritos;
- Possibilitar a vetorização de mapas no formato raster.

- MGE/SX

O MGE/SX é um programa utilizado para Sistemas de Informações Geográficas, que possibilita a organização, cópia, recuperação e gerenciamento de todas as informações necessárias a um SIG. Ele permite a realização de consultas às bases alfanuméricas e espaciais, geração de relatórios, definição de coordenadas, entrada e armazenagem de dados.

Esse programa utiliza o editor gráfico MicroStation 32 CADD da Intergraph para a criação, edição e plotagem de entidades gráficas e suporta vários gerenciadores de dados relacionais, para manipulação dos dados alfanuméricos. Ele suporta também a conversão de dados entre vários sistemas de projeção.

O programa pode ainda ser implementado por vários outros módulos da família MGE, voltados à aplicações específicas, tais como geração do modelo tridimensional do terreno, criação de curvas de nível, realização de análises espaciais e análises de rede, conversão de dados entre as estruturas raster e vetorial e outros.

A tabela a seguir, apresentada por KORTE (1992), exhibe uma comparação entre as plataformas e sistemas operacionais utilizados por cada um desses aplicativos.

TABELA 1.1 - Plataformas e sistemas operacionais utilizados pelos aplicativos ARC/INFO, Geo/SQL, GENAMAP e MGE

	ARC/INFO	Geo/SQL	GENAMAP	MGE
<i>Companhia</i>				
	ESRI	Generation 5	Genasys	Intergraph
<i>Plataforma Utilizada</i>				
Computador de grande porte	X			
Estação de trabalho	X	X	X	X
Microcomputador	X	X		
<i>Sistema Operacional Utilizado</i>				
DEC VMS	X			
IBM VM	X			
UNIX	X	X	X	X
DOS	X	X		
PRIMOS	X			
DG AOS	X			

V) Classificação das Cidades de Pequeno, Médio e Grande Porte

A rede urbana brasileira é formada por uma hierarquia de cidades de vários tamanhos, que podem ser classificadas de acordo com diferentes critérios. As classificações adotadas para as cidades, variam conforme os objetivos a que se destinam.

Oficialmente não existe uma definição sobre o que venham a ser cidades de pequeno, médio ou grande porte, sobretudo quando se discute o tamanho das cidades baseado na quantidade de pessoas que constituem a sua população. Pode-se, no entanto, encontrar algumas publicações nas quais são apresentadas alguns tipos de classificações para as cidades em geral.

SANCHES (1988) apresenta, em seu trabalho, uma classificação das cidades brasileiras em função do número de habitantes que compõe a sua população. Os dados apresentados pela autora foram extraídos de estudos publicados pelo GEIPOT (Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes). A tabela a seguir exibe alguns dados sobre essa classificação:

TABELA 1.2 - Classificação das cidades brasileiras

Tipo	Número de Habitantes
Metrópoles Nacionais	> 3.000.000
Metrópoles Regionais	1.000.000 a 3.000.000
Cidades Grandes	500.000 a 1.000.000
Cidades Médias	50.000 a 500.000
Cidades Pequenas	20.000 a 50.000

Como o projeto piloto apresentado neste trabalho, foi desenvolvido em uma cidade com uma população aproximada de 60.000 habitantes, ou seja, muito próxima ao limite máximo para cidades pequenas apresentado na tabela 1.2, optou-se por considerar como cidades pequenas, para efeito deste trabalho, aquelas que possuíssem uma população entre 20.000 e 60.000 habitantes.

As diferenças entre as implantações de SIGs voltadas às cidades de pequeno, médio e grande porte, consistem basicamente na quantidade de recursos humanos alocados, nos custos e prazos de implantação desses sistemas, nos equipamentos eletrônicos e programas aplicativos exigidos por eles, nos recursos disponíveis para o desenvolvimento de cada sistema e no volume total de trabalho a ser desenvolvido, já que este é proporcional a quantidade de informações existentes e à forma de armazenagem e conservação destas. Todas essas variáveis influenciam e direcionam o trabalho a ser desenvolvido e os objetivos e conclusões a serem alcançados, nos estudos voltados a cada um desses casos.

VI) Definição de Cidades, Municípios, Comarcas, Condados e Províncias

Este tópico apresenta uma breve definição a respeito do que venham a ser as cidades, os municípios, as comarcas, os condados e as províncias. A necessidade de se

definir tais elementos, deve-se ao fato destes elementos serem citados com uma certa frequência ao longo deste trabalho.

➤ **Cidades**

Complexos demográficos formados, social e economicamente, por uma importante concentração populacional não agrícola, isto é, dedicada a atividades de caráter mercantil, industrial, financeiro e cultural.

➤ **Municípios**

De acordo com NUNES (1979), são considerados municípios “cada uma das unidades políticas, administrativas em que se divide o território de um estado, regida nos seus próprios interesses por um prefeito, chefe do poder executivo, que executa as leis emanadas do corpo de vereadores eleitos pelo povo e que constitui o seu poder legislativo. Está sob a jurisdição de um ou mais juizes de direito. Subdivide-se em distritos.”

➤ **Comarcas**

De acordo com NUNES (1979), são consideradas comarcas “cada uma das circunscrições judiciárias em que se divide o território de cada estado da união sob a jurisdição de um ou mais juizes de direito. O município constitui um termo judiciário podendo assim haver comarcas de um só ou de dois ou mais termos ou termos em anexos, conforme compreenda um ou mais municípios. Este se subdivide em distritos judiciários, em cujas sedes funcionam os juizes de paz.”

➤ **Condados**

Divisões administrativas, adotadas em certos países como o Canadá, Grã-Bretanha e Estados Unidos.

➤ **Províncias**

Divisão territorial e administrativa de muitos países, geralmente sob a autoridade de um delegado do poder central (Na Argentina, porém, a província equivale a um estado federado).

Capítulo 2

Experiências Municipais em SIG

Este capítulo relata as experiências de cidades no Brasil e no exterior envolvendo as etapas iniciais para a elaboração e implantação de um Sistema de Informações Geográficas. Nele encontram-se descritos alguns erros e acertos cometidos durante o desenvolvimento desse processo.

As experiências aqui relatadas foram extraídas de diversos artigos publicados durante o período de 1992 a 1995, pelas equipes e indivíduos responsáveis ou participantes do processo de implantação, uso e aplicação da tecnologia SIG em seus respectivos municípios.

I) Experiência de Implantação de SIGs no Brasil

Este tópico relata as experiências iniciais de algumas cidades brasileiras na implantação de Sistemas de Informação Geográfica. Estão descritas as experiências de implantação de SIG nas cidades de Belo Horizonte, Curitiba, Lajeado, Santo André, Goiânia e Joinville.

I-1) SIG em Belo Horizonte

Histórico

A implantação do Sistema de Informações Geográficas de Belo Horizonte iniciou-se em agosto de 1989, com a realização de um voo aerofotogramétrico. O objetivo desse voo foi a produção de um novo conjunto de mapas para substituir o conjunto de mapas existentes.

A aquisição em 1992 de equipamentos e de um programa aplicativo para gerir e manter a base de dados espacial, impulsionou o projeto de geoprocessamento. Foram realizados programas extensivos de treinamento, envolvendo profissionais de diversas áreas. Foram também realizadas várias atividades, visando orientar as futuras ações de consolidação do sistema e desenvolvimento das primeiras aplicações.

Hoje a base espacial completa contém cerca de 5 milhões de objetos, na forma vetorial e 1.500 mapas antigos nas escalas 1:1000 e 1:5000, no formato raster, num banco de dados orientado a objeto.

Formação das Bases

Em outubro de 1992 iniciou-se o processo de formação da base de dados espacial definitiva. Ao longo de três anos foi construída uma base de dados digital contínua, cobrindo todo o território do município.

Na criação da base de dados espaciais, foram utilizadas as seguintes fontes:

- Restituição analítica: esse trabalho gerou a maioria do material gráfico digital disponível. Foram recuperadas 97 classes de informação, totalizando cerca de 3.500.000 objetos geográficos.
- Mapas existentes: apesar de datar de 1972, com correções significativas em 1978 e de possuir vários problemas de imprecisão, o conjunto de mapas da cidade, disponível no início do projeto, foi considerado um recurso importante. Nesses mapas foram encontradas informações consideradas vitais, tais como endereços, códigos de lotes e quadras e códigos de logradouros. Os mapas existentes foram rasterizados totalizando cerca de 1300 mapas digitais nas escalas de 1:1000 e 1:5000. Ajustados à sua posição geográfica correta, esses mapas puderam ser visualizados em superposição à restituição, possibilitando a aquisição de informações.

Quase todas as bases de dados alfanuméricas utilizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte tinham algum tipo de referência geográfica, como endereço, quadrícula, quadra ou lote. Para possibilitar a utilização georreferenciada destas informações, uma das primeiras etapas do projeto foi localizar geograficamente o maior número

possível de endereços, quadras, lotes cadastrais e outras referências. Durante o processo de estruturação, foram acrescentadas à base de dados espaciais algumas informações presentes nas bases alfanuméricas.

Aplicações

As principais aplicações do geoprocessamento em Belo Horizonte ocorreram nas seguintes áreas:

- Cadastro escolar;
- Vigilância a mortalidade infantil;
- Sistema de transporte urbano coletivo;
- Saneamento básico;
- Planejamento urbano;
- Elaboração do IQVU (Índice de Qualidade de Vida Urbana).

Desafios

Dentre os desafios a serem enfrentados para o desenvolvimento do projeto para a implantação de um SIG em Belo Horizonte, expostos pela prefeitura, estavam:

- Atualização de dados gráficos;
- Comunicação de dados em redes de longa distância;
- Comercialização de informações;
- Padronização no intercâmbio das informações geográficas.

1-2) SIG em Curitiba

Histórico

A implantação do Sistema de Informações Geográficas em Curitiba iniciou-se em 1989 com a definição de um Plano Diretor e a elaboração de um projeto piloto.

A partir da instalação da primeira estação gráfica, iniciou-se a digitalização da base espacial do município.

Para facilitar o intercâmbio de informações e criar uma plataforma cadastral e cartográfica comum, foi firmado um convênio entre o Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba - IPPUC (autarquia da Prefeitura Municipal de Curitiba) e as concessionárias de energia elétrica, saneamento e telecomunicações do Paraná.

No final de 1993, com a aquisição de novas estações e instalações de programas aplicativos adequados, foi concluída a base de referência espacial de todo o município e desenvolvidas as primeiras aplicações.

Formação da Bases

A base espacial de Curitiba foi composta pela justaposição entre as plantas cadastrais, elaborada pelo cadastro técnico municipal e a base cartográfica do município.

A base cadastral foi criada a partir da digitalização das plantas cadastrais. Essas plantas continham informações de quadras, logradouros e lotes, todos com suas respectivas chaves de acesso. A digitalização e a edição da base cadastral digital foi executada em estações gráficas compostas de microcomputadores, tipo PC/AT 286 e 486, vídeos monocromáticos e coloridos e mesas digitalizadoras.

A base cartográfica foi criada a partir da digitalização de plantas cartográficas analógicas existentes na escala 1:2000 e da restituição analítica das áreas urbanas que não possuíam mapas analógicos.

O georreferenciamento das plantas cadastrais foi realizado ajustando-se quadra a quadra à base cartográfica correspondente. O erro referente a essa justaposição foi distribuído no interior de cada quadra, sendo sempre inferior ao erro limite estabelecido para a escala.

Para a definição da base de dados alfanumérica foram correlacionados entre si os cadastros da Prefeitura, da Companhia Paranaense de Energia Elétrica e do IBGE. Assim, a base de dados espacial foi relacionada ao cadastro de consumidores de energia elétrica e aos setores censitários. Os dados referentes aos consumidores de

energia elétrica foram selecionados a partir de um computador de grande porte e apresentados de forma a serem lidos num banco de dados operado em microcomputador.

Para a manipulação e gerenciamento dos dados alfanuméricos foi adotado o programa MS-ACCESS; a digitalização foi executada através do programa MaxiCAD.

Elementos da Base Gráfica Digital

A base espacial do município de Curitiba, até outubro de 1994, apresentava a seguinte composição:

- 01-) Cadastro de lotes, quadras e eixos de ruas - essa base, com os seus atributos, fundamentava as atividades nas várias secretarias municipais que se apoiavam no inter-relacionamento espacial de dados gráficos, na geração de mapas temáticos e no registro e controle de obras públicas;
- 02-) Divisas administrativas - compreendia as divisas de bairros e as divisas de regionais;
- 03-) Zoneamento, bosques de preservação, fundos de vale e classificação do sistema viário - continham informações que podiam ser utilizadas por todas as secretarias municipais envolvidas com serviços de avaliação para a concessão de uso do solo;
- 04-) Setores do IBGE - possibilitava a caracterização de áreas bem definidas quanto aos resultados do censo demográfico;
- 05-) Altimetria - considerado fundamental como base para o planejamento físico-territorial, os estudos de implantação de infra-estrutura e o desenvolvimento de projetos de engenharia;
- 06-) Rede nacional geodésica - importante na amarração geodésica de novos loteamentos;
- 07-) Pavimentação, meio-fio e sinalização viária;

08-)Edificações;

09-)Mobiliário Urbano;

10-)Áreas públicas de lazer - cadastro de parques, praças, jardins e etc.;

11-)Mapa digital de arruamentos;

12-)Mapa digital geotécnico.

Aplicações do Sistema e Perspectivas para o Futuro

Uma das primeiras aplicações do SIG em Curitiba foi no controle demográfico da população. Os objetivos pretendidos nessa aplicação eram o monitoramento contínuo das mudanças demográficas da cidade, o registro da distribuição espacial da população no processo histórico e o fornecimento de indicadores e parâmetros demográficos para subsidiar o planejamento na formulação de planos e programas de desenvolvimento.

Até outubro de 1994 estava sendo desenvolvida mais uma aplicação que reunia as atividades econômicas do município (comércios, serviços e indústria). Também em fase inicial de implantação encontravam-se o sistema de preservação do patrimônio histórico e a análise do acesso da população aos equipamentos urbanos.

O sistema de preservação do patrimônio histórico tinha por objetivo criar um cadastro digital das edificações protegidas por sua importância histórica. Essa aplicação incluía o armazenamento de imagens fotográficas, textos descritivos e desenhos de engenharia.

A análise do acesso da população aos equipamentos urbanos tinha como objetivo, entre outros, a localização dos equipamentos urbanos diferenciados sobre a malha urbana, o fornecimento de dados específicos, físicos e sociais, para cada estabelecimento e o relacionamento dos equipamentos com o sistema demográfico.

Do ponto de vista de uso do sistema, contemplando análises e intervenções urbanas do poder público, as perspectivas de ampliação do sistema para o município de Curitiba eram promissoras.

1-3) SIG em Lajeado

Metodologia

A metodologia proposta e adotada para a implantação de um Sistema de Informações Geográficas em Lajeado consistiu das seguintes etapas:

- Estudo diagnóstico
- Projeto conceitual do sistema
- Projeto executivo

1-) Estudo diagnóstico - nesta etapa, foram realizadas pesquisas nas áreas de cartografia, cadastro técnico e informática para identificar a situação de cada área e traçar um perfil técnico estrutural da prefeitura. O objetivo dessa avaliação foi adaptar a prefeitura à implantação de um SIG, de maneira que os recursos, materiais e equipamentos disponíveis fossem incorporados ao projeto. Além do levantamento da situação da prefeitura, foram também previstas a identificação das necessidades de outros setores da administração municipal, usuários em potencial do sistema a ser implantado.

A partir do estudo diagnóstico realizado nas área de cartografia, cadastro técnico, informática, recursos humanos e necessidades de informação, foram obtidos os resultados listados na tabela a seguir:

TABELA 2.1 - Resultados obtidos a partir do estudo diagnóstico realizado

Cartografia	<ul style="list-style-type: none">-existência de restituição analógica para 58 km² de área urbana, na escala 1:2000 - desatualizada;-existência de 13 km² de área urbana sem mapeamento (área urbana total = 71 km²);-inexistência de mapeamento nas áreas urbanas dos distritos (área total dos distritos = 10 km²);-inexistência de mapeamento na área rural do município (área rural = 300 km²).
Informática	<ul style="list-style-type: none">-sistemas administrativos implantados - sistemas de tributação, folha de pagamento e de contabilidade;-equipamentos disponíveis - um servidor com 63 terminais;-problemas de lógica de programação e de análise nos sistemas implantados; os sistemas eram mal dimensionados e de difícil manutenção e operação.
Cadastro técnico	<ul style="list-style-type: none">-cadastro imobiliário - 22.000 unidades (atualizado);-cadastro de logradouros (atualização sistemática).
Recursos Humanos	<ul style="list-style-type: none">-falta de cultura no tratamento com mapas;-inexistência de procedimentos de coleta, tratamento e manutenção de dados cadastrais e gráficos; as equipes de fiscalização não tinham vínculo com o cadastro técnico municipal;-falta de pessoal para a implementação do plano diretor de desenvolvimento urbano.
Necessidades de Informatização	<ul style="list-style-type: none">-através de questionários aplicados a todas as secretarias e setores da prefeitura, foram obtidas informações referentes aos setores participantes em cada secretaria e o nível de integração das secretarias com o sistema a ser implantado.

2-) Projeto conceitual - conhecida a realidade técnica-estrutural dos setores e áreas de interesse, foi elaborado nessa etapa um projeto específico para o sistema de informações geográficas a ser implantado, contendo:

- Necessidades detectadas e alternativas de projeto;
- Orçamento preliminar das alternativas;
- Definição da estratégia para a execução da alternativa escolhida;
- Orçamento final e cronograma de execução dos serviços;
- Elaboração das especificações técnicas dos produtos cartográfico, cadastral e de informática;
- Elaboração de minutas de editais cadastral e de informática para a aquisição dos produtos cartográfico.

3-) Projeto executivo - nessa etapa foi elaborado o projeto executivo do sistema a ser implantado. Esse projeto continha as especificações técnicas relativas aos objetivos a serem alcançados com os usuários prioritários, os produtos e serviços a serem adquiridos ou contratados, as atribuições e responsabilidade dos órgãos executores e o dimensionamento dos recursos humanos e dos recursos financeiros necessários.

Prazo

As etapas de estudo diagnóstico e de projeto conceitual do sistema foram concluídas em noventa dias. A etapa de projeto executivo foi concluída em sessenta dias.

Elaboração das Bases Espacial e Cadastral

1-Base Espacial

Para a área urbana de 58 km² que já possuía cartografia, a base cartográfica seria obtida a partir da realização de uma nova restituição fotogramétrica, para atualização planimétrica dos mapas existentes, seguida da digitalização desses mapas, na escala 1:2.000. Para a execução desses serviços foi contratada uma empresa particular.

Para os 13 km² de área urbana sem mapeamento, seria elaborada uma base cartográfica planialtimétrica digital, na escala 1:2.000, obtida através de restituição analítica.

Até outubro de 1994 estavam em processo de execução a base cartográfica planialtimétrica digital das áreas urbanas dos distritos, na escala 1:2.000 e a base planialtimétrica digital para os 300 km² de área rural do município, na escala 1:10.000.

Foram também criadas chaves de acesso para as entidades do banco de dados gráficos, para o interfaceamento destas com os elementos do banco de dados cadastral.

2-Base Alfanumérica

Os procedimentos realizados para o estabelecimento da base alfanumérica foram:

- Estruturação do banco de dados alfanumérico e elaboração de boletins do cadastro imobiliário urbano, já compatibilizado com o cadastro existente na prefeitura, do cadastro de logradouros e de infra-estrutura urbana, do cadastro de equipamentos e serviços comunitários, do cadastro de indústria e prestadores de serviço, do cadastro sócio-econômico e do cadastro de imóveis rurais;
- Execução de levantamentos cadastrais para o setor sócio-econômico e para os setores relacionados ao imobiliário urbano, aos logradouros e à infra-estrutura urbana, aos equipamentos e aos serviços comunitários, às indústrias e aos prestadores de serviços e aos imóveis rurais;
- Compatibilização entre o cadastro imobiliário urbano e a base cartográfica, com a geração da malha urbana (limites dos lotes);
- Geração de chaves de acesso para atributos;
- Geração da base de dados alfanumérica para interfaceamento com a base de dados espacial.

Equipamentos Adquiridos, Recursos Humanos e Custo Total do Sistema

Para a implantação do sistema foram adquiridos uma estação gráfica PC 486/66 e periféricos, uma mesa digitalizadora A1, um ploter A1 e os programas MaxiCad, DBMapa e SIMGEO. O programa SIMGEO teve suas aplicações personalizadas para atender às especificações técnicas estabelecidas para o sistema a ser implantado.

Quanto aos recursos humanos, procedeu-se a execução das seguintes tarefas:

- Realização de seminários internos para a disseminação da tecnologia SIG e das metodologias a serem utilizadas;
- Treinamento de técnicos para a coleta, tratamento e manutenção das bases espacial (cartográfica) e alfanumérica;
- Treinamento de técnicos e usuários para a utilização de aplicações e operação do sistema;
- Treinamento de técnicos do setor de topografia para a adoção de metodologia adequada na produção de levantamentos topográficos compatíveis com o sistema cartográfico adotado.

Os valores previstos para a implantação do sistema e os valores gastos na implantação do sistema foram:

- Base espacial (cartográfica) - o valor gasto para a elaboração da base cartográfica correspondeu a aproximadamente 45% do valor previsto para a execução dessa etapa;
- Base Alfanumérica - o valor gasto para a elaboração da base cadastral correspondeu a 38% do valor gasto para a execução dessa etapa;
- Equipamentos (computadores, periféricos e acessórios e programas aplicativos)
 - o valor gasto para a aquisição de equipamentos correspondeu a aproximadamente 62% do valor previsto para a realização dessa etapa;

- Outros (treinamento de técnicos, projeto do sistema e consultoria técnica) - o valor gasto nessas atividades correspondeu ao valor previsto para as suas realizações.

O custo total de implantação do sistema foi de R\$ 414.000,00 (quatrocentos e quatorze mil reais).

A substituição das metodologias ultrapassadas na avaliação de imóveis urbanos para fins de imposto, triplicou a arrecadação municipal.

As tabelas a seguir exibem os valores previstos e gastos na execução de todas as etapas citadas, a relação entre as quantidades previstas e gastas em cada etapa, a porcentagem gasta para cada etapa em relação ao valor total gasto na execução de todas as etapas e a relação em termos de proporções, para as etapas realizadas.

TABELA 2.2 - Valor previsto x valor gasto

	Valor Previsto	Valor Gasto	Valor Gasto/ Valor Previsto	Valor Gasto/ Valor Total Gasto
Base Espacial	R\$ 490.000	R\$ 220.500	45%	53%
Base Alfanumérica	R\$ 253.500	R\$ 96.000	38%	23%
Equipamentos	R\$ 41.500	R\$ 25.500	62%	6%
Outros	R\$ 72.000	R\$ 72.000	100%	18%
Total	R\$ 857.000	R\$ 414.000	---	100%

TABELA 2.3 - Proporção entre os valores gastos nas etapas realizadas

Base Espacial + Base Alfanumérica	Aquisição de Equipamentos	Outros (Treinamento, Projeto do Sistema e Consultoria Técnica)
12	1	3

1-4) SIG em Santo André

Histórico

O projeto para a implantação do Sistema de Informações Geográficas em Santo André surgiu em 1989, dentro de um contexto de informatização da máquina administrativa da prefeitura. A idéia era obter eficiência na tomada de decisões e nas prestações de serviços através da qualidade e confiabilidade das informações disponíveis.

O primeiro passo para a definição do sistema foi diagnosticar a situação das informações disponíveis. A análise dos dados existentes revelou uma situação caótica. A base cartográfica estava desatualizada, as informações estavam espalhadas e duplicadas em várias áreas e não possuíam uma homogeneização no formato de armazenamento e atualização. Daí a necessidade de implantação de um sistema para gerenciamento de informações. Era necessário, no entanto, que esse sistema atendesse as necessidades de várias secretarias e autarquias e possuísse uma referência de coordenadas única, tornando as informações acessíveis a todos os seus usuários.

Com o objetivo de organizar as etapas para a implantação de um sistema de informações geográfica, foi criada uma equipe encarregada de fazer a ligação entre as diversas áreas envolvidas, prever problemas e soluções que viessem a ocorrer durante o projeto e introduzir a idéia do novo sistema para todas as áreas da prefeitura. Essa equipe foi a mesma inicialmente responsável pelo diagnóstico dos dados existentes. Foi também contratada uma consultoria para a escolha dos equipamentos necessários a implantação de um SIG.

Dados do Município

O município de Santo André possui uma população de aproximadamente 615.000 habitantes e uma área de aproximadamente 175 km², dos quais 39,1 % são urbanizadas e o restante formado por mananciais.

A densidade populacional urbana média é de aproximadamente 105,7 hab./ha. A cidade possui cerca de 3900 logradouros públicos, 134 escolas, 12 hospitais, 4.859 quadras e aproximadamente 140.000 unidades imobiliárias.

Elaboração das Bases

Base Cartográfica

A base cartográfica digital foi obtida através de uma restituição analítica, na escala 1:2.000, realizada a partir de um recobrimento aerofotogramétrico na escala 1:8.000, obedecendo as normatizações do Sistema Cartográfico Metropolitano do município de Santo André.

Com a preocupação de assegurar um produto final satisfatório foram adotados vários critérios de controle e qualidade para as diversas etapas do mapeamento.

O tempo empregado para a obtenção dos produtos finais da base cartográfica foi de dois anos e seis meses.

O programa utilizado para a elaboração da base cartográfica foi o MaxiCAD.

Base Alfanumérica

A base alfanumérica foi desenvolvida a partir da remodelagem do banco de dados. Para tal, foram empregadas três etapas:

- Identificação dos usuários de um mesmo tipo de informação ou de informações que poderiam ser aglutinadas;
- Cruzamento de dados de diversos usuários e eliminação de duplicidade de informações;
- Restruturação dos dados.

Todas essas atividades foram desenvolvidas em computadores de grande porte e depois migradas para o sistema implantado.

Implantação

Uma das definições básicas estabelecidas na implantação do sistema foi que as aplicações seriam priorizadas a curto, médio e longo prazo, sendo dispensada a idéia de um projeto piloto.

Com esse objetivo foram pesquisadas diferentes áreas da prefeitura para identificação dos usuários potenciais do sistema, dos detentores de informações e suas interligações com outras áreas e dos procedimentos para a manutenção das mesmas.

A partir disso, as informações da base cartográfica foram organizadas em tabelas segundo categorias e feições.

Para a efetiva implantação do sistemas foram adotadas três frentes de trabalho:

- A primeira frente de trabalho contemplou as atividades relacionadas ao planejamento urbano. Após o agrupamento das informações gráficas, foram introduzidas informações alfanuméricas, tais como, dados sócio-demográficos, densidade, área, perímetro, população masculina e população feminina;
- A segunda frente de trabalho contemplou as aplicações relacionadas ao cadastro fiscal;
- A terceira frente de trabalho contemplou a área de informática. Foram desenvolvidos sistemas para a otimização de algumas rotinas, fornecido suporte técnico aos usuários e efetuada a migração das informações contidas nos computadores de grande porte para as bases de dados do SIG.

Resultados

Até junho de 1994, haviam sido obtidos os seguintes resultados:

- Base Cartográfica - implantada integralmente, constituindo uma base única para todos os usuários;
- Zoneamento - continha informações sócio-demográfica disponíveis a consulta;

- Quadras Fiscais - permitia rápida localização das quadras, com informações de cadastro fiscal, tais como número de habitantes, densidade populacional e ocupacional e tipo de uso;
- Fechamento de lotes fiscais - continha o fechamento gráfico de lotes. Estava em fase de implantação. Havia sido concluídos aproximadamente vinte mil lotes;
- Ligação de lotes com banco de dados;
- Identificação de áreas e equipamentos urbanos da prefeitura;
- Plano do sistema viário - continha todo o plano de identificação do sistema viário.

Custos

A prefeitura municipal investiu aproximadamente US\$ 750.000 dos quais US\$ 400.000 foram investidos no voo aerofotogramétrico e na restituição digital e US\$ 350.000 em programas aplicativos e equipamentos eletrônicos.

Os recursos humanos foram obtidos na própria prefeitura, o que garantiu domínio de todas as etapas de desenvolvimento e absorção de tecnologia.

Aplicações do Sistema

As áreas iniciais de aplicação do sistema foram no planejamento urbano e cadastro fiscal. Foram elaborados estudos e análises voltados ao planejamento urbano e à manipulação das informações ligadas ao cadastro fiscal.

Posteriormente pretendia-se ampliar o sistema para o gerenciamento de informações na área de educação, saúde, habitação e transporte.

I-5) SIG em Goiânia

Histórico

A prefeitura de Goiânia teve os seus primeiros contatos com a tecnologia de geoprocessamento em 1991, através de empresas fornecedoras de programas aplicativos na área.

A partir de 1993, deu-se início a um projeto para a implantação de um Sistema de Informação Geográfica. Foram realizadas pesquisas na área e obteve-se apoio financeiro por meio de convênios e contatos com organismos no exterior.

Critérios adotados no projeto do Sistema de Informações Geográficas de Goiânia

Alguns dos critérios adotados no projeto do SIG de Goiânia foram:

- Critério dos resultados parciais - o projeto foi dividido em tarefas ou grupos de tarefas específicas, justificadas independentemente da implantação de um SIG, através da divulgação dos resultados parciais a serem obtidos. Como exemplo das tarefas específicas foi citada a revisão do modelo de dados e atualização do banco de dados alfanumérico, justificadas pelo aumento da arrecadação.
- Critério da qualidade mínima - quando as fontes de dados espaciais e não espaciais começaram a ser validadas, foram descobertas uma quantidade enorme de falhas existentes, tais como, dados desatualizados, feições localizadas incorretamente e bordas de mapas não coincidentes. Para a implementação inicial do sistema, optou-se pelo que foi chamado qualidade mínima aceitável. Isto significou, no caso de dados espaciais, que problemas de localização e de bordas não coincidentes seriam admitidos na base espacial, desde que afetassem de forma mínima a execução dos trabalhos. Pretendia-se dar início ao processo de melhoria seletiva do banco de dados após a implantação das funções do SIG e do aculturamento dos usuários, estágio no qual admitia-se ter atingido um conhecimento mais profundo dos custos e benefícios inerentes ao aumento de qualidade das bases. Este mesmo critério também foi adotado na escolha de equipamentos eletrônicos e programas aplicativos.

- Critério da base espacial mínima - segundo esse critério, só fariam parte da base espacial, as informações relacionadas com o formato ou a posição de objetos e consideradas essenciais para as soluções propostas pelo sistema. Dessa forma foram eliminados diversos elementos inicialmente previstos para a base espacial, tais como nomes e identificações de vários objetos.
- Critério relacionado à manutenção dos dados - segundo esse critério, só fariam parte das bases espacial e alfanumérica os dados que fossem atualizados constantemente. Dessa forma foram excluídas várias entidades e atributos de entidades, tais como, árvores, vegetação, cercas, muros, construções e outros.

Tarefas Inicialmente Executadas

As tarefas executadas até outubro de 1994 foram:

- Definição da equipe de geoprocessamento- composta por 4 técnicos, agregando conhecimentos nas áreas de administração pública, desenvolvimento de sistemas, modelagem de dados, administração de banco de dados e cartografia;
- Contato com a nova tecnologia - foram desenvolvidos dois projetos pilotos, abrangendo um total de 4 km² de área urbana. Foram levantados os principais fornecedores de serviços (digitalização, restituição fotogramétrica, consultoria e levantamento de campo) e de produtos (equipamentos eletrônicos e programas aplicativos). Também foram pesquisadas prefeituras em um estágio mais avançado de aplicação da tecnologia SIG;
- Definição do escopo e especificação preliminar do sistema - foram geradas duas planilhas de informações, uma contendo as diversas áreas da prefeitura e suas respectivas subdivisões e outra contendo as funções básicas de um SIG. A partir da sobreposição dessas duas planilhas foi gerado um documento preliminar de definição do escopo do sistema. Também foi definido que o sistema atuaria principalmente na área de planejamento e controle e atenderia de forma restrita e simplificada a área de projeto;
- Base de dados não espaciais - foi utilizada praticamente a mesma base de dados de sistemas gerenciais já desenvolvidos e implantados;

- Base de dados espaciais - os cadastros da prefeitura passaram por uma atualização maciça entre maio de 1992 e dezembro de 1993. Para tal, foram empregados nas fases de maior atividade 215 cadastradores e 74 digitadores. Essa atualização da base espacial, embora realizada independentemente do projeto, melhorou a qualidade dos bancos de dados da prefeitura e estabeleceu relacionamentos entre entidades até então inexistentes.

Tarefas em Desenvolvimento

As tarefas em desenvolvimento até outubro de 1994 eram:

- Aculturamento e divulgação - planejamento e execução de eventos com exposição teórica e demonstrações práticas. O projeto também estava sendo divulgado para a população e segmentos específicos da sociedade através de feiras, congressos e seminários;
- Modelagem dos dados espaciais - definição das principais entidades do modelo de dados espaciais;
- Obtenção da base de dados espaciais - criação do mapa urbano digital de Goiânia. Para tal seria efetuada a digitalização com complementação de algumas camadas (como meio-fio e altimetria) a partir de levantamento em campo e em algumas regiões através de ortofotos. As fontes de dados seriam a mapoteca da Companhia de Saneamento de Goiânia, fotografias aéreas de junho de 1992 e partes das mapotecas do Instituto de Planejamento Municipal - IPLAN, da Telegoiás e da Companhia Elétrica de Goiânia. Pretendia-se tercerizar o trabalho inicial para obtenção da base de dados. A escala básica adotada foi a escala 1:2000;
- Definição da estrutura para a manutenção e distribuição do mapa urbano digital de Goiânia - para tal estava sendo montada uma estrutura para manter a mapoteca atualizada, avaliar a qualidade das informações recebidas e distribuir as informações. Essa estrutura contava também com uma equipe treinada, equipamentos e programas aplicativos.

Tarefas Futuras

As tarefas previstas para o futuro até outubro de 1994 eram:

- Estabelecimento do modelo funcional completo e detalhado do sistema;
- Definição do programa aplicativo a ser utilizado - para isso havia sido montada uma planilha com vários tópicos para a avaliação de programas aplicativos, tais como, a capacidade de manutenção de dados espaciais e não espaciais, a capacidade de análise do aplicativo, a geração de saídas, o armazenamento de dados, suporte técnico, documentação e outros;
- Definição da plataforma para aquisição de equipamentos eletrônicos- até então a prefeitura contava com dois computadores de grande porte. A idéia de adquirir equipamentos de menor porte estava em discussão;
- Treinamento;
- Implementação do modelo funcional utilizando-se os equipamentos eletrônicos e os programas aplicativos escolhidos;
- Testes de aceitação e documentação.

I-6) SIG em Joinville

Histórico

Em 1989 a Prefeitura Municipal de Joinville, preocupada com o incremento das receitas próprias, decidiu realizar um recadastramento imobiliário. A defasagem cadastral estimada na época era de aproximadamente 30.000 imóveis, além de alterações no uso de muitos imóveis já cadastrados.

Para recuperar a defasagem cadastral foi contratado um serviço de aerolevanteamento seguido de recadastramento imobiliário. O aerolevanteamento tinha como objetivo a atualização da base cartográfica de referência, tanto para as atividades cadas-

trais, quanto para as demais atividades relacionadas aos diversos setores da gestão municipal.

Também foi formada uma equipe técnica específica para o acompanhamento e a condução do sistema de cartografia digital, com a contratação de engenheiros cartógrafos, no início do processo de restituição fotogramétrica.

Criação da Base Espacial

Uma vez definida a necessidade de atualização do cadastro imobiliário e contratados os serviços, foram mapeados cerca de 378 km², correspondentes às áreas urbanas de Joinville e do distrito de Pirabeiraba. O mapeamento originou-se de uma cobertura aerofotogramétrica na escala 1:8000, com restituição digital na escala 1:2000.

Problemas Iniciais

Entre os problemas verificados durante o processo de construção da base espacial, dois merecem ser destacados.

O primeiro refere-se a estrutura dos dados gráficos que compunham a base espacial. Formada por um conjunto de pontos e linhas abertas, essa base não possuía a estrutura gráfica necessária para ser utilizada em um programa aplicativo para SIG. A não existência de polígonos fechados não permitia o relacionamento topológico entre as diversas entidades cartográficas. Esse problema ocorreu devido a falta de intenção inicial em se implantar um sistema de informações geográficas. A possibilidade de adoção dessa tecnologia surgiu no decorrer dos trabalhos, após iniciado o processo de restituição.

O segundo problema refere-se ao processo de atualização cartográfica. A não materialização de uma rede de apoio planialtimétrica, já a partir do apoio de campo utilizado no processo de restituição fotogramétrica, fez com que muitos dos pontos de apoio implantados se perdessem ao longo do tempo. Em razão da falta de uma rede de apoio básico, muitos dos loteamentos implantados após o início da execução do projeto não foram lançados na base espacial.

Soluções Adotadas

Para a solução dos problemas de ordem técnica anteriormente citados foram tomadas as seguintes medidas:

- Edição das entidades da base cartográfica digital a fim de possibilitar a criação da topologia. Para isso, foi estabelecido um programa de edição a partir dos níveis de informação que atendessem aos itens de maior importância. Inicialmente foi realizada a edição do sistema imobiliário, através das edições das quadras, edificações e divisas de lotes;
- Atualização da base cartográfica, com o desenvolvimento de um estudo para a implantação da rede de apoio básico;
- Realização de investimento na formação de recursos humanos na tecnologia SIG, através de treinamentos especializados e participações em eventos relacionados à Sistemas de Informações Geográficas.

Implantação do Sistema

O sistema de Informações Geográficas de Joinville até então, estava sendo estruturado segundo quatro domínios: o Cadastro Imobiliário, o Cadastro Econômico, o Cadastro Ambiental e o Cadastro de Logradouros.

Devido a dificuldades operacionais, financeiras e organizacionais, o projeto inicialmente previsto para ser desenvolvido em plataformas de grande capacidade, estava sendo revisado para a adoção de tecnologias alternativas, adequadas a capacidade financeira do município, tais como o emprego de micro computadores na elaboração da arquitetura do sistema. Outras medidas adotadas foram a concentração na edição das feições consideradas básicas e prioridade zero para os trabalhos de modelagem dos sistemas que seriam desenvolvidos.

II-)Experiência de Implantação de SIGs no Exterior

Este tópico relata as experiências de algumas cidades de diversos países, na implantação de Sistemas de Informação Geográfica. Estão descritas as experiências de implantação de SIG nas cidades de Prince William - USA, Moscou - URSS, Santa Fé e Chubut - Argentina. Também é apresentado um resumo de uma pesquisa realizada em 125 comarcas e municípios americanos, relacionada à implantação de Sistemas de Informações Geográficas.

II-1) SIG no condado de Prince William, Virginia, USA

Histórico

O processo para a implantação de um sistema de informações geográficas em Prince Willians teve início em 1984, com a formação de um comitê para estudo de sistemas de informações territoriais. Duas recomendações básicas foram elaboradas por esse comitê. Uma se referia ao estabelecimento de um departamento responsável pelo mapeamento do condado e a outra ao estabelecimento de um sistema de informações territoriais que fosse útil a todos os departamentos e agências do condado. Até então os mapas do condado encontravam-se dispersos entre os departamentos de planejamento, água e esgoto e serviços públicos.

No ano de 1985 foi criado um departamento de mapeamento e iniciada a elaboração da base espacial do condado de Prince Willians.

Dados do Condado de Prince Willians

O condado de Prince Willians possuía uma área 894 km². No final da década de 80 contava com aproximadamente 83.000 lotes fiscais e tinha uma população de 215.000 habitantes.

Projeto Conceitual do Sistema

Para a elaboração do projeto conceitual do sistema de informações territoriais foram contratados consultores especializados em sistemas de planejamento e análises. Estes sugeriram que o sistema de informações territoriais fosse constituído por dois componentes básicos - um sistema de informações administrativas e um sistema de informações geográficas. Esses sistemas deveriam ser interligados através de programas aplicativos, para que a atualização em ambos fosse simultânea.

O sistema de informações administrativas seria destinado aos departamentos que apresentassem uma grande necessidade de informações alfanuméricas e uma pequena necessidade de dados gráficos. Ele seria composto por quatro programas aplicativos abrangendo as áreas de finanças, administração da infra-estrutura, controle das inspeções prediais e residências, revisão de projetos e análises gerais.

O sistema de informações geográficas seria destinado aos departamentos que tivessem uma grande necessidade de informações gráficas. Ele deveria ser constituído por uma base de dados que integrasse as informações gráficas e alfanuméricas.

Elaboração da Base Cartográfica

O primeiro passo para a criação de um planta cartográfica do condado, foi o estabelecimento de uma rede de pontos geodésicos. Até então o condado contava com 17 pontos geodésicos. A meta era obter uma rede geodésica composta por 100 pontos.

Para o estabelecimento dos 83 pontos geodésicos restantes, foi contratado os serviços de um topógrafo qualificado. Este último expandiu os marcos da rede para 100 pontos, espaçados em intervalos de aproximadamente 2 milhas (3,22 km). A seguir, uma firma especializada em medições através da técnica de Sistema de Posicionamento Global (GPS), se encarregou de estabelecer os valores das coordenadas para os 83 novos pontos da rede.

Para a criação da planta cartográfica foi contratada uma firma de fotogrametria. Foi então realizado um vôo e restituídas as fotos aéreas, obtendo-se assim o mapeamento do condado. Os mapas elaborados apresentavam uma escala de 1 polegada =

200 pés (o que corresponde em unidades métricas à escala 1:2400), com curvas de nível espaçadas de 5 pés (1,524 metros). Os mapas foram entregues sob a forma de cópias tradicionais em papel e também sob a forma de arquivos digitais.

Equipamentos Eletrônicos e Programas Aplicativos

O programa aplicativo em sistemas de informações geográficas escolhido foi o Arc/Info. Ele foi adaptado para atender as várias aplicações requeridas para o condado.

Quanto aos equipamentos eletrônicos, inicialmente o sistema era composto por um servidor ligado à dezoito estações de trabalho. Posteriormente, planejava-se substituir o servidor por um de maior capacidade e dar maior autonomia às estações de trabalho, sem no entanto torná-las independente do servidor, o qual armazenava todos os bancos de dados do sistema.

Implementação da Base Cartográfica

Com a aquisição dos equipamentos eletrônicos, do programa aplicativo e da planta cartográfica do condado, foi dado início ao processo de adição dos lotes fiscais à base cartográfica. Esta tarefa foi realizada por um grupo de técnicos pertencentes ao setor responsável pelo mapeamento do condado. Os lotes fiscais foram inicialmente digitalizados e posteriormente sobrepostos à base cartográfica.

Como no início os mapas fiscais existentes encontravam-se desatualizados, foi necessário criar-se novos mapas para a definição dos lotes fiscais. Os novos mapas fiscais foram criados tomando-se como base as escrituras das propriedades e as plantas dos terrenos do condado. A elaboração desses mapas foi efetuada por uma equipe de quatro pessoas durante um período de três anos, paralelamente à criação da base cartográfica pela firma de fotogrametria contratada. Concluída essa tarefa, iniciou-se a digitalização dos novos mapas fiscais. A digitalização desses mapas foi efetuada manualmente, através de mesas digitalizadoras, por uma equipe de quatro pessoas, num período de dois anos.

O departamento de mapeamento iniciou, em seguida, a automação de todas as operações realizadas com o uso de mapas.

A digitalização das tubulações principais das redes de água e esgoto também foi realizada. Os atributos dos elementos das redes de água e esgoto foram obtidos no departamento de água e esgoto, transferidos através de disquetes para a base do SIG e ligados às entidades gráficas.

Os eixos das ruas também passaram a integrar as bases do sistema. Para a digitalização dos eixos das ruas foram utilizados mapas topográficos do condado. Foi também realizada a adição dos números das residências à esquerda e à direita dos eixos das ruas.

Aplicações

Além de armazenar e gerenciar informações, permitir a elaboração de mapas temáticos e dinamizar a administração, o sistema implantado foi também utilizado na execução de várias outras aplicações, entre elas:

- A avaliação do tempo gasto pelo corpo de bombeiros no atendimento ao público, para determinação das áreas mal atendidas e conseqüente estabelecimento de novos postos de bombeiros nessas áreas;
- A comparação entre as áreas dos lotes fiscais e os respectivos registros de cobrança de impostos.

II-2) SIG em Moscou

Histórico

A implantação de um sistema de informações geográficas em Moscou teve início em de 1992, com a visita de membros do comitê de reforma territorial à uma companhia de consultoria dinamarquesa, especializada na implantação de SIG. Devido aos interesses demonstrados pelos russos na implantação desse sistema, os contatos intensificaram-se e após a liberação da verba necessária ao projeto e a aprovação deste em agosto de 1992, foi dado início ao processo de elaboração e planejamento para a implantação do sistema.

Material Existente

Para avaliação do material existente, foi feita uma visita à organização responsável pelo mapeamento da cidade. Verificou-se que o sistema de mapeamento utilizado estava baseado em um sistema de coordenadas matemáticas, estabelecidas aproximadamente em 1930. Esse sistema contava com uma malha de marcos, constituída por pontos com coordenadas planas e elevação a cada 250 metros. Os marcos encontravam-se instalados em plataformas e edifícios.

Os mapas básicos existentes somavam quase 60.000. As escalas variavam entre 1:200, 1:500 e 1:2000. O conjunto de mapas iniciais havia sido estabelecido em 1930 e ampliado de acordo com o crescimento da cidade.

As informações contidas nos mapas eram bastantes detalhadas. Além das informações comumente encontradas em mapas cadastrais, estes ainda possuíam outras, tais como, detalhamento de todos os tipos de tubulações, rede de energia elétrica e as localizações e tipos de quase todas as árvores existentes na cidade.

Quanto as atualizações feitas aos mapas originais, estas nem sempre abrangeram toda uma região; apenas as áreas necessárias a implantação de projetos eram atualizadas. Dessa forma, os mapas existentes constituíam-se em mapas muitos bons, nas áreas nas quais haviam sido implantados projetos de desenvolvimento.

Projeto do Sistema

Para facilitar a sua conclusão, o projeto do sistema foi dividido em duas etapas:

A primeira etapa envolveu um cadastramento simples dos perímetros das propriedades e um cadastramento mais detalhado das informações referentes às propriedades, tais como, uso da propriedade, tipo de edificação, dimensão da edificação e usuários. Esta etapa deveria abranger toda a área de projeto.

A segunda etapa consistiu do aprimoramento dos mapas inicialmente elaborados. Esta fase deveria ser executada a medida em que o conselho da cidade desejasse

vender as propriedades, pois com a venda da propriedade, seria mais fácil de se obter o dinheiro necessário para a realização de um levantamento detalhado no local.

Atividades Desenvolvidas

Depois de uma análise dos mapas básicos existentes em Moscou, decidiu-se pelo uso destes no estabelecimento da base espacial. Durante um período de seis meses, todos os mapas básicos existentes foram passados para o formato raster.

Para o projeto piloto, determinou-se que fosse feita a vetorização dos elementos mais importantes do mapa, como por exemplo, edificações, eixos de ruas, vários tipos de cercas, poços de visitas, postes de iluminação, bocas de lobo, etc. Durante o processo de digitalização, foram atribuídos códigos a todos os elementos. Foram usadas tanto a digitalização através de mesas digitalizadoras, como a vetorização dos mapas no formato raster.

Resultados Inicialmente Alcançados

Segundo relatório publicado durante o verão de 1995, o projeto continuava em desenvolvimento. Muitas das idéias principais do projeto piloto haviam mostrado a sua importância e vários problemas práticos haviam sido resolvidos. Os funcionários do órgão responsável pela implantação do sistema estavam bem treinados e demonstravam competência nos trabalhos relacionados às várias atividades envolvidas.

Os últimos dois anos haviam sido caracterizados pelos trabalhos envolvendo a construção da organização interna necessária ao desenvolvimento do projeto e o aperfeiçoamento das relações de trabalho com outras autoridades públicas de Moscou.

Muitas firmas privadas de topografia haviam também sido estabelecidas para a execução da primeira e da segunda etapa. Os dados levantados eram encaminhados aos escritórios distritais, aonde as informações eram adicionadas à base de dados. Os escritórios distritais também se encarregavam de verificar se todas as aprovações oficiais haviam sido dadas, para em seguida, transferir os dados para registro final no escritório central do órgão responsável pelo sistema.

II-3) SIG na Argentina - Províncias de Chubut e Santa Fé

Histórico

Durante muitos anos desenvolveu-se na Argentina uma situação na qual os valores registrados das propriedades eram muito baixos. Enquanto não foi necessário aumentar a arrecadação dos impostos locais, já que o dinheiro podia ser obtido a partir dos orçamentos centrais ou provinciais, os impostos foram mantidos baixos.

Ao longo dos anos porém, uma crescente necessidade econômica de se obter uma maior arrecadação, levou as províncias a optarem pela atualização de seus cadastros. Devido ao carácter econômico, os projetos formulados pelas províncias para atualização e modernização dos cadastros focaram principalmente a captura de dados para atualização das informações existentes sobre as edificações.

Situação dos Cadastros

Os levantamentos topográficos na Argentina eram geralmente realizados por escritórios de topografia privados. Como os órgãos responsáveis pela organização dos cadastros não tinham possibilidades de controlar a precisão desses levantamentos, muitos terrenos, especialmente nas áreas rurais, apresentavam uma precisão muito baixa. Existiam casos extremos, em que parte do perímetro das propriedades distava até 15 km da sua real posição. A área urbana também não possuía mapas confiáveis. Havia portanto uma necessidade de serem elaborados mapas consistentes.

As propostas de projeto das províncias de Chubut e Santa Fé para a elaboração de novos mapas, incluíam a densificação da rede geodésica através do uso de GPS e a restituição de fotografias aéreas, nas áreas urbanas. Para as áreas rurais seriam combinadas imagens de satélite e os mapas cadastrais existentes, com a densificação da rede geodésica.

A restituição das fotos aéreas na área urbana deveria fornecer um mapa consistente das quadras. Os mapas cadastrais de lotes existentes, a nível de quadras, seriam então ajustados à geometria das quadras restituídas. Para se ter uma idéia da dimensão deste trabalho, somente na província de Santa Fé seriam ajustadas 80.000 qua-

dras, uma a uma. Uma vez realizado este trabalho, as organizações cadastrais poderiam dispor de um conjunto de dados associados aos lotes, úteis às demais organizações municipais.

Aspectos Particulares à Região

Quanto aos aspectos relacionados à região, em particular, cabe ressaltar dois aspectos de maior importância para a elaboração das bases de dados. O primeiro relaciona-se às áreas e espaços públicos e o segundo aos procedimentos até então empregados para a identificação dos lotes nas províncias.

As informações recebidas pelas províncias tinham como referência os lotes e eram apresentadas na forma de mapas. Estes mapas eram elaborados pelas organizações cadastrais, com as informações obtidas através dos levantamentos realizados pelo setor privado. Os espaços públicos, tais como ruas e parques, apareciam nos mapas cadastrais como espaços abertos entre as propriedades privadas. Estas áreas não eram consideradas como terrenos no cadastro legal. Como consequência, mesmo sendo consideradas de grande interesse aos municípios, elas tendiam a ficar fora da base espacial.

Um outro aspecto interessante refere-se à identificação dos lotes. Os procedimentos de taxação dominavam a muito os procedimentos para a identificação dos lotes. No entanto, os objetos taxados não correspondiam aos objetos legais. Além disso, os registros públicos, os quais eram de responsabilidade de uma organização separada, tinham os seus próprios sistema de identificação, vários deles baseados em transações e não nos objetos em si. O resultado de tudo isso era a existência de vários identificadores para um mesmo objeto. Como a manutenção de todos estes identificadores pelo novo sistema era impraticável, os projetos de SIG das províncias incluíam um novo sistema de identificação, no qual os objetos apresentariam identificadores únicos.

Desenvolvimento do Projeto

Os pontos mais fracos dos projetos de ambas as províncias eram os planos previamente elaborados para a execução destes. Em geral, somente algumas características principais do sistema haviam sido formuladas.

Em Santa Fé, o órgão responsável pelo cadastro decidiu fazer um contrato com uma firma argentina. A firma contratada se mostrou aberta para a discussão de todos os itens relacionados ao sistema, durante o desenvolvimento do projeto e também tinha como responsabilidade contribuir no treinamento dos membros do cadastro. Também foi formado um grupo de técnicos especial, dentro do órgão municipal responsável pelo cadastro, encarregado pelas comunicações com a firma contratada. Este grupo receberia treinamento especial e seria responsável pelo gerenciamento das alterações feitas à organização, com a implantação das novas técnicas adquiridas. Ele também seria responsável pelo controle de qualidade dos produtos entregues pela firma contratada.

Em Chubut, a idéia inicial era que a organização municipal responsável pelo cadastro, executasse o desenvolvimento do sistema, através da contratação de vários especialistas em diversas áreas, tais como, captura de dados, processamento de dados e instalação de equipamentos e programas aplicativos. No entanto, assim como em Santa Fé, faltava um programa claro para o desenvolvimento do projeto, bem como indivíduos dentro da organização, para execução dos trabalhos. Esta situação foi revertida no período de um ano e o sistema passou então a contar com um programa bem definido, em termos de desenvolvimento e especificações. Também foi constituído um grupo de técnicos, com treinamento especial, para o controle da qualidade dos trabalhos produzidos.

II-4) SIG nos EUA - Resultados de uma Pesquisa Realizada em 125 Cidades e Comarcas Americanas

Em novembro de 1990, a pesquisadora Zorica D. Budic iniciou uma pesquisa com o objetivo de averiguar as contribuições proporcionadas pelo uso da tecnologia SIG nas administrações urbanas.

Essa pesquisa foi baseada em um levantamento envolvendo 125 comarcas e municípios americanos nos estados da Flórida, Geórgia, Carolina do Norte e Carolina do Sul. Um questionário foi enviado para os departamentos de planejamento das comarcas e municípios envolvidos. As respostas deveriam ser dadas por funcionários bastante familiarizados com a tecnologia SIG ou pelo chefe do departamento de planejamento. Os participantes deveriam preencher o questionário mesmo que eles não tivessem a tecnologia implantada nos seus departamentos, mas pudessem acessá-la em outras partes do governo local. Os participantes deveriam comparar os diferentes aspectos relacionados a eficiência na tomada de decisões e na realização de tarefas antes e após a implantação da tecnologia SIG.

As respostas relacionadas às mudanças na qualidade e quantidade de informação e na tomada de decisões foram classificadas em cinco categorias, cujos valores variavam de “muito pior” a “muito melhor”. As respostas deveriam ser formuladas a partir de uma análise baseada na eficiência geral do sistema e não somente na eficiência do sistema relacionada à aplicações específicas.

Dados sobre a participação e suporte político no desenvolvimento da tecnologia SIG também foram coletados e classificados. Informações relativas a outros fatores de implantação também foram coletadas através de perguntas diretas sobre o uso, as características e suporte técnico relativos a implantação dos SIGs.

Os questionários foram enviados durante o período de novembro de 1990 à maio de 1991. A maioria das respostas foram obtidas em janeiro de 1991. O levantamento foi distribuído entre os municípios e comarcas dos quatro estados citados, abrangendo 86 comarcas, representativas de 23,1 % do total de comarcas e 39 municípios, representativos de 3,6 % do total de municípios com população superior a 2.500 habitantes. Do total das 99 respostas enviadas, relativas a um índice de respostas de 79 %, foram verificadas 29 respostas de governos locais que afirmavam possuir um SIG já em operação. Como o estudo tinha por objetivo a utilização de SIGs em atividades locais de planejamento, foram excluídas 7 respostas das 29 enviadas, pois estas não haviam sido formuladas pelos departamentos de planejamento dos governos locais, e sim por outros departamentos. Dessa forma a pesquisa foi realizada em uma amostra contendo respostas de 22 governos locais, distribuídos em 14 comarcas e 8 municípios. Devido ao tamanho reduzido da amostra, foram somente efetuadas análises estatísticas simples.

A maioria dos governos locais, 20 do total de 22, ou 91 %, tinha menos de 30 funcionários. Oito administrações locais eram muito pequenas, com menos de 5 funcionários. A maioria das populações locais variavam entre 50.000 à 500.000 habitantes. Havia apenas três populações na amostra inferior a 50.000 habitantes e uma superior a 500.000 habitantes.

As tabelas abaixo resumem algumas das características das administrações locais.

TABELA 2.4 - Quantidade de municípios e comarcas analisados

Estado	Tipo de Governo		Total
	Município	Comarca	
Flórida	4	3	7
Geórgia	1	2	3
Carolina do Norte	1	8	9
Carolina do Sul	2	1	3

TABELA 2.5 - Intervalos de população para os municípios e comarcas analisados

População	Município	Comarca	Total
Menor que 25.000 habitantes	1	0	1
25.000-49.999 habitantes	1	1	2
50.000-99.999 habitantes	4	3	7
100.000-299.999 habitantes	1	5	6
300.000-499.999 habitantes	1	4	5
Maior que 500.000 habitantes	0	1	1

TABELA 2.6 - Número de funcionários para os municípios e comarcas analisados

Quantidade de funcionários	Município	Comarca	Total
Menor que 5	3	5	8
De 5 à 9	1	3	4
De 10 à 29	4	4	8
Maior que 30	0	1	1
Sem resposta	0	1	1
Total	8	14	22

Percepção dos Benefícios do SIG

A maioria dos governos locais encontrava-se nos primeiros estágios de implementação de um SIG. Do total analisado, 91 % haviam implementado seu Sistema de Informações Geográficas em 1988 ou um pouco mais tarde e apenas metade deles tinham usado o sistema por mais de um ano. Assim nem todos os governos locais puderam avaliar se o Sistema de Informações Geográficas implantado havia ou não correspondido as expectativas esperadas. A resposta de 9 dos 22 governos locais foi de que ainda era muito cedo para se concluir se o SIG tinha ou não correspondido as suas expectativas. A resposta dos 13 governos locais restantes, com condições de avaliar o sistema, foi de que o SIG tinha correspondido ou mesmo superado as suas expectativas. Nenhum governo local afirmou que o SIG não havia correspondido as expectativas esperadas. A tabela a seguir, resume as respostas dadas pelos governos locais quanto a percepção dos benefícios obtidos com os SIGs implantados.

TABELA 2.7 - Percepção dos benefícios dos sistemas implantados

	Quantidade em número	Quantidade em porcentagem
Expectativas correspondidas	10	45.5
Expectativas superadas	3	13.6
Muito cedo para se avaliar	9	40.9

Benefícios Operacionais e Benefícios na Tomada de Decisões

Para a avaliação da eficiência na execução de tarefas foram avaliados quatro indicadores. São eles:

- Precisão dos dados espaciais e atributos;
- Disponibilidade de dados atualizados;
- Tempo de duração para coleta de dados, incluindo outras fontes de pesquisas além das bases de dados do SIG;
- Acessibilidade aos mapas e dados de atributos contidos no SIG.

Para a avaliação da eficiência na tomada de decisões foram avaliados cinco indicadores. São eles:

- Tempo necessário para a tomada de decisões;
- Clareza das decisões;
- Identificação de conflitos;
- Comunicação e interpretação de informações;
- Confiança nas análises geradas pelo SIG.

As respostas dos governos locais quanto aos indicadores acima relacionados variaram bastante. A tabela a seguir resume as respostas enviadas.

TABELA 2.8 - Avaliação dos indicadores de eficiência

Indicadores	Quantidade de governos locais avaliando a eficiência como:						Média das respos- tas
	Muito pior	Um pouco pior	Sem altera- ção	Um pouco melhor	Muito melhor	Sem resposta	
Eficiência na execução de tarefas							
Precisão dos dados	0 0.0 %	2 9.1 %	3 9.1 %	9 40.9 %	6 27.3 %	2 9.1 %	3.95
Disponibilidade de dados	0 0.0 %	0 0.0 %	7 31.8 %	9 40.9 %	5 22.7 %	1 4.5 %	3.90
Tempo de coleta de dados	1 4.5 %	0 0.0 %	13 59.1 %	5 22.7 %	1 4.59 %	2 9.1 %	3.25
Acessibilidade dos dados	0 0.0 %	1 4.5 %	4 18.2 %	8 36.4 %	9 40.9 %	0 0.0 %	4.14
Eficiência na tomada de decisões							
Tempo necessário	0 0.0 %	1 4.5 %	8 36.4 %	7 31.8 %	2 9.1 %	4 18.2 %	3.56
Clareza das decisões	0 0.0 %	0 0.0 %	7 31.8 %	5 22.7 %	4 18.2 %	6 27.3 %	3.81
Identificação de conflitos	0 0.0 %	0 0.0 %	6 27.3 %	4 18.2 %	6 27.3 %	6 27.3 %	4.00
Comunicação da informação	0 0.0 %	0 0.0 %	2 9.1 %	8 36.4 %	11 50.0 %	1 4.5 %	4.43
Confiança nas análises	0 0.0 %	0 0.0 %	4 18.2 %	9 40.9 %	5 22.7 %	4 18.2 %	4.06

Muitos governos locais não avaliaram todos os indicadores de eficiência. O número de respostas não dadas foi maior para as questões relacionadas a eficiência nas tomadas de decisões, do que para as questões relacionadas a eficiência na execução das tarefas. Isso ocorreu devido a implementação do SIG ser muito recente, o que

não capacitava os governos locais a perceberem os benefícios do sistema implantado e avaliar a sua eficiência.

Fatores de Implementação

Numerosos fatores influenciam no melhor aproveitamento de uma nova tecnologia; ou seja, na máxima produção de benefícios a partir de investimentos públicos, no caso de SIGs. Para a pesquisa em questão, foram examinados 7 fatores de implementação, considerados componentes importantes na determinação de um Sistema de Informações Geográficas eficiente. As informações relacionadas à esses fatores foram obtidas utilizando-se os dados dos municípios e comarcas pesquisados. Os fatores de implementação estudados foram:

- Suporte político;
- Suporte técnico;
- Período de experiência com SIG;
- Divisão do sistema;
- Compreensão da base de dados do SIG;
- Número de aplicações;
- Tipo de aplicação.

Dos fatores examinados, cinco foram classificados como apresentando somente dois valores (denominados variáveis dicotômicas). Foram eles suporte político, suporte técnico, período de experiência com SIG, divisão do sistema e tipo de aplicação. Os outros dois fatores estudados, ou seja, o número de aplicações e a compreensão da base de dados do SIG, foram considerados variáveis contínuas.

Para o fator suporte político foram consideradas duas possibilidades - forte apoio político (valores 4 e 5 numa escala de 1 à 5) ou um fraco apoio político (valores 1,2,3 numa escala de 1 à 5).

Para o fator suporte técnico, foram consideradas as possibilidades da existência ou não de um especialista em SIG no quadro de funcionários do departamento.

Para o fator período de experiência com SIG, foram consideradas as possibilidades de uso do SIG por um período superior ou inferior a um ano.

Para o fator divisão do sistema, foram consideradas as possibilidades de restrição do SIG a apenas um departamento ou partilha do sistema entre vários departamentos e agências.

Para o fator tipo de aplicação, foram consideradas as possibilidades de uso ou não do sistema para análise de dados. A tabela a seguir apresenta os resultados do estudo realizado.

TABELA 2.9 - Resultados do estudo realizado

Variável	Tipo de variável	Descrição
Suporte político	Dicotômica	Valores 4 e 5 assinalados a partir da escala de 1 à 5 - 16 governos locais ou 73 %
Suporte técnico	Dicotômica	Presença de um especialista em SIG em tempo integral - 13 governos locais ou 59 %
Período de experiência com SIG	Dicotômica	Período de utilização do SIG superior a um ano - 11 governos locais ou 50 %
Divisão do sistema	Dicotômica	Partilha do sistema entre vários departamentos e agências - 11 governos locais ou 50 %
Compreensão da base de dados do SIG	Contínua	Número de mapas da base de dados
Número de aplicações	Contínua	Número de aplicações de planeamento inter-relacionadas
Tipo de aplicação	Dicotômica	Utilização do sistema em tarefas de análises orientadas em conjunto ou em substituição à utilização do sistema para tarefas simples.

Foram também realizadas análises estatísticas sobre os fatores anteriormente citados, para a determinação daqueles que mais se evidenciaram na influência sobre a

estratégia de implementação de um SIG. O resumo abaixo descreve os resultados obtidos:

- Suporte político - constatou-se que um suporte político seguro era importante no estabelecimento de um SIG viável. Um suporte político forte ou não, influenciava na eficiência das tomadas de decisão e na execução de tarefas de um governo local;
- Suporte técnico - constatou-se que um suporte técnico era fundamental para governos locais concentrados em adquirir eficiência operacional. A eficiência na execução de tarefas podia estar relacionada à natureza dos serviços realizados ou ao fato de essa atividade ser uma meta inicial para o desenvolvimento de um SIG;
- Período de experiência com SIG - constatou-se que períodos prolongados de experiência com SIG tornavam mais eficientes as operações primárias;
- Divisão do sistema e tipo de aplicação - constatou-se que para que os benefícios do SIG fossem aproveitados, sobretudo na tomada de decisões, os governos locais deviam promover a divisão do sistema e o desenvolvimento de tarefas relacionadas às análises de dados;
- Aplicações - constatou-se que um grande número de aplicações em SIG estavam associadas aos benefícios na eficiência das tomadas de decisões e na execução de tarefas.

Capítulo 3

Cadastros

Este capítulo define o que é um cadastro, descreve a composição geral dos cadastros e relata a importância dos cadastros na administração, formulação, implementação e controle das políticas aplicadas aos terrenos urbanos; descreve a importância da informática aplicada aos cadastros e a aplicação de SIGs no gerenciamento urbano; cita algumas áreas de aplicação de SIGs relacionadas ao gerenciamento urbano e exhibe, em linhas gerais, o cadastro da cidade de São Carlos, a título de exemplo de cadastro municipal.

1) Definição de um Cadastro

Um cadastro está normalmente baseado em lotes ou parcelas e corresponde a um sistema informativo dos terrenos, com dados de interesse sobre eles (direitos, restrições e responsabilidades). Em geral, inclui uma descrição geométrica do terreno associada a outras informações que descrevem a propriedade, a natureza dos interesses, o valor do terreno e seus melhoramentos. Pode ser estabelecido com propósitos fiscais, tais como impostos e avaliações, com propósitos legais, tais como transferências, ou para auxiliar no direcionamento e uso do terreno, em casos de planejamento e outros fins administrativos.

Os cadastros são normalmente administrados por um ou mais setores governamentais. Tradicionalmente os cadastros foram elaborados para auxiliar na avaliação de impostos, de bens de consumo e na distribuição de terrenos. Eles ajudam a melhorar a eficiência das transações, com informações relevantes e seguras a respeito dos terrenos em geral. Também podem dar, a cada nível de governo, um inventário

completo das propriedades, para a implementação de impostos e para o desenvolvimento, administração dos terrenos e planejamento rural e urbano.

Um cadastro é normalmente um sistema parcelário, ou seja, é composto por informações que descrevem geograficamente unidades bem definidas de terrenos. Essas unidades são definidas por limites para uso exclusivo de indivíduos ou grupos específicos (famílias, corporações, etc.). A cada parcela de terreno é dado um código único. Estes códigos podem incluir direções, coordenadas ou número de parcelas e são geralmente apresentados em um mapa. Os mapas cadastrais, mostram a posição relativa de todas as parcelas de uma dada região. Eles normalmente apresentam escalas que variam de 1:10.000 a 1:500.

Um cadastro deve ser unificado, para que possa ser utilizado por vários tipos de cidadãos e setores que necessitem de informações relacionadas a organização social. Um cadastro multifinalitário ajuda a evitar a duplicação de dados e auxilia no seu intercâmbio.

Os cadastros são geralmente criados e administrados através de uma organização governamental. Em alguns países os cadastros são responsabilidade do governo local, enquanto que em outros são responsabilidade do governo federal.

Em geral, algumas informações de interesse contidas em um cadastro incluem a posição geográfica, limites e coordenadas das parcelas, posse (direitos de propriedade e aluguel) e valores de terrenos. Outros tipos de informações, com importância para grupos distintos de usuários, também podem ser encontradas e usualmente incluem:

- Dados referentes as edificações e imobiliários;
- Informações relacionadas a agricultura (classificação da capacidade dos terrenos e uso dos terrenos);
- Informações florestais;
- Utilidades (atendimento quanto a água potável, esgoto, eletricidade e telefonia);
- Dados referentes a qualidade do meio ambiente;
- Dados demográficos (estatísticas da população).

Os cadastros possuem um papel muito importante nas regulamentações de uso dos terrenos. Essas regulamentações estipulam condições para o estabelecimento inicial

de loteamentos ou glebas (desmembramentos e unificações), utilização e dimensões dos lotes, abastecimento de água, coleta de esgoto e arruamento.

Os cadastros são essenciais para a obtenção de informações requeridas pelos construtores privados, pelos proprietários de terrenos ou pelas autoridades públicas, assegurando uma maximização de benefícios e uma minimização de custos (econômicos, sociais e ambientais).

II) A Evolução dos Cadastros

O cadastro e os sistemas de unidades de medidas evoluíram juntos. A evolução de um refletiu diretamente na evolução do outro. Foi assim desde os primórdios da civilização. O homem primitivo não necessitava de um sistema de medidas ou de um cadastro aprimorado. As suas necessidades metrológicas eram apenas para algumas indicações rústicas de posições, distâncias aproximadas e relações de grandezas como “maior e mais pesado do que” ou “menor e mais leve do que”. Foi somente a partir do momento em que houve a necessidade de cultivar a terra ou transferir o gado para pastagens mais férteis que houve a necessidade de comunicar-se mais convenientemente em termos de medidas e de cadastro. Criou-se assim as primeiras unidades de medidas e o primeiro cadastro.

Os registros históricos indicam que os primeiros nômades sedentarizaram-se e construíram as primeiras cidades por volta do ano 6500 a.C., às margens dos rios Tigre e Eufrates, no Oriente Médio, e por volta do ano 5000 a.C., às margens do rio Nilo, no norte da África. Passaram a domesticar animais, construíram sistemas de irrigação, templos, palácios e desenvolveram os primeiros rudimentos de escritura. É razoável supor que eles tenham também desenvolvido algum tipo de sistema de medidas. De fato, sabe-se que os Assírios, os Babilônios e os Egípcios efetuavam trabalhos de medições e possuíam até mesmo plantas e registros que garantiam o direito de propriedade sobre as parcelas. As subdivisões do terreno e as representações das plantas das cidades eram gravadas sobre placas de argila, como o exemplo apresentado na Figura 3.1.

FIGURA 3.1 - Mapa mundi em placa de argila - Babilônia, século VIII a.C., de acordo com DIRECTION FÉDÉRALE DES MENSURATIONS CADASTRALES (1987)

A noção de cadastro, tal como a vemos atualmente, teve as suas origens no tempo dos gregos e significa, simplifcadamente, “em colunas alinhadas”. Era utilizado quase que exclusivamente para a coleta de impostos, mas possuía a sua representação geométrica definida. O grego Hippodamus de Mileto foi o primeiro arquiteto a utilizar um arranjo quadrangular de lotes, e o fez por volta do ano 476 a.C., quando projetou a própria cidade de Mileto.

No tempo dos romanos o cadastro adquiriu grande importância. O *capita registra*, que significa relação de parcelas, representava a base do cálculo para a cobrança dos impostos. Os profissionais denominados *mensores* (medidores) ou *agrimensores* (medidores de terra), eram os responsáveis pela medição e pelo registro das parcelas. Os romanos realizavam trabalhos simplificados de mensuração e gravavam as plantas em aliagem ou em enormes placas de mármore.

No início da Idade Média, o interesse concentrava-se muito mais sobre as ciências do que sobre a mensuração, e o cadastro sofreu muito pouca evolução. Somente com a invenção da imprensa é que houve um avanço, a partir do que as cartas passaram a ser representadas sobre couro ou madeira.

Na época das grandes invenções, séculos XV e XVI, a mensuração sofreu novo alento e sábios como o astrônomo Kepler, os matemáticos Bürgi e Napier, o filósofo Descartes, os físicos Newton e Leibnitz, desenvolveram novos métodos matemáticos e instrumentos de medições, que acabaram por engendrar um grande progresso na mensuração. O cadastro, entretanto, embora mais preciso geometricamente, continuou a ser utilizado apenas para a coleta de impostos. A figura 3.2 mostra uma gravura sobre madeira exemplificando um trabalho de medição a prancheta, feita no século XVIII.

FIGURA 3.2 - Levantamento de terreno a prancheta - gravura em madeira, século XVII de acordo com DIRECTION FÉDÉRALE DES MENSURATIONS CADASTRALES (1987)

O primeiro cadastro consistente e preciso foi estabelecido em Milão, no século XVII, e serviu como modelo para toda a Europa. Em 1807, Napoleão I ordenou que fosse feito um levantamento topográfico geral da França para servir como base cadastral. O interesse primordial continuava sendo a coleta de impostos, porém graças ao levantamento cadastral, os impostos passaram a ser mais justos. Na mesma época, a Áustria e a Alemanha estabeleceram também a sua base cadastral, e foram seguidos por vários outros países europeus.

A partir do século XVIII, com o desenvolvimento do mercado imobiliário, o cadastro passou a ter cada vez mais importância. Do instrumento fiscal que consistia o cadastro das parcelas, ele transformou-se em um cadastro jurídico, que fixava os direitos das parcelas. As plantas passaram então a ser parte integrante do registro de imóveis e a ter o status de título público, em alguns países.

A medida que o indivíduo e a sociedade passaram a ter maior consciência da importância do cadastro, ele passou a ser cada vez mais exigido e aprimorado. Para o indivíduo ele passou a representar:

- Um documento seguro de propriedade;
- Facilidade para contrair empréstimos e realizar negociações de compra e venda, e
- Maior segurança contra disputas de limites e títulos.

Para a sociedade as vantagens foram ainda maiores:

- Tributação mais justa;
- Planejamento mais eficiente do uso do solo;
- Planejamento mais eficiente no parcelamento do solo;
- Facilidade para a administração do bem público;
- Facilidade nas tomadas de decisões nos atos governamentais, e
- Muitos outros.

A importância do cadastro tornou-se cada vez maior e como resultado também a sua organização. Para atender as necessidades crescente da sociedade, a organização do cadastro evoluiu muito desde a sua sistematização, a partir do século XVII, até os dias de hoje, passando por quatro fases principais, conforme ilustrado na figura 3.3.

FIGURA 3.3 - A evolução do cadastro, de acordo com Silva * (1996)

Na primeira fase, a parte descritiva do cadastro era gerenciada a partir de registros em livros e a parte gráfica, quando existente, era representada em plantas cadastrais gerais. Nessa fase, eram raros os cadastros que possuíam indicações de outros atributos além do nome do proprietário, o tipo de utilização, a área e a localização. No Brasil, este tipo de cadastro já foi totalmente abandonado.

A segunda etapa consistiu na sistematização da primeira. O cadastro descritivo foi sistematizado em fichas e fichários e o cadastro gráfico foi sistematizado em mapotecas, com plantas setorizadas. As fichas e os mapas são muito mais fáceis de serem manipulados e atualizados do que os livros de registros e os mapas gerais. Nessa fase, o cadastro já passou a possuir uma quantidade muito mais elevada de informações, do que a primeira, tais como, comprimento das divisas das parcelas, zoneamen-

* Silva, I. (USP Escola de Engenharia de São Carlos). *Comunicação Pessoal*, 1996

to, valor do terreno, serviços públicos, dívidas, etc.. No Brasil, vários municípios encontram-se ainda nessa fase de evolução.

A terceira fase foi produto do aparecimento da informática. Os registros descritivos passaram a ser armazenados em arquivos de computador e gerenciados a partir de programas aplicativos. O cadastro gráfico, antes em formato analógico, tornou-se numérico, baseado em um editor gráfico de desenho. É evidente que nessa fase a velocidade de processamento e a atualização das informações tornaram-se muito mais velozes. A quantidade de informações armazenadas, porém, em muitos casos manteve-se a mesma. A grande maioria dos municípios brasileiros encontram-se numa fase intermediária entre a segunda e a terceira etapa. O cadastro descritivo encontra-se informatizado, porém o cadastro gráfico, encontra-se ainda em formato analógico.

A quarta fase representa a integração e a automatização do cadastro. Trata-se da aplicação das técnicas de geoprocessamento ao gerenciamento cadastral. As informações descritivas são gerenciadas a partir de bancos de dados compatibilizados com as informações gráficas, formando um sistema único de gerenciamento. É o cadastro atingindo a sua maioridade e tornando-se multifinalitário. A figura 3.4 exibe uma representação gráfica de um sistema de gerenciamento cadastral através de um Sistema de Informações Geográficas. No Brasil ainda são poucos os municípios que possuem um sistema de gerenciamento cadastral deste tipo. Alguns encontram-se numa fase intermediária e outros encontram-se em fase de implantação.

FIGURA 3.4 - Gerenciamento cadastral através de um Sistema de Informações Geográficas; de acordo com Silva * (1996)

III) Tipos de Cadastros

Vários tipos diferentes de cadastros foram desenvolvidos ao longo da história. Algumas sociedades no passado criaram tipos rudimentares de cadastros para suportar impostos e outras atividades administrativas. Em geral, as diferenças verificadas entre os vários tipos de cadastros criados, foram motivadas principalmente pela cultura, geografia, uso do terreno e tecnologia existente, entre outros.

Atualmente os cadastros podem ser classificados em vários tipos, como por exemplo:

- De acordo com a sua função primária (para suportar impostos, transferências, distribuição de terrenos e atividades administrativas de propósitos múltiplos);
- De acordo com o grau de responsabilidade do estado para garantir a precisão e o acesso aos dados (total responsabilidade do estado, responsabilidade parcial do estado ou responsabilidade privada);

* Silva, I. (USP Escola de Engenharia de São Carlos). Comunicação Pessoal, 1996

- De acordo com a posição e jurisdição (cadastros urbanos e rurais; cadastros centralizados e descentralizados);
- De acordo com as diferentes maneiras utilizadas para a coleta de informações sobre os lotes (levantamentos topográficos, fotografias aéreas, etc.).

Todos esses fatores ajudam a determinar a resolução e a escala dos elementos gráficos, os tipos e as características das informações espaciais e cadastrais e a responsabilidade das organizações na administração desses dados.

Alguns outros fatores que influenciam no formato e na administração dos cadastros são:

- História, cultura e leis usuais de propriedade;
- Área;
- Geografia e economia;
- Distribuição da população;
- Nível de tecnologia;
- Leis usuais de administração pública;

Nos países europeus, assim como em outros países, a administração das informações cadastrais tem sido historicamente dividida entre várias organizações governamentais e privadas. Atividades relacionadas à cartografia, à delimitação de lotes e a manutenção de seus dados para o fisco tem ficado a cargo dos profissionais de agrimensura. Em algumas regiões, como na América do Norte, outros profissionais tem sido historicamente responsáveis pelo planejamento de políticas de uso dos terrenos, sua avaliação e impostos.

O desenvolvimento de sistemas modernos de informações de terrenos, através do uso da informática, vem gerando uma aproximação entre as organizações responsáveis pelos dados cadastrais. Em alguns países, as funções legais e fiscais de registros de terrenos, agrimensura e cartografia tem sido unificadas em uma única organização. Em outros países, informações necessárias a propósitos diversos, tem sido organizadas em um sistema de informações único ou ordenadas de maneira que sistemas diferentes possam trocar informações facilmente.

IV) O Papel dos Sistemas Cadastrais na Formulação, Implementação e Controle das Políticas de Terrenos Urbanos

Os cadastros são sistemas contendo informações a respeito das propriedades e uso dos terrenos. Eles oferecem oportunidades para a identificação de problemas associados ao desenvolvimento urbano e implementação de políticas administrativas.

Os cadastros podem auxiliar no acompanhamento e controle de diversas variáveis relacionadas ao meio urbano, tais como:

- Dimensões máximas e mínimas dos lotes, prevenindo fragmentação excessiva;
- Formas dos lotes, para evitar subdivisões antieconômicas ou sistemas deficientes de arruamento e de distribuição e coleta de água;
- Implementação de programas sociais, para melhorar o acesso à terrenos pertencentes a grupos minoritários;
- Avaliação de terrenos para a aplicação de impostos;
- Valorização de imóveis em função dos desenvolvimentos ocorridos;
- Aquisições de terrenos para propósitos públicos e sociais
- Aplicações de investimentos voltados aos melhoramentos de algumas facilidades sociais, tais como os sistemas de distribuição de água potável e coleta de esgoto sanitário.

V) Administração dos Terrenos e a Importância dos Cadastro Nesta Atividade

A administração dos terrenos é o processo de gerenciar o uso e desenvolvimento de seus recursos. Os itens abaixo contém alguns objetivos a serem geralmente alcançados através desse processo:

- Melhorar o uso dos terrenos, tornando-o eficiente, a fim de suportar o rápido crescimento da população;

- Prover incentivos para o desenvolvimento urbano/municipal, incluindo a provisão de residências e infra-estrutura básica, tais como abastecimento de água potável e coleta de esgotos sanitário;
- Proteger o meio ambiente contra degradações;
- Dar acesso igual e eficiente aos benefícios econômicos dos terrenos e aos mercado de bens de consumo;
- Suportar os serviços do governo através da cobrança de impostos e honorários relacionados aos terrenos e melhorias a eles realizadas.

Um requisito prévio para obter esses e outros objetivos é ter acesso efetivo às informações dos terrenos, tais como dados a respeito da capacidade, uso e posse. Essas informações são importantes para:

- Identificar problemas e estabelecer prioridades;
- Formular e implementar políticas apropriadas e planos estratégicos para solucionar os problemas existentes;
- Suportar a urbanização e o desenvolvimento
- Prover um custo efetivo (real) sobre os processos de transação, para suportar o desenvolvimento econômico;
- Implementar um sistema igualitário e eficiente de impostos;
- Controlar o uso dos terrenos para assegurar a identificação de novos problemas e avaliar o efeito das políticas administrativas implantadas.

Embora a administração dos terrenos possa ter muitos objetivos sociais e ambientais, a maioria dos países em desenvolvimento dão prioridade aos objetivos econômicos imediatos. A formalização e a garantia de segurança aos direitos de propriedade dos terrenos, através de um reconhecimento público e registrado, é hoje considerado um componente essencial para um mercado livre, além de ser um passo essencial para a melhora dos níveis de vida social.

Um cadastro é o principal meio para prover informações a respeito dos direitos de propriedade. Ele abastece os setores públicos e privados com:

- Informações identificando os indivíduos que tenham interesses nas parcelas (lotes);
- Informações a respeito desses interesses (tais como, duração dos direitos, restrições e responsabilidade);
- Informações a respeito dos lotes (tais como, posição, tamanho, melhoramentos e valor).

VI) A Informática e os Cadastros

Como todos os setores administrativos, o futuro do cadastro está relacionado ao futuro da informática. A informática oferece oportunidades para a automação de cadastros e criação de sistemas de informações de terrenos. Os computadores podem ser usados para permitir um rápido acesso às informações e garantir melhor qualidade e maior segurança. Eles também facilitam o intercâmbio de informações entre diferentes setores. É importante, porém, salientar que os sistemas que fazem uso de computadores dependem de uma infra-estrutura para a sua manutenção e comunicação, bem como da existência de operadores bem treinados. Os sistemas que utilizam informações gráficas são mais complexos e exigem maiores conhecimentos e experiência que os sistemas alfanuméricos, além de exigir esquemas mais complexos para a administração de seus dados. A informatização total do cadastro é, portanto, um passo que somente poderá ser dado após a criação de uma infra-estrutura material e humana segura.

Por se tratar de uma área com imensas possibilidades financeiras, a criação de sistemas que permitam a informatização do cadastro, vem sendo disputadas por diversas empresas especializadas no ramo. Atualmente, o geoprocessamento tem se mostrado como a técnica mais avançada para permitir a informatização do cadastro.

VII) A Tecnologia SIG e o Gerenciamento de Cadastros

As prefeituras gerenciam as cidades através de informações provenientes do espaço urbano, armazenadas em um cadastro municipal. Para que essa administração seja eficiente, é necessário dispor de informações que retratem de maneira real o espaço físico.

Grande parte dos problemas existentes relacionados a gestão urbana, devem-se ao processo de organização, armazenagem e manipulação das informações cadastrais. A utilização de métodos e técnicas tradicionais, diante do volume de informações necessárias à administração municipal, não se mostram eficientes. Em geral, são mantidos cadastros extensos, nem sempre organizados ou tratados de forma conveniente.

A falta de sistemas mais modernos retarda e onera estudos e pesquisas voltados ao planejamento e gerenciamento das cidades.

A solução atual para os problemas enfrentados pelas administrações urbanas recai no uso de técnicas de geoprocessamento para o gerenciamento de informações. As técnicas de geoprocessamento asseguram a compatibilização de informações cartográficas com os diversos bancos de dados necessários aos diferentes órgãos da administração municipal, facilitam a integração entre as diversas informações armazenadas e ampliam o acesso a elas por outros agentes públicos e privados.

O uso adequado de um SIG faz com que a administração municipal passe a dispor de um conjunto mais amplo de informações para o planejamento e o controle urbanístico e fiscal, tornando o gerenciamento municipal eficiente, ágil e racional.

Sem sombra de dúvida, o geoprocessamento é a palavra-chave para o futuro do cadastro.

VIII) Aplicações de SIG no Gerenciamento Urbano

No âmbito municipal, os SIGs podem ser aplicados nas seguintes áreas:

- Planejamento Urbano
- Administração Municipal

- Serviços Públicos

Cada uma dessas áreas envolvem vários grupos de aplicação. As tabelas a seguir, cujas informações foram extraídas de PAREDES (1994), exemplificam os vários grupos de aplicação de cada área, bem como algumas aplicações possíveis para cada grupo.

TABELA 3.1 - Aplicações na área de planejamento urbano

Planejamento Urbano	
Aspectos Naturais	-Recursos Naturais; -Bacias hidrográficas; -Áreas de Inundação; -Cobertura Vegetal; -Declividade (com restrições quanto ao uso e destino do solo); -Fundos de vale.
Habitação	-Conjuntos Habitacionais (COHAB, BNH, etc.); -Planejamento de construções populares; -Loteamentos.
Demografia	-Distribuição da população residente e de domicílios por quadras e setores censitários; -Densidade por quadra; -Taxa geométrica de crescimento anual por bairro (percentual); -População por faixa etária; -Renda média familiar.
Uso do Solo	-Zoneamento Urbano.
Atividades Econômicas (distribuição espacial)	-Indústria; -Comércio; -Serviços.

TABELA 3.1 - Aplicações na área de planejamento urbano

Planejamento Urbano (continuação)	
Sistema Viário	<ul style="list-style-type: none">-Classificação das vias;-Sentido de tráfego;-Sinalização viária;-Estacionamento;-Ponto de Taxi;-Frota de veículos por bairro.
Lazer e Recreação	<ul style="list-style-type: none">-Espaços abertos (lazer, recreação e esporte);-Bosques.
Transporte Coletivo	<ul style="list-style-type: none">-Rede integrada de transportes;-Projeto de linhas convencionais;-Pontos de parada de ônibus;-Tempo de deslocamento;-Fluxo de passageiros.
Equipamento Urbano	<ul style="list-style-type: none">-Equipamentos relacionados a cultura (bibliotecas, cinemas, teatros, auditórios, museus, salas de exposição);-Equipamentos de abastecimento (mercados municipais, feiras livres);-Equipamentos de segurança (distritos policiais, delegacias, bombeiros);-Outros (estabelecimentos hoteleiros, estabelecimentos bancários, cemitérios, igrejas etc.).
Pavimentação	<ul style="list-style-type: none">-Padrão de pavimentação (vias de trânsito, calçadas).

TABELA 3.1 - Aplicações na área de planejamento urbano

Planejamento Urbano (continuação)	
Infra-estrutura e Serviços Urbanos	<ul style="list-style-type: none">-Rede de abastecimento de água (logradouros abastecidos e áreas atingidas);-Rede de captação de esgoto (logradouros atendidos, áreas de coletas com tratamento e com fossa séptica, pontos de lançamento);-Galerias de águas pluviais.
Energia Elétrica	<ul style="list-style-type: none">-Iluminação pública diferenciada por logradouros atingidos.
Limpeza Pública	<ul style="list-style-type: none">-Plano de coleta domiciliar (tipo e periodicidade).
Educação	<ul style="list-style-type: none">-Localização das escolas (municipais, estaduais, particulares, conveniadas);-Instituições de ensino superior;-Características de cada escola (número de salas de aula, número de alunos, etc.).
Equipamento Social e Saúde Pública	<ul style="list-style-type: none">-Localização das entidades (creches, unidades de saúde, hospitais, laboratórios, etc.);-Características e indicadores de morbidade e mortalidade;-Planejamento de campanhas de saúde;-Áreas de abrangência.
Áreas Públicas	<ul style="list-style-type: none">-Terrenos de propriedade pública;-Características dos terrenos;-Ocupação.
Valores Imobiliários	<ul style="list-style-type: none">-Custo da terra (por metro quadrado).

TABELA 3.1 - Aplicações na área de planejamento urbano

Planejamento Urbano (continuação)	
Regionais	-Delimitação das regionais; -Associação de moradores; -Obras executadas.

TABELA 3.2 - Aplicações na área de administração municipal

Administração Municipal	
Secretarias Municipais de Desenvolvimento Urbano	-Regularização e projetos de vias públicas; -Reavaliação das diretrizes e normas para a ocupação do solo urbano; -Processos para a aprovação de loteamentos; -Processos para a subdivisão, a unificação e a regulamentação de imóveis; -Liberação de alvarás para a construção; -Guias de informação para construções e uso.
Secretarias Municipais de Obras Públicas	-Projetos de rios canalizados e retificados; -Galerias de águas pluviais, valetas e manilhas; -Inundação; -Fundo de vale.
Secretarias Municipais das Finanças	-Determinação dos valores tributários (elaboração de planta genérica de valores imobiliários, obtenção de valores unitários, fatores de correção e melhoramentos urbanos).

TABELA 3.2 - Aplicações na área de administração municipal

Administração Municipal (continuação)	
Secretarias Municipais de Administração	<ul style="list-style-type: none">-Localização das áreas do patrimônio municipal;-Características dos terrenos (situação legal, configuração física, destino, áreas em metros quadrados, grau de aproveitamento);-Características técnicas e legais das edificações;-Localização dos edifícios municipais.
Secretarias Municipais de Transportes	<ul style="list-style-type: none">-Transporte coletivo e inter-municipal (itinerário das linhas, número de passageiros por linhas e por trecho, frequência, tempo de viagem, paradas de ônibus, terminais, velocidade média);-Fluxo médio de veículos por dia útil;-Acidentes de trânsito.
Secretarias Municipais do Meio Ambiente	<ul style="list-style-type: none">-Localização de bosques de preservação;-Características dos bosques;-Áreas arborizadas de lazer;-Vias arborizadas;-Análise de poluição ambiental.

TABELA 3.3 - Aplicações na área de serviços públicos

Serviços Públicos	
-Segurança Pública	<ul style="list-style-type: none">-Criação e otimização de rotas das viaturas policiais;-Unificação dos centros de operação de atendimento ao público;-mapeamento das áreas de risco (favelas, comerciais, financeiras, etc.);-Análise e estudo através de coeficientes estatísticos de criminalidade;-Monitoramento das viaturas.
Água e Esgoto	<ul style="list-style-type: none">-Criação e manipulação das redes de adução e distribuição de água;-Criação e manipulação das redes de coleta de esgoto;-Monitoramento e cadastramento de ligações domiciliares para medição de consumo;-Planejamento e projeto de novas redes;-Cadastramento e manutenção do patrimônio imobiliário;-Análise e simulação de vazamentos nas redes.
Eletricidade	<ul style="list-style-type: none">-Criação e manipulação da rede de transmissão e distribuição de energia elétrica;-Monitoramento e cadastramento de ligações domiciliares para fins de medição e consumo;-Análise, simulação, planejamento, projeto e monitoração de redes;-Cadastramento e manutenção do patrimônio imobiliário.

TABELA 3.3 - Aplicações na área de serviços públicos

Serviços Públicos (continuação)	
Gás e Telefone	<ul style="list-style-type: none"> -Criação e manipulação da rede de telefonia; -Criação e manipulação da rede de gás; -Monitoramento e cadastramento de ligações domiciliares para fins de medição e consumo; -Análise, simulação, planejamento, projeto e monitoração de redes; -Cadastramento e manutenção do patrimônio imobiliário.
Transportes	<ul style="list-style-type: none"> -Monitoramento do tráfego; -Manutenção de vias, sinalização, etc.; -Planejamento de rotas de transporte otimizadas; -Análise e estudo de melhorias no trânsito; -Determinação de rotas ótimas; -Planejamento de interligações dos meios de transporte de diferentes naturezas.
Coleta de Lixo	<ul style="list-style-type: none"> -Planejamento de áreas depositárias; -Monitoramento dos veículos de coleta; -Análise de impacto ambiental; -Planejamento de rotas de coletas otimizadas.
Correios e telégrafos	<ul style="list-style-type: none"> -Planejamento e controle de distribuição; -Cálculo de zonas de serviço; -Análise de rotas e cargas.

TABELA 3.3 - Aplicações na área de serviços públicos

Serviços Públicos (continuação)	
Telecomunicações	<ul style="list-style-type: none">-Informações cadastrais dos assinantes (consumo, extrato de contas, etc.) e dos elementos (cabos, equipamentos, centrais, etc.);-Simulações e análise de planejamento (implantação, ampliação e manutenção);-Auxílio à gerência de recursos e elementos de planta instalada;-Auxílio a projetos e manutenção da rede externa.

Os SIGs são instrumentos de múltiplo propósito, para todos aqueles que trabalham no espaço urbano. Eles possuem a capacidade de processar, de forma integrada, dados sobre o meio físico, as atividades, estruturas e equipamentos urbanos, os serviços públicos de infra-estrutura e os sistemas de comunicação urbana.

IX) O Cadastro da Cidade de São Carlos

Este tópico apresenta um exemplo típico de um cadastro municipal semi-informatizado. Os dados aqui apresentados mostram a situação do cadastro municipal da cidade de São Carlos em agosto de 1996. Eles foram obtidos através de visitas realizadas ao cadastro municipal da cidade e ao órgão responsável pelo planejamento municipal - ASPLA (Assessoria de Planejamento).

IX-1) Informações Básicas da Cidade de São Carlos

São Carlos é um município localizado a nordeste do Estado de São Paulo. Apresenta uma área total de 1.132,00 km², dos quais aproximadamente 55,20 km² são de área urbana. Conta com uma população de aproximadamente 168.000 habitantes. Apresenta 60% de área construída na zona urbana e 73.000 imóveis cadastrados. A figura abaixo ilustra o município de São Carlos e a sua área urbana.

FIGURA 3.5 - Município de São Carlos

Atualmente o município de São Carlos apresenta uma mapoteca com aproximadamente 210 plantas, que representam graficamente os loteamentos antigos e novos aprovados pela prefeitura. Ela é administrada pelo ASPLA, o qual se encarrega também do processo de aprovação das plantas, fiscalização de obras e distribuição de diretrizes. Quase todas as plantas disponíveis na mapoteca encontram-se desenhadas em papel vegetal comum e suas escalas variam de 1:500 a 1:2000, sendo esta última predominante. Em algumas plantas é utilizado um papel especial, que garante uma melhor conservação do material.

Muitas das plantas existentes na mapoteca são antigas e não estão adequadamente conservadas para, posteriormente, serem usadas na implantação de um sistema de informações geográficas. Além disso, as plantas não se encontram referenciadas a um único sistema de coordenadas.

A mapoteca do município de São Carlos conta ainda com um mapa municipal produzido a partir de restituição fotogramétrica, executado em janeiro de 1970, com um conjunto de fotografias aéreas datadas de 1988 e com um mapa atualizado da cidade, em coordenadas UTM, na escala 1:10.000. Este mapa, desenhado em papel poliéster, foi produzido a partir de 21 cópias de mapas municipais na escala 1:10.000, todas em papel poliéster, adquiridas pela prefeitura no IGC. Das 21 cópias

adquiridas, 9 referiam-se a área urbana. A atualização desse mapa se deu a partir da transformação das coordenadas dos novos loteamentos e loteamentos não existentes nas cópias adquiridas, para a projeção UTM e posterior encaixe dessas áreas às áreas já existentes no mapa.

A prefeitura municipal não apresenta ainda nenhum tipo de sistema estruturado para confecção ou armazenagem de mapas no formato vetorial ou raster, embora possua alguns equipamentos para essa finalidade, tais como microcomputadores e mesa digitalizadora. Também não possui nenhuma planta no formato vetorial, que possa ser utilizada em programas do tipo CAD.

IX-2) A Base Alfanumérica da Cidade de São Carlos

As informações da cidade de São Carlos são administradas pelo setor de Cadastro, órgão responsável pelo gerenciamento, organização e atualização dos dados necessários à administração municipal. Elas encontram-se armazenadas numa base de dados alfanumérica, composta pelos seguintes arquivos:

- Arquivo de cadastro do IPTU;
- Arquivo de cadastro do ISS;
- Arquivo de cadastro da Dívida Ativa;
- Arquivo de cadastro de Rendas Diversas;
- Arquivo de cadastro da Divisão de Serviço Social;
- Arquivo de cadastro para Balcão de Emprego;
- Arquivo de cadastro de Baixa;
- Arquivo de cadastro do Financeiro.

Cada um desses arquivos encontram-se brevemente descritos nas linhas a seguir. Para alguns deles é também apresentada, como exemplo, a impressão de uma linha de registro.

Arquivo de Cadastros do IPTU

Considerado o mais importante para a prefeitura, devido ao fato de estar diretamente associado a arrecadação municipal. É composto por 73.000 registros, que correspondem ao total de unidades imobiliárias da cidade.

As linhas a seguir exibem a impressão de um registro pertencente a esse arquivo.

PREF. MUNIC. SAO CARLOS* IPTU / TSU *09/08/96 * 10:17:02* FL. 001

LISTAGEM ESPECIAL DE IMAGEM DE CONSULTA EM VIDEO

ATIVIDADE	2				
CODIGO	01.001.001.001.0				
PROPRIETARIO	REGINA PEIXOTO				
COMPROMISSARIO					
COD/RUA/NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS			2088	
COD/COMPLTO	0027 CENTRO				
CEP/CIDADE	13560000 SAO CARLOS SP				
DOCUMENTO	QDG 0089 FICHA 08				
OBSERVAÇÕES					
COD/RUA/NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS			0 2088	
COD/BAIRRO	0027 CENTRO				
TESTADAS	32,20	14,30	0,00	0,00	
AREA TERRENO	457,24				
AREA EXCEDENTE	0,00				
ZONA	0040	SIT.1,00	TOP.1,00	PED.1,00	
ALIQ.ESPECIAL	3,00				
VR.TERRENO	2.749,00	G. 0,00		FI.1,0000	
VR.EXCEDENTE	0,00		G.PROP. 0,00		
VR.CONSTRUCAO	1.300,00				
AREA TOTAL	0,00	NP. 00			
AREA 1	160,00	CAT.000	DC.1,00	DI.1,00	D3.1,00
AREA 2	0,00	CAT.000	DC.1,00	DI.1,00	D3.1,00
AREA 3	0,00	CAT.000	DC.1,00	DI.1,00	D3.1,00
ILUMINACAO	0000				
LIMPEZA	0000				
REMOCAO LIXO	1000				
CONSERVACAO	1000				
INCENDIO	1000				
VIGILANCIA	1000				

RESERVA 1 0000

RESERVA 2 0000

AGUA	0	ESGOTO	0	ELETRICIDADE	0	ARVORES	0
TELEFONE	0	GALERIAS	0	MEIO FIO	0	ASFALTO	0
RESID	0	COMERCIO	1	INDUSTRIA	0	SERVICOS	0
OUTRAS UTILIZACOES		200		MURO	1	ISENCAO	0

I.P.T.U. 12,08

ILUMINACAO 0,00

LIMPEZA 0,00

REMOCAO LIXO 0,00

CONSERVACAO 0,00

INCENDIO 0,00

VIGILANCIA 0,00

RESERVA 1 0,00

RESERVA 2 0,00

EXPEDIENTE 0,00

MULTA	0,00	TOTAL	0,00
-------	------	-------	------

PAGAMENTOS 1.1.1.1.1.1.1.1.1.9.9

Arquivo de Cadastros do ISS

Contém informações associadas a arrecadação desse imposto. É composto por 14.500 registros.

As linhas a seguir exibem a impressão de um registro pertencente a esse arquivo.

PREF. MUNIC. SAO CARLOS* ISS / TLLF *09/08/96 * 10:17:02* FL. 001

LISTAGEM ESPECIAL DE IMAGEM DE CONSULTA EM VIDEO

ATIVIDADE	0			
CODIGO/DV	1.101.101.12738		00	
NOME	REGINA PEIXOTO ENG E COMERCIO LTDA			
RUA E NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS		0	2160
COMPLEMENTO	0027 CENTRO			
CEP/CIDADE	00013560 SAO CARLOS SP			
DOCUMENTO	0000000000000	0		

BLOQUEIO	0			
ATIVIDADE	0000	EMPREITEIRA		
OBSERVACOES	01.07.82	13593-88	2	3 1 1 1

TIPO ISS	3	2,00	%	
RECEITA BRUTA		0,00		
TX.LICENCA		50,00	%	
TX.PUBLIC.		0,00	%	
TX.OCUPACAO		0,00	%	
TX. R 1		0,00	%	
TX. R 2		0,00	%	
AREA PLACAS		0,00	m2	
AREA SOLO		0,00	m2	

VR. ISS	0,00		
VR. TL	1,42		
VR. PUBLIC.	0,00		
VR OCUPACAO	0,00		
VR. HORARIO	0,00		
VR. R 1	0,00		
VR. R 2	0,00		
EXPEDIENTE	0,00	TOTAL	5,68
PAGAMENTOS	0.0.0.0.9.9.9.9.9.9.9.	TL	9

Arquivo de Cadastros da Dívida Ativa

Contém informações sobre as pessoas físicas e jurídicas que tenham dívidas com a prefeitura. É composto por 53.000 registros.

As linhas a seguir exibem a impressão de um registro pertencente a esse arquivo

PREF. MUNIC. SAO CARLOS* DIVIDA ATIVA *09/08/96 * 10:17:02*FL. 001

LISTAGEM ESPECIAL DE IMAGEM DE CONSULTA EM VIDEO

SITUACAO	2	
CODIGO	01.01.001.001.001.0.95	
COMPROMISSARIO		
NOME	REGINA PEIXOTO ENG E COMERCIO LTDA	
RUA E NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS	2088
COMPLEMENTO	0027 CENTRO	
CEP/CIDADE	13560000 SAO CARLOS SP	
DOCUMENTO	QDG 0089 FICHA 007	

COMPLEMENTO		
RUA E NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS	0 2088
BAIRRO	0027 CENTRO	

PARCELAMENTO	Q		
INSCRICAO	31 12 95		
POSBAIXA	1 0 0 0 0 0 0 0 0 9 9		
NUM.PARCELAS	<05>	VENCTO <31.03>	PARC.PAG. <00001>
PRINCIPAL	452,80		
CORRECAO	103,95		
MULTA	111,35		
JUROS	80,12		
RES. 2	0,00	TOTAL	748,22

VALOR ORIGEM	566,01	VR.PC	452,80
--------------	--------	-------	--------

MESES VENCTO 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 00 00

OBSERVACOES

07 96 BX 1

NATUREZA I.P.T.U./T.S.U.

Arquivo de Cadastros de Rendas Diversas

Contém informações sobre as contribuições arrecadadas devido à melhorias realizadas pela prefeitura e outros serviços públicos por ela prestados. Alguns exemplos de tipos de serviços realizados pela prefeitura são a colocação de calçadas e asfaltamento das vias públicas, a colocação de muros em terrenos vazios e a concessão de alvarás de licença. É composto por 53.000 registros.

As linhas a seguir exibem a impressão de um registro pertencente a esse arquivo

PREF. MUNIC. SAO CARLOS* REND *09/08/96 * 10:17:02*FL. 001

LISTAGEM ESPECIAL DE IMAGEM DE CONSULTA EM VIDEO

ATIVIDADE	0	
CODIGO/DV	000000802896	00
NOME	REGINA PEIXOTO	
RUA E NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS	2088
COMPLEMENTO	0027 CENTRO	
CEP/CIDADE	13560000 SAO CARLOS SP	
DOCUMENTO	QDG 0089 FICHA 007	
OBSERVACOES	NOTIFICACAO PRELIMINAR	
RUA E NUMERO	0091 AV. SAO CARLOS	2088
COMPLEMENTO	0027 CENTRO	

BASE 01	0,00	00
BASE 02	0,00	00
BASE 03	0,00	00

VALOR 01	0,00		
VALOR 02	0,00		
VALOR 03	0,00		
VALOR 04	0,00	TOTAL	0,00
PAGAMENTOS	9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9		

Arquivo de Cadastros da Divisão de Serviço Social - DSS

Contém informações associada às atividades desenvolvidas pelo DSS. As atividades realizadas pela Divisão de Serviço Social estão voltadas ao atendimento público e referem-se a distribuição de cestas básicas, roupas e remédios à população carente e outras atividades de cunho social.

Balcão de Emprego

Contém informações sobre candidatos a empregos e empresas com vagas disponíveis.

Cadastro de Baixas

Contém informações sobre todas as baixas efetuadas durante o ano.

Cadastro do Financeiro

É gerado a partir do cadastro de baixas e usado na criação de boletins de finanças.

Constitui-se no maior arquivo de cadastros da base de dados.

A entrada de dados na base alfanumérica, é feita a partir da digitação das informações contidas em diversas fichas, preenchidas pelo pessoal do cadastro durante o período de atendimento ao público. As figuras a seguir ilustram uma ficha para entrada de dados, usada para a aquisição de informações sobre os imóveis da cidade.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS			
IDENTIFICAÇÃO		QUADRA GERAL	FICHA
PROPR.:			
END. IMÓVEL:		CÓDIGO:	
BAIRRO:	CÓDIGO:	QUADRA:	LOTE:
COMPROMISSÁRIO:			
END. P/ ENTREGA:		CÓDIGO:	
1.º LANÇAMENTO:			
ANO		ANO POR EXTENSO	
OBS. GERAIS: (N.º PROCESSO E ANO - VENDEDORES E COMPRADOR - CARTÓRIO, N.º LIVRO - N.º FLS, MATRÍCULA - DATA, ETC.)			
TESTADA - ÁREA TERR. - ÁREA CONSTR. PRINCIPAL E SECUNDARIA - DESENHO - DATA - HABITE-SE - ETC.			
DADOS A SEREM ANOTADOS			

FIGURA 3.6 - Ficha de dados dos imóveis - Frente

FIGURA 3,8 - Representação gráfica de uma quadra

Os textos R, C e D, exibidos no interior de cada edificação, significam respectivamente Residencial, Comercial e Derivação. Os números destacados no desenho, a partir de vários lotes, representam o número das edificações.

Para identificação de cada desenho, é utilizada uma inscrição composta pelo número da quadra e o setor a que ela pertence. Esse número é exibido no canto inferior direito de cada desenho, como ilustrado na figura acima. As opções parâmetro e quadra, abaixo da inscrição, não são utilizadas.

A atualização das representações gráficas das quadras é feita pelo próprio cadastro, através da inspeção das quadras em campo e posterior correção dos desenhos. O cadastro possui ainda um mapa, dividido em setores, onde são representados os perímetros de todas as quadras cadastradas, os limites de cada setor, a numeração de todas as quadras e o número de cada setor.

O setor de cadastro não utiliza as plantas de loteamentos armazenadas pelo ASPLA. Também não é mantido nenhum tipo de verificação entre as representações gráficas existentes no cadastro e as plantas de loteamentos existentes no ASPLA.

Até o ano 1989, o setor de cadastro da cidade de São Carlos, armazenava as informações necessárias à administração municipal em fichas e fichários. A estruturação da base de dados alfanumérica e a elaboração da representação gráfica das quadras cadastradas da cidade, foram realizadas durante os anos de 1990 e 1991, por uma firma especializada, contratada pela prefeitura.

Até setembro de 1995, toda a base alfanumérica e todas as representações gráficas das quadras foram mantidas atualizadas.

IX-3) Equipamentos Eletrônicos

Em termos de equipamentos eletrônicos, o setor de cadastro possui, atualmente, um servidor com dois discos rígidos, um deles utilizado para trabalho e outro como cópia de segurança e trinta e dois terminais. O servidor utilizado é da marca cobra, com 1 MB de memória RAM, 20 mhz de velocidade e discos rígidos com capacidade de 190 MB cada. Os terminais são compostos por micro computadores do tipo 386 e 486 e monitores de 14”.

O sistema implantado utiliza a linguagem Cobol NS, o sistema operacional SOD, possui aproximadamente 170 MB de informações armazenadas e encontra-se em operação a cinco anos.

Devido ao fato de ser gerenciado por um servidor antigo, com pouca capacidade para o processamento simultâneo e adequado de todas as operações desejadas, esse sistema trabalha saturado e apresenta falta de memória nas horas de pico, sendo na maioria das vezes necessário manter em disponibilidade apenas os setores e informações considerados mais essenciais ao funcionamento da prefeitura. Outra dificuldade verificada encontra-se na aquisição de componentes e manutenção do servidor utilizado.

Como planos para futuro, a prefeitura pretende modernizar o servidor atualmente em operação, substituindo-o por 2 microcomputadores PENTIUM, com 32 MB de

memória RAM e 5 GB de disco rígido cada. Pretende ainda migrar para o sistema operacional DOS, utilizar o Windows NT para o gerenciamento da rede existente e implantar fibras óticas para a comunicação e transferência de dados entre os seus terminais.

Existe também a intenção de transformar as plantas dos loteamentos armazenadas no ASPLA para o formato vetorial, através da digitalização destas, via mesa digitalizadora.

Capítulo 4

Coleta de Dados

Este capítulo trata da coleta de dados espaciais e de atributos que irão constituir as bases de dados espacial e alfanumérica de um sistema de informações geográficas. São discutidos alguns métodos através dos quais as coletas de dados podem ser realizadas, os equipamentos necessários a cada uma delas, a qualidade obtida através dos vários métodos descritos, os processamentos realizados sobre os dados coletados e a entrada de dados no sistema, para os métodos abordados.

I-) Coleta de Dados Espaciais

I-1) Mapas Digitais

A coleta de dados espaciais tem por objetivo gerar dados para a criação de mapas digitais a serem utilizados por um SIG.

Um mapa digital é um mapa com uma estrutura vetorial ou raster, manipulado em meio digital, através de programas aplicativos adequados. Ele pode ser armazenado sob vários formatos, dependendo do programa aplicativo utilizado para a sua criação. O formato, entretanto, deve ser compatível com o programa de SIG a ser utilizado.

Um fator importante a ser considerado na criação de um mapa é a sua precisão. Define-se precisão como sendo a relação entre a posição de um ponto representado no mapa e a sua posição real no terreno, definida a partir de uma rede de pontos de controle distribuídos pelo terreno, denominados marcos geodésicos. O nível dessa precisão varia com o método de levantamento de campo utilizado e tem uma influência significativa no custo do projeto. É importante que o nível de precisão do mapa

a ser criado seja estudado com cautela, pois além do custo ele pode influenciar nas decisões administrativas, estratégicas, políticas, legais ou mesmo cotidianas.

Os pontos de controle usados para o referenciamento dos mapas correspondem a monumentos geográficos permanentes, implantados por organismos governamentais específicos. No Brasil, a responsabilidade da implantação e manutenção dos marcos geodésicos é do IBGE. Quando estes monumentos são usados para mapear dados ou combinar dados de um ou mais mapas, eles constituem uma rede de pontos de controle. Assim, uma rede de pontos de controle consiste de monumentos fisicamente permanentes, cujas localizações são gravadas e utilizadas como referência para a localização das entidades que irão compor os mapas. Através da utilização das coordenadas de um monumento e da realização de cálculos geométricos a partir das distâncias e ângulos medidos, pode-se determinar as posições das entidades levantadas, com precisão.

As posições dos monumentos e das entidades de um mapa podem ser estabelecidas de várias maneiras diferentes, dependendo do objetivo e da abrangência do mapa a ser criado. Elas podem ser baseadas em um sistema de coordenadas local ou em um sistema de coordenadas nacional. Embora, para a utilização de um mapa em um SIG, seja recomendável o uso de um sistema de coordenadas nacional.

A representação da altimetria nos mapas digitais, em muitos casos, é feita através de curvas de nível, da mesma forma que nos mapas analógicos. Existem, entretanto, alguns sistemas que permitem a utilização de modelos digitais de terreno (DTM). Nesses casos, não se tem apenas uma representação gráfica da altimetria, mas um modelo matemático que permite conhecer a altitude de qualquer ponto do terreno, a partir de suas coordenadas planas.

Igualmente as coordenadas planimétricas, a altitude também é baseada em uma rede de pontos de controle altimétrica, implantados e mantidos pelo IBGE.

1-2) Equipamentos e Métodos Utilizados para a Coleta de Dados Espaciais

A coleta de dados espaciais pode ser realizada a partir de levantamentos topográficos, restituição fotogramétrica, ou a partir da transformação de dados existentes. A aquisição de dados através de levantamentos topográficos ou restituição fotogramétrica, é necessária quando não existem dados disponíveis ou quando os dados exis-

tentes encontram-se desatualizados ou não apresentam uma boa qualidade. Já a aquisição de dados a partir da transformação de dados analógicos existentes para o formato digital, pode ser utilizada quando os mapas existentes são confiáveis e adequados para o uso em um sistema de informações geográficas. A seguir são discutidos cada um desses procedimentos.

1-3) Aquisição de Dados Espaciais Através de Levantamentos Topográficos

Nas últimas décadas, a área de levantamentos topográficos sofreu grandes modificações. Os teodolitos mecânicos foram substituídos pelos teodolitos eletrônicos, surgiram os medidores eletrônicos de distância (distanciômetros), que mais recentemente foram incorporados aos teodolitos eletrônicos, constituindo as estações totais. Os níveis mecânicos foram substituídos pelos níveis eletrônicos e o sistema de medição por satélite (GPS) revolucionou completamente a área de levantamentos. Os desenvolvimentos em curso e a automatização das medições, gerados pela modernização dos instrumentos topográficos aliada a evolução da informática e da eletrônica, proporcionaram maior dinamismo e eficiência aos trabalhos de levantamento em campo. Além disso, o aparecimento de programas aplicativos estabeleceu novas condutas quanto ao tratamento dos dados levantados em campo, agilizando os trabalhos realizados no escritório.

O desenvolvimento e a modernização das técnicas de medição e tratamento de dados facilitou a aquisição de dados espaciais e contribuiu para a melhoria na qualidade das medidas realizadas e na elaboração de mapas digitais. As técnicas e equipamentos descritos a seguir, podem ser usados para várias finalidades, todas elas objetivando a captura de dados para a elaboração de mapas. A figura a seguir ilustra algumas formas de coleta de dados, para o estabelecimento da base espacial de um SIG.

FIGURA 4.1 - Coleta de dados espacial, de acordo com SILVA (1994a)

Teodolitos Eletrônicos

Os teodolitos eletrônicos são instrumentos que permitem a medição eletrônica dos ângulos vertical e horizontal. Estes instrumentos podem ser utilizados para o levantamento de elementos do meio urbano, tais como quadras, lotes, meios-fios e edificações. São aparelhos de alta precisão, compostos por partes mecânicas e eletrônicas, que formam um conjunto estável e de grande conforto para o usuário. O seu uso, atualmente, está restrito aos trabalhos de construção civil.

De acordo com Silva (1993), a medida eletrônica dos ângulos é baseada na leitura digital de um círculo graduado em forma binária. Atualmente a maioria dos teodolitos eletrônicos possuem um sistema de medição composto de um círculo de vidro de

78mm de diâmetro, gravado com 1024 marcas codificadas sobre 128 setores, com 8 graduações em cada setor. A precisão angular desses equipamentos varia entre 0,5" e 10". A figura a seguir ilustra um tipo de teodolito eletrônico.

FIGURA 4.2 - Teodolito eletrônico T460, de acordo com catálogo LEICA

Cadernetas Eletrônicas

A caderneta eletrônica ou coletor de dados possui a finalidade de registrar manual ou automaticamente as observações de campo. Até recentemente, as cadernetas de campo eram dispositivos adicionais que podiam ser utilizados com teodolitos mecânicos ou acoplados a instrumentos de medições eletrônicos, tais como teodolitos ou distanciômetros. Atualmente elas encontram-se embutidas na maioria dos equipamentos eletrônicos.

A operação de uma caderneta de campo é baseada na codificação das informações (códigos e notas), em forma numérica ou alfanumérica, as quais são, posteriormente, traduzidas através de um programa de computador, facilitando o tratamento dos dados espaciais coletados. A figura a seguir ilustra esquematicamente essa iteração.

FIGURA 4.3 - Iteração da caderneta eletrônica, de acordo com SILVA (1993)

Estação Total

A estação total é a combinação de um teodolito eletrônico, com um distanciômetro eletrônico e uma caderneta de campo em um único instrumento. Assim como os teodolitos eletrônicos, estes instrumentos podem ser utilizados para o levantamento dos elementos do meio urbano. As estações totais apresentam todas as vantagens de um teodolito e de um distanciômetro eletrônico, com a facilidade de um controle central único. A precisão das estações totais é a mesma dos teodolitos e distanciômetros eletrônicos, ou seja, varia geralmente entre $0,5''$ e $10''$, para as medições angulares e entre $1\text{mm} + 1\text{ppm}$ a $5\text{mm} + 5\text{ppm}$, para as medições de distância. A figura a seguir ilustra esse equipamento.

FIGURA 4.4 - Estação total TC2002, de acordo com catálogo LEICA

Atualmente, a maioria dos levantamentos cadastrais são feitos com o uso de estações totais. Elas são usadas para o estabelecimento de poligonais de apoio e medição dos elementos espaciais de interesse que compõe o meio urbano. A medição desses elementos é feita irradiando-se pontos, a partir das poligonais de apoio estabelecidas, as quais podem ou não estar referenciadas à rede de pontos do IBGE.

As estações totais, através de suas cadernetas eletrônicas acopladas ao instrumento, permitem armazenar também o atributo do ponto levantado, o que facilita o trabalho de edição das plantas cadastrais.

Os dados coletados em campo com as estações totais, são posteriormente transferidos para programas aplicativos de topografia, onde é realizada a transformação das medidas coletadas em coordenadas espaciais x,y,z , a partir das quais cria-se o mapa digital.

Sistema GPS

O sistema GPS ou “Global Position System” é um sistema inovador na área das medições. Ele é utilizado principalmente no estabelecimento ou no adensamento da rede de pontos de controle, muito embora, atualmente, ele esteja também sendo usado no levantamento de elementos cadastrais.

O estabelecimento de pontos de controle através do sistema GPS, é feito colocando-se um receptor, denominado base, em um ponto de coordenadas conhecidas e um outro receptor, denominado remoto, nos pontos de controle da rede a serem medidos. O tempo de medição para cada ponto, pode variar de 5 minutos a algumas horas, dependendo da distância entre o receptor base e o receptor remoto.

Da mesma forma, os levantamentos cadastrais realizados através do sistema GPS, são executados colocando-se um receptor base em um ponto de coordenadas conhecidas e um receptor remoto nos pontos que definem os elementos cadastrais a serem levantados. O tempo de medição, nesse caso, varia entre 1 segundo a 10 segundos por ponto levantado, dependendo do método de levantamento utilizado e da taxa de gravação escolhida.

A precisão de um sistema GPS varia conforme o método de medição realizado e o tipo de receptor utilizado, oscilando, no entanto, entre a casa dos centímetros e dos milímetros. São quatro os métodos utilizados para as medições através do sistema GPS: método estático, método rápido estático, método stop and go e método cinemático. Nas medições de pontos para o estabelecimento de uma malha urbana de pontos de controle, os métodos geralmente empregados são o método estático e o método rápido estático, dependendo da distância entre a base e o ponto a ser medido. As precisões do vetor espacial para cada um desses métodos, para receptores geodésicos, é da ordem de:

- ◇ Método estático: $5\text{mm} \pm 1\text{ppm}$
- ◇ Método rápido estático: $5\text{mm} \pm 1\text{ppm}$

No levantamento de pontos cadastrais, os métodos utilizados são o método stop and go e o método cinemático. As precisões do vetor espacial para cada um desses métodos, para receptores geodésicos, é da ordem de:

- ◇ Método stop and go: $10\text{mm} \pm 1\text{ppm}$
- ◇ Método cinemático: $10\text{mm} \pm 1\text{ppm}$

O sistema GPS vem alcançando enorme aceitação no meio técnico, a medida que o seu preço diminui e a sua versatilidade de medição aumenta. Em muitos casos, ele substituiu completamente a estação total.

As vantagens do sistema GPS em relação aos outros métodos é a não necessidade de intervisibilidade entre os pontos medidos, além de maior precisão, rapidez e confiabilidade dos resultados. As observações podem ser realizadas independentes do horário e das condições climáticas.

As restrições do sistema GPS estão relacionadas a necessidade de manter-se uma boa comunicação entre os satélites e as antenas dos receptores. São fontes de problema; nesse caso, os obstáculos que impeçam essa comunicação, tais como edificações, vegetação e relevo. A figura a seguir, ilustra o conjunto constituidor do sistema GPS.

FIGURA 4.5 - Receptor GPS SR399, de acordo com catálogo LEICA

Restituição Fotogramétrica

Uma outra tecnologia a ser mencionada; ainda dentro da aquisição de dados espaciais através de medições realizadas em campo, é a restituição fotogramétrica. Ela consiste no processo de criação de mapas a partir de fotos aéreas, através de técnicas e equipamentos específicos.

Os dados espaciais; nesse caso, são coletados através de vôos aerofotogramétricos. As fotos aéreas obtidas através desses vôos, são posteriormente restituídas, originando mapas utilizados em diversas aplicações.

Os vôos aerofotogramétricos para fins cadastrais, são em geral realizados de maneira que as fotos aéreas apresentem uma escala igual 1:8000 ou 1:5000. A escala dos mapas cadastrais produzidos a partir da restituição dessas fotos é de 1:2000, no caso de fotos com escala igual a 1:8000 e 1:1000, no caso de fotos com escala igual a 1:5000.

Assim como a escala das fotos aéreas, a precisão obtida através da restituição fotogramétrica varia em função da altitude de vôo. A equação exibida a seguir mostra a relação existente entre essas variáveis:

$$p = \frac{1}{1000} h$$

onde:

p = precisão obtida na restituição;
 h = altura do vôo.

A restituição das fotos aéreas pode ser executada através de restituidores analógicos, atualmente transformados em semi-analíticos, restituidores analíticos ou restituidores digitais. A principal diferença entre esses equipamentos, consiste nos recursos usados nas restituições. Os restituidores semi-analíticos e analíticos utilizam recursos mecânicos e eletrônicos para a produção de mapas. Já os restituidores digitais utilizam somente recursos eletrônicos. Nesses últimos, todos os recursos mecânicos existentes nos demais restituidores foram substituídos por recursos eletrônicos.

Os mapas produzidos através de restituidores semi-analíticos, analíticos e digitais, podem ser diretamente aproveitados na formação das bases espaciais de um sistema de informações geográficas. É necessário, no entanto, que sejam verificados os fechamentos de alguns elementos que irão compor as bases espaciais, tais como quadras e lotes. A verificação do fechamento desses elementos é importante para a definição correta das relações topológicas entre as entidades gráficas, do tipo polígonos, que irão compor os mapas digitais. As figuras ilustradas a seguir exibem exemplos de restituidores do tipo analógico, analítico e digital.

FIGURA 4.6 - Restituídor analógico Wild B8, de acordo com catálogo WILD

FIGURA 4.7 - Restituídor analítico SD2000, de acordo com catálogo LEICA

FIGURA 4.8 - Restituídor digital DVP, de acordo com catálogo LEICA

I-4) Aquisição de Dados Espaciais Através da Transformação de Dados Existentes

A transformação de dados existentes para o formato digital, é aplicada quando existem mapas analógicos confiáveis e adequados para a constituição das bases espaciais de um SIG.

As técnicas usadas para essa transformação são a digitalização e a vetorização, as quais geram mapas na estrutura vetorial e a numerização, a qual gera mapas na estrutura matricial (raster). A diferença básica entre as estruturas vetorial e matricial reside no modelo de espaço adotado em cada uma. Enquanto a estrutura vetorial considera o espaço contínuo, de acordo com postulados da geometria Euclidiana, a estrutura matricial divide o espaço em elementos discretos, denominados pixels. O próprio termo “dados raster” é definido como informações não simbolizadas por equações matemáticas. São elementos de uma matriz bidimensional constituída por pixels (variante de “picture elements”). Devido a forma bidimensional de apresentação, os dados raster são também conhecidos como imagem. A figura 4.9 ilustra as estruturas raster e vetor, obtidas a partir de um mapa analógico.

FIGURA 4.9 - Estrutura matricial e vetorial, de acordo com PAREDES (1994)

A técnica de digitalização consiste na captura das feições de um mapa, através de equipamentos especiais denominados mesas digitalizadoras. Ela é realizada colocando-se o mapa a ser digitalizado sobre a mesa e posicionando-se o seu dispositivo

medidor de coordenadas sobre as feições a serem medidas. Esse dispositivo captura automaticamente as coordenadas da posição em que foi colocado, enviando-as a seguir para um computador. Dessa forma podem ser capturados todos os pontos que compõe os elementos espaciais de interesse de um mapa.

A técnica de vetorização consiste na transformação de mapas na estrutura raster para mapas na estrutura vetorial, através de programas aplicativos específicos. O processo consiste no reconhecimento automático ou semi-automático dos elementos gráficos que formam uma entidade raster, transformando-a em uma entidade parametrizada. Os mapas com estrutura raster podem ser obtidos através de várias fontes, tais como imagens de satélites ou a partir da captura das feições de um mapa via scanner. Os scanners e as mesas digitalizadoras são discutidos em tópicos posteriores.

A tabela a seguir, exibida por SCARIM & TEIXEIRA (1994), apresenta uma análise comparativa entre os produtos obtidos, empregando-se técnicas de digitalização e vetorização. Foram usadas como exemplo bases cartográficas planialtimétricas. Para cada um dos métodos utilizados nessa análise, foram comparados o tempo e o custo despendidos, a precisão e a conformidade final. Os resultados finais foram arquivos digitais em estrutura vetorial.

TABELA 4.1 - Análise comparativa entre as técnicas de digitalização e vetorização

Técnica	Equipamento	Precisão	Conformidade	Tempo de Execução	Custo
Digitalização	Mesa Digitalizadora	baixa/média	baixa/média	longo	alto
Vetorização manual	Scanner	média	média	longo	alto
Vetorização semi-automática	Scanner	alta	alta	médio	médio
Vetorização automática	Scanner	baixa/média	baixa/média	longo	baixo

As estruturas raster e vetorial apresentam vantagens e desvantagens, conforme o tipo de aplicação nas quais são empregadas. PAREDES (1994) enumera de um modo geral, algumas vantagens e desvantagens no uso dessas estruturas. Algumas das vantagens no uso da estrutura raster apresentadas pelo autor e outras citadas por outros pesquisadores na área, são descritas a seguir.

- ◇ As funções são facilmente implementadas em microcomputadores, sem que haja perda de velocidade;
- ◇ A maioria dos SIGs que apresentam estrutura raster são de baixo custo, pois as exigências de plataformas são pequenas;
- ◇ Conceitualmente a estrutura raster apresenta simplicidade e facilidade para se trabalhar;
- ◇ As estruturas raster apresentam um bom desempenho em operações “booleanas”;
- ◇ As estruturas raster proporcionam técnicas de compactação facilitadas, para armazenamento mais eficaz dos dados.

Como desvantagens no uso da estrutura raster estão:

- ◇ A ineficácia para a realização de análises espaciais complexas;
- ◇ A ocorrência de um desempenho comprometido nas aplicações que demandem resoluções elevadas;
- ◇ A quantidade de memória exigida pela estrutura, ou seja, o volume dos arquivos;
- ◇ Dificuldades de edição e construção da topologia.

Para a estrutura vetorial, algumas das vantagens apresentadas são:

- ◇ Proporciona boas representações para linhas e polígono;
- ◇ Possui uma capacidade alta de resolução e precisão;
- ◇ Possui uma estrutura compacta;
- ◇ Reduz redundâncias devido ao uso de coordenadas;
- ◇ Apresenta uma melhor descrição topológica.

Algumas das desvantagens dessa estrutura são:

- ◇ O fato de ser uma estrutura complexa e pouco intuitiva para ser entendida;
- ◇ Apresenta uma combinação de ‘layers’ complexa.

I-5) Mesas Digitalizadoras

A mesa digitalizadora é o equipamento básico da digitalização manual. Ela é composta por três partes principais:

- Uma superfície plana, sobre a qual os mapas são fixados;
- Um dispositivo medidor das coordenadas e
- Um cursor, que indica as posições da mesa em relação ao sistema de coordenadas adotado.

FIGURA 4.10 - Mesa digitalizadora, de acordo com catálogo OCÉ

Para a aferição da qualidade da digitalização, no caso de mesas digitalizadoras, são utilizados dois indicadores: a resolução e a precisão. A resolução de uma mesa digitalizadora é a menor distância ou movimento do cursor que a mesa consegue distinguir, ou seja, é a menor distância que pode ser medida ao longo dos eixos horizontal e vertical da mesa. Ela depende do espaçamento entre os fios da malha que formam o sistema de coordenadas da mesa, geralmente em torno de 0,025 mm a 0,0025 mm. A precisão de uma mesa digitalizadora é a distância entre o ponto cujo par de coordenadas é adquirido e a localização real das mesmas. Ela varia em torno de 0,25mm a 0,025mm, conforme o equipamento.

A digitalização de mapas existentes pode ser feita através dos modos ponto-a-ponto ou contínuo. No modo ponto-a-ponto, as coordenadas são lidas pela mesa e enviadas para o computador ao ser pressionado um botão no cursor. No modo contí-

nuo, as coordenadas são lidas continuamente, a medida em que uma feição é percorrida pelo cursor e enviadas sequencialmente para o computador. Esse processo só é finalizado ao ser pressionada uma tecla especial. O modo contínuo é ideal para a digitalização, por exemplo, de curvas de nível, no entanto não é bom para ser aplicado à feições poligonais. Além disso, tem como desvantagem o volume final dos arquivos, bem maiores se comparados aos gerados pelo método ponto-a-ponto.

De acordo com SCARIM & TEIXEIRA (1994), o processo de digitalização deve obedecer as seguintes etapas:

- Preparação do mapa, onde são identificadas as características cartográficas dos mapas, anotadas informações complementares relativas aos mapas a serem digitalizados, compiladas informações, atualizados alguns documentos e identificados pelo menos três pontos com coordenadas conhecidas nos mapas para a orientação da mesa digitalizadora;
- Projeto de arquivos digitais, onde são definidas todas as variáveis a serem adotadas na digitalização;
- Digitalização, constituída pela orientação da mesa digitalizadora e a digitalização do mapa;
- Verificação e edição, que compreende a verificação das informações digitalizadas e a identificação de erros oriundos do processo de digitalização.

I-6) Scanners

Scanners são dispositivos ótico-eletrônicos, constituídos por uma fonte de luz e uma fotocélula (sensor ótico). Seu princípio de funcionamento é baseado na emissão de um feixe de luz, o qual é refletido pela superfície dos mapas e registrado pelo sensor.

A alternativa pelo uso destes equipamentos está relacionada à rapidez pela qual a geometria dos mapas é capturada. No entanto, os pré-processamentos e pós-processamentos que acompanham essa técnica, podem consumir um tempo excessivo.

FIGURA 4.11 - Scanner, de acordo com catálogo OCE

Segundo FRANCISCO & SILVA (1993), a captura da geometria por scanners consiste na codificação das feições do documento para uma matriz de valores (x,y), onde cada pixel contém um valor médio de reflectância de uma pequena área do mapa original. Os arquivos são gerados em formato raster e se caracterizam por serem de grande tamanho, necessitando de equipamentos potentes para o armazenamento e processamento dos dados.

Para gerar arquivos menores e que não contenham dados desnecessários ao usuário, devem ser consideradas algumas características, durante o processo de digitalização através de scanners. Algumas das mais importantes, citadas pela autora e transcritas a seguir, referem-se aos seguintes aspectos:

Resolução Espacial

A resolução espacial, ou seja, o tamanho do pixel, é dado pela DPI (pontos por polegada). Quanto maior o valor da DPI, mais refinadas são as feições de um mapa. A DPI é geralmente definida pelo usuário e deve estar baseada na espessura das linhas originais e nos detalhes geométricos que devem ser preservados no produto final.

É importante para o usuário observar a relação existente entre o valor da DPI, o tamanho do arquivo e o produto final. Uma DPI elevada produz feições refinadas, porém não melhores que as dos mapas originais. Desse modo, o resultado obtido ao se ultrapassar o refinamento de um mapa original, é a geração

de arquivos contendo dados supérfluos. Além disso, o acesso e o processamento ficam demorados, podendo ocorrer a inviabilização do projeto.

Uma outra questão levantada pela autora refere-se a relação entre o valor da DPI e a precisão dos mapas rasterizados. Segundo ela, os resultados obtidos através de um teste de digitalização por scanner, realizado por CARTENSEN (1991), com três níveis de resolução diferentes (75, 150 e 300 DPI), mostraram não ocorrer um erro maior do que 0,1 mm em todos os casos e que os níveis de erros não seriam afetados pela resolução espacial e nem eram função da distância entre os pontos do mapa original.

Portanto, a escolha do valor da DPI, deve estar baseada no tamanho do arquivo a ser gerado e nos detalhes que se deseja obter no produto final.

No Brasil, os mapas são classificados em três níveis quanto a exatidão. O nível mais elevado, exige uma exatidão igual a 0,3 mm na escala da carta, o que representa uma resolução em torno de 75 DPI.

Resolução Radiométrica

A resolução radiométrica é o intervalo de valores que pode ser atribuído a cada pixel. Ela corresponde ao número de tons de cinza ou cores que o sensor pode distinguir. Alguns scanners monocromáticos distinguem até 256 tons de cinza; outros, policromáticos, distinguem até 16,7 milhões de cores.

O tamanho de um arquivo é diretamente proporcional a resolução radiométrica, ou seja, quanto maior a resolução radiométrica, maior o tamanho do arquivo gerado.

A escolha dessa característica deve estar baseada na qualidade do mapa original. Por exemplo, se um mapa contiver apenas linhas (preto) e um fundo (branco), 1 bit poderá atender as necessidades; caso contrário, se um mapa apresentar diversos tons e se desejar manter esta diversidade, deve-se optar por valores de resolução radiométrica superiores a 1 bit.

Os scanners, diferentemente das mesas onde somente são digitalizadas as feições selecionadas pelo operador, captura todas as informações contidas em um mapa. Em função disso, ocorre a necessidade da execução de pré-processamentos, ou seja, da preparação dos mapas originais a serem digitalizados e também de pós-processamentos, ou seja, da edição dos mapas digitais, através da eliminação das informações não desejadas e correções de algumas feições do mapa digital. O tempo e os recursos despendidos nesta fase são menores, caso o documento original apresente-se em bom estado.

Tipos de Scanners

Os scanners disponíveis são classificados em scanners de mesa, de tambor e de rolo. Essa classificação é baseada na forma pela qual eles varrem o documento. Nos scanners de mesa o mapa é fixado em uma superfície plana, sobre a qual se move um sensor, em ambas as direções. Cada incremento no movimento do sensor corresponde ao tamanho de um pixel. Nos scanners de tambor o mapa é fixado na superfície de um cilindro giratório. Um sensor e uma fonte de luz movem-se em conjunto, ao longo da geratriz do cilindro. A cada volta completa do cilindro, o sensor é movimentado um passo, o que corresponde ao tamanho do pixel. Nos scanners de rolo, um feixe de luz emitido por uma fonte é refletido pela superfície do mapa e em seguida, focado por um sistema de lentes de alta resolução, sobre um conjunto de câmaras. Os mapas devem ser fixados ao rolo giratório. O conjunto de câmara é fixo e alinhado transversalmente no sentido de movimento do rolo, cobrindo toda a largura do scanner. Dessa forma, uma linha de imagem é formada a cada incremento do movimento do rolo. Ao contrário do scanner de tambor, o comprimento do papel é limitado somente pela capacidade de armazenamento do computador. As figuras a seguir ilustram cada um dos tipos de scanner citados.

FIGURA 4.12 - Scanner de mesa, de acordo com SCARIM & TEIXEIRA (1994)

FIGURA 4.13 - Scanner de tambor, de acordo com SCARIM & TEIXEIRA (1994)

FIGURA 4.14 - Scanner de rolo, de acordo com SCARIM & TEIXEIRA (1994)

Conversão Raster/Vetor

Os arquivos gerados pelos scanners, podem ser convertidos para o formato vetorial. A conversão raster/vetor pode ser realizada através dos métodos manual, semi-automático e automático.

A vetorização manual é realizada por um operador. Ela consiste basicamente em seguir cada feição raster com o cursor, escolhendo-se os pontos que a modelem melhor na estrutura vetorial. Esse tipo de vetorização dispensa as pré-edições.

A vetorização semi-automática conjuga os métodos automático e manual. O operador identifica manualmente o ponto inicial de uma determinada linha e, em seguida, a linha é rastreada e vetorizada automaticamente pelo sistema, com o auxílio de técnicas de processamento digital de imagens. Se um obstáculo for encontrado, como por exemplo a interrupção de uma linha, o processo é interrompido automaticamente. Nesse caso, é necessária a interferência do operador, posicionando o cursor novamente sobre a linha, para a identificação do ponto a ser seguido. Em seguida, o processo é reiniciado.

A vetorização automática é realizada sem a ajuda do operador. Ele usa técnicas de processamento de imagens para rastrear os pixels de uma imagem e convertê-los para a estrutura vetorial. Esse método é recomendado para a vetorização de linhas que não se cruzam ou para a vetorização de polígonos temáticos que não possuam textos ou símbolos.

1-7) Entrada de Dados Espaciais no Sistema

A alimentação das bases espaciais dos sistemas de informações geográficas irá depender do tipo de coleta de dados adotada.

Quando os dados espaciais são coletados diretamente no campo, com o auxílio de equipamentos topográficos, a entrada de dados no sistema é feita através de arquivos de dados em formatos específicos, aceito pelo sistema. As informações coletadas em campo são inicialmente transformadas em entidades gráficas, através de programas aplicativos específicos para Topografia. Em seguida são importados para a base espacial do sistema.

Existem vários programas aplicativos, disponíveis no mercado, para o processamento das informações espaciais coletadas em campo. Estes programas lêem os ângulos e as distâncias medidas durante o levantamento topográfico, transformam essas informações em coordenadas e a partir daí geram as entidades gráficas que compõem os elementos espaciais levantados. As entidades gráficas geradas pelos programas aplicativos em topografia são em geral pontos, linhas e polígonos.

Atualmente, alguns equipamentos topográficos e programas aplicativos de topografia permitem que se associe descrições aos pontos levantados. Elas são associadas aos pontos sob a forma de códigos, durante a execução dos levantamentos e posteriormente transformados em descrições, pelos programas. A transformação dos códigos em descrições é realizada através da adoção de uma tabela que relaciona códigos e descrições de pontos. Esse tipo de recurso facilita a edição dos levantamentos, como já exposto no tópico que trata das Estações Totais.

Quando os dados espaciais são obtidos a partir da restituição digital de fotos aéreas ou da digitalização/vetorização de mapas existentes, a entrada de dados no sistema é realizada através de arquivos em formatos específicos, de acordo com o sistema utilizado.

II) Coleta de Atributos

A coleta de informações não espaciais tem por objetivo gerar dados para a criação das bases alfanuméricas utilizadas pelo sistema. Ela pode ser realizada a partir de pesquisas de campo, pesquisas a fontes de dados existentes (ex: fontes do IBGE) ou através do aproveitamento das bases de dados locais existentes.

Independente do tipo de coleta a ser realizada, é importante que sejam, inicialmente, identificados quais os atributos a serem considerados. No caso de aproveitamento das bases de dados existentes, devem também ser analisados os formatos dos arquivos de dados existentes versus a compatibilidade e integração destes com o sistema a ser implantado.

A entrada de dados pode ser efetuada através da importação de informações contidas em arquivos existentes ou via teclado. A entrada de dados via teclado será necessária no caso de coleta de dados que não estejam no formato digital. Isto irá ocorrer

rer se forem realizadas pesquisas de campo ou consultas a fontes de informações que não disponham de dados digitais. A entrada de dados através de arquivos será necessária no caso de dados coletados no formato digital. Isto irá ocorrer se forem pesquisadas fontes que disponham de informações digitais ou em caso de aproveitamento das bases de dados locais existentes.

Capítulo 5

Programas Aplicativos em SIG Adotados

Neste capítulo será feita uma rápida abordagem sobre as características e funcionamento do programa aplicativo para SIG ArcCAD e ArcView, utilizado no desenvolvimento do projeto piloto apresentado neste trabalho. Maiores detalhes poderão ser obtidos através do manual de operação que acompanha os programas.

I) Programas Aplicativos Adotados

Os programas adotados para o desenvolvimento do projeto piloto foram os aplicativos ArcCAD e ArcView da empresa americana ESRI.

O programa ArcCad é um aplicativo para SIG que trabalha em ambiente AutoCAD. Seu emprego na criação do projeto desenvolvido relacionou-se à criação da base gráfica e à geração de análises espaciais envolvendo as diversas entidades gráficas existentes. Também através dele foram realizadas as ligações entre as bases de dados gráfica e alfanumérica. Nos tópicos a seguir são descritas algumas das características básicas deste programa.

O programa ArcView é um aplicativo para SIG que trabalha em ambiente Windows e permite realizar a visualização e consulta dos resultados obtidos a partir das análises espaciais realizadas com o aplicativo ArcCAD.

II) Noções sobre Topologia

A Topologia consiste em um procedimento usado para a definição explícita de relações espaciais. Na prática ela é bastante simples: tipos diferentes de relações

espaciais são expressos através de listas de entidades. Por exemplo, uma área pode ser topologicamente definida pelos arcos que compõe o seu perímetro. Da mesma forma, os arcos são definidos pelos seus vértices.

A criação e o armazenamento das relações topológicas apresentam várias vantagens. Como os dados são armazenados de uma maneira mais eficiente, eles podem ser acessados e processados mais rapidamente e em maiores quantidades. A Topologia facilita as funções analíticas, tais como a modelação de fluxos ao longo das linhas que compõe uma rede, a combinação de polígonos adjacentes com características similares, a identificação de entidades adjacentes e a sobreposição de entidades geográficas.

Os três principais conceitos da topologia presentes no programa aplicativo utilizado são descritos a seguir.

- **Conceito 1 - Definição de áreas:** os arcos que se conectam para circundar uma área definem um polígono. Os polígonos podem ser representados, topologicamente, pelos arcos que os constituem. As listas de arcos que representam os polígonos são armazenadas e usadas na construção dos polígonos, quando necessário. Cada arco pode aparecer nas listas dos arcos que constituem os polígonos uma única vez. As coordenadas dos arcos são armazenadas separadamente e este armazenamento também é realizado uma única vez. Este procedimento reduz a quantidade de dados armazenados e garante a não ocorrência de sobreposição entre os perímetros de polígonos adjacentes. A figura a seguir exemplifica este conceito:

FIGURA 5.1 -Definição de áreas no programa ArcCAD, de acordo com ARCCAD user's guide (1992)

- **Conceito 2 - Adjacência:** os arcos possuem direção (do nó, para o nó) e lados direito e esquerdo. Devido a isto, pode ser mantida uma lista de polígonos à direita e à esquerda de cada arco. Todos os polígonos que compartilham um mesmo arco são considerados adjacentes. A ilustração a seguir exhibe este conceito. Pode-se verificar nesta figura que o polígono 2 encontra-se à direita do arco 6, enquanto que o polígono 5 encontra-se à sua esquerda. Portanto, estes polígonos são adjacentes. Observe que o rótulo do polígono 1 encontra-se fora do perímetro da área total. O polígono 1 é denominado *Universo* e representa a área externa que engloba todos os polígonos. Este polígono é necessário para que todos os arcos tenham um polígono à sua direita e outro à sua esquerda.

FIGURA 5.2 - Conceito de adjacência, de acordo com ARCCAD user's guide (1992)

- **Conceito 3 - Conectividade:** os arcos se conectam uns aos outros através dos nós. As coordenadas x,y ao longo dos arcos, denominadas vértices, definem o formato dos arcos. As extremidades dos arcos são denominadas nós. Os arcos possuem dois nós: um no início e outro no final. Conhecendo todos os arcos que se encontram num único nó, o programa reconhece quais arcos se conectam entre si. A ilustração a seguir exemplifica este conceito.

FIGURA 5.3 - Conceito de conectividade, de acordo com ARCCAD user's guide (1992)

III) Estrutura para Armazenamento de Dados do Aplicativo ArcCAD

O programa ArcCad organiza as informações geográficas em temas. Os temas são coleções lógicas de elementos geográficos com características comuns definidas pelo usuário. Exemplos de temas incluem as ruas, lotes, quadras, entre outros grupos de elementos cadastrais.

Os temas são usados para a execução de análises espaciais e gerenciamento de informações cadastrais (atributos). Eles são compostos pelos seguintes elementos:

- Uma coleção de entidades da mesma classe. O programa suporta seis classes de entidades: pontos, linhas, polígonos, anotações, marcas de referências e registros.

- Bases de dados. Os pontos, linhas, polígonos, anotações e as marcas de referência são armazenadas em bases de dados gráficas denominadas 'coverage'. Estas bases são as unidades básicas de armazenamento de dados do programa. Os registros são armazenados em arquivos Dbase. Estes arquivos correspondem a tabelas lógicas nas quais as colunas representam os campos de atributos e as linhas contém os valores dos atributos.

As bases de dados gráficas ('coverage') contém dados espaciais e atributos. Os atributos são armazenados em tabelas de atributos. Elas contém informações sobre as entidades nos temas. Cada linha nestas tabelas está ligada a uma entidade da base gráfica através de um identificador. Cada entidade na base gráfica pode estar ligada a um elemento no desenho através de um vínculo entidade-elemento. A figura a seguir ilustra os componentes de um tema.

FIGURA 5.4 - Exemplo dos componentes de um tema, de acordo com ARCCAD user's guide (1992)

IV) Funções Existentes no Aplicativo ArcCAD

O aplicativo ArcCAD possui vários comandos para a criação, gerenciamento, análise e visualização de dados geográficos. Dentre as suas funções estão:

Criação da Topologia e das Tabelas de Atributos

O programa possui comandos para a criação e manutenção da topologia. Ele também apresenta comandos para a criação de tabelas de atributos, as quais armazenam informações sobre as entidades de mapas existentes na base de dados.

Associação de Atributos às Entidades Gráficas

O programa possui ferramentas que permitem a associação de atributos às bases de dados gráficas. As tabelas de dados com informações sobre os pontos, linhas ou áreas de um mapa podem ser criadas, editadas e atualizadas. Operações abrangendo os diversos campos de dados das tabelas geradas também podem ser efetuadas.

Visualização das Entidades da Base Gráfica e Consultas à Base

Os polígonos, pontos e linhas podem ser exibidos utilizando-se vários tipos de representação gráfica. As entidades da base gráfica ('coverage') podem ser visualizadas através de símbolos relacionados a seus atributos.

Questões envolvendo as entidades ou grupos de entidades específicas, podem ser formuladas através de operadores lógicos e aritméticos. As respostas a estas questões podem ser visualizadas graficamente. Também podem ser geradas legendas para auxiliar a compreensão dos resultados apresentados na tela.

Análise Espacial

O programa possui capacidade para a manipulação e análise de relações espaciais, como por exemplo a sobreposição de polígonos ou a criação de áreas de interseção. As várias funções de análise espacial disponíveis podem ser combinadas entre si, ampliando-se assim a gama de ações envolvendo as análises espaciais aplicadas às entidades. A tabela a seguir apresenta um resumo das operações espaciais disponíveis no programa.

TABELA 5.1 - Operações espaciais disponíveis no programa

Tipo de Operação	Descrição	Ilustração
Atualização de temas	Acrescentar novas entidades, através de procedimentos de corte e colagem.
	Apagar partes de um tema, antes de serem adicionadas novas entidades.
Extração de entidades, criação de subconjuntos ou redução de um tema	Extrair parte de um tema através de um gabarito.
	Dividir um tema ou um 'coverage' em vários temas ou vários 'coverages'.
	Selecionar logicamente as entidades a serem preservadas.

TABELA 5.1 - Operações espaciais disponíveis no programa (continuação)

Tipo de Operação	Descrição	Ilustração
União de Entidades	Selecionar logicamente os polígonos a serem unidos em relações de vizinhança.
	Remover as bordas entre polígonos vizinhos que possuam o mesmo valor para um determinado atributo.
Criação de zonas de afastamento	Definir áreas próximas as entidades gráficas, segundo um incremento de afastamento específico.

V) O Aplicativo ArcView

A versão utilizada do programa ArcView, para o projeto piloto desenvolvido, opera em ambiente Windows. Ela permite a exploração da base de dados, possibilitando ao usuário exibir parte ou todo o seu conteúdo, formular questões, exibir e guardar os resultados obtidos e enviar informações para outras aplicações.

O programa ArcView simplifica a visualização e questionamento dos dados geográficos. Ele possibilita o gerenciamento dos dados através de um arquivo denominado “vista”.

Uma vista pode ser imaginada como uma coleção de temas. Ela contém todas as informações que o programa necessita para gerenciar e exibir os dados.

As vistas contém tabelas de elementos que listam os seus temas. Através delas pode-se controlar quais os temas a serem exibidos e a ordem pela qual eles serão desenhados.

Cada tema possui uma legenda. As legendas são constituídas de símbolos e descrições sucintas. Os temas podem ser exibidos através de um único símbolo ou através de vários símbolos, de acordo com os valores dos atributos associados aos seus elementos.

Cada tema só pode conter uma única classe de elementos (polígono, linha, pontos, etc.).

As vistas são dinâmicas. Elas exibem o estado atual da base de dados. Se a base de dados for alterada, as vistas exibirão as alterações.

A figura a seguir ilustra uma vista aberta com o programa. Os temas indicados na tabela de elementos exibida na ilustração, encontram-se na janela de visualização da vista exibida.

FIGURA 5.5 - Exemplo de uma vista aberta com o programa ArcView

O programa ArcView pode operar em uma plataforma única ou em um ambiente de rede.

Através deste programa podem ser realizadas as seguintes tarefas:

- ↳ Exibição do status corrente da base de dados;
- ↳ Desenho dos dados espaciais com cores e padrões desejados;
- ↳ Exame de imagens;
- ↳ Realização de questionamentos lógicos e espaciais;
- ↳ Pesquisa sobre tabelas da base de dados;
- ↳ Geração de gráficos e relatórios para uso com outras aplicações;
- ↳ Pesquisas de endereços.

Capítulo 6

Implantação de um SIG

Este capítulo discute a importância da adoção de um projeto piloto na concepção de um projeto global para a implantação de um SIG; sugere algumas etapas a serem cumpridas durante o processo de planejamento, análise e implantação de SIGs; cita alguns problemas comumente verificados na implementação e gerenciamento de um SIG; lista alguns elementos espaciais e respectivos atributos, considerados importantes na estruturação das bases espaciais e cadastrais de um sistema de informações geográficas; e descreve o desenvolvimento de um projeto piloto para a implantação de um Sistema de Informações Geográficas, realizado junto a Companhia de Saneamento de Água e Esgoto da cidade de Jaboticabal, localizada no interior do estado de São Paulo.

I) A Adoção de um Projeto Piloto na Concepção de um SIG

A falta de conhecimentos dos órgãos municipais sobre as vantagens e as dificuldades na implantação de um SIG, o desconhecimento por parte dos setores responsáveis pelos cadastros municipais acerca da nova tecnologia, as dificuldades para se estabelecer as áreas de atuação dos SIGs e as novas rotinas de trabalho adotadas, levam a necessidade de se realizar a implantação de um Sistema de Informações Geográficas através de duas etapas distintas. São elas:

- 1ª etapa: elaboração e implantação de um projeto piloto, abrangendo uma área representativa da cidade.
- 2ª etapa: elaboração e implantação de um projeto global, abrangendo a totalidade da cidade.

O projeto piloto envolve a construção da base de dados de um Sistema de Informações Geográficas para uma pequena porção representativa da área de projeto. Os seus objetivos principais são testar detalhadamente a estrutura projetada para as bases de dados e estimar os custos necessários para a implantação global do sistema, principalmente no que se refere a coleta, conversão e alimentação de dados. O grupo técnico responsável pelo estabelecimento do projeto piloto, deve avaliar os resultados obtidos com o projeto, em conjunto com uma análise atualizada dos custos e benefícios oferecidos pelo sistema, a fim de decidir sobre a implementação do sistema. O projeto piloto oferece uma boa oportunidade para se aprovar, cancelar ou preferir a implantação de um SIG, antes que grandes somas sejam investidas no sistema.

Entre as finalidades do projeto piloto estão:

- a) Permitir à prefeitura municipal avaliar o alcance de um SIG no gerenciamento municipal;
- b) Servir de ponto de partida para a discussão de possíveis alterações e/ou complementações a serem feitas ao projeto global, tanto no que concerne às informações espaciais e cadastrais, como também ao tipo e complexidade das análises a serem utilizadas para o planejamento urbano, setor fiscal e demais setores solicitados pela prefeitura;
- c) Servir de base para uma avaliação final dos prazos e custos necessários a implantação do projeto global.

É importante destacar ainda que, a área representativa da cidade escolhida para o projeto piloto, deve conter a maioria dos elementos do espaço urbano que irão compor a base de dados espacial. Ela deve possibilitar também a execução da maior parte das análises espaciais previstas para o projeto global.

II) Etapas a Serem Executadas Durante a Implantação de um SIG

A implantação de um Sistema de Informações Geográficas compreende várias fases. Algumas fases importantes e que devem ser cumpridas durante o processo de

desenvolvimento e implantação de um SIG, são exibidas no fluxograma ilustrado na figura a seguir.

FIGURA 6.1 - Fluxograma

Algumas fases ilustradas no fluxograma acima, podem ser executadas numa ordem diferente da qual são exibidas, conforme o procedimento adotado para a implantação de cada sistema. Os itens a seguir descrevem sucintamente cada uma das etapas exibidas no fluxograma.

a) definição das metas a serem cumpridas

Essa fase compreende a definição das metas a serem atingidas com a implantação do sistema e deve ser desenvolvida junto aos responsáveis pela aprovação do projeto, na prefeitura. Ela deve ser reavaliada, junto aos mesmos res-

ponsáveis, após a definição, implantação e análise dos resultados obtidos a partir do projeto piloto.

b) definição das etapas a serem cumpridas

Essa fase compreende a definição das etapas a serem analisadas para a elaboração dos projetos piloto e global. Ela envolve a definição das demais fases citadas a seguir.

c) definição dos tipos de análises a serem executados pelo sistema

O estudo e a definição dos tipos de análise a serem executados pelo sistema devem ser feitos em conformidade com as necessidades e prioridades destacadas pela prefeitura.

d) definição das entidades gráficas que irão compor a base de dados espacial

Essa fase será executada através do estabelecimento das entidades gráficas que irão compor a base de dados espacial.

e) definição das entidades alfanuméricas que irão compor a base de dados alfanumérica

Essa fase será executada através do estabelecimento das informações que irão compor a base de dados alfanumérica.

f) análise dos dados disponíveis

Nessa fase serão analisados os dados espaciais e as informações existentes na prefeitura, possíveis de serem aproveitados para a alimentação das bases de dados do SIG. A partir dela serão definidas as necessidades de coleta relacionadas as informações espaciais e respectivos atributos.

g) aquisição e coleta de dados

Essa fase deverá ser desenvolvida a partir dos métodos de coleta de dados espaciais e alfanuméricos, descritos no capítulo 4.

h) produção dos mapas digitais

A elaboração dos mapas digitais pode ser executada de várias maneiras:

- Através de mapas existentes - digitalização/vetorização dos mapas e posterior edição das entidades gráficas do mapa digital;
- Através de levantamentos topográficos de campo - processamento e edição dos dados de campo através de programas aplicativos específicos e posterior edição das entidades gráficas do mapa digital;
- Através de restituição fotogramétrica - restituição digital através de programas aplicativos específicos e posterior edição das entidades gráficas do mapa digital.

i) estruturação das bases espacial e alfanumérica

A estruturação das bases de dados compreende as seguintes etapas:

- Definição dos temas da base de dados espacial, ou seja, definição das diferentes classes de elementos gráficos que irão compor a base;
- Modelagem da base de dados alfanumérica.

j) alimentação das bases

A alimentação da base de dados espacial deverá ser feita com a ajuda de um programa aplicativo para Sistemas de Informações Geográficas. Através desse programa serão criados os temas e adicionadas as entidades gráficas aos temas criados.

A alimentação da base de dados alfanumérica deverá ser feita através da digitação de dados cadastrais ou do aproveitamento de arquivos de dados existentes.

l) criação da topologia e ligação das bases de dados espacial e alfanumérica

A criação da topologia assim como a ligação das bases de dados espacial e alfanumérica, deverá ser realizada através de um programa aplicativo para Sistemas de Informações Geográficas.

m) manutenção e atualização do sistema

A manutenção e a atualização do sistema deverá ser feita por pessoal técnico especializado.

III) Perigos Inerentes a Implantação de um SIG

Este tópico descreve quinze problemas geralmente verificados durante a implantação e gerenciamento de um SIG. Todos os problemas citados neste tópico e listados a seguir, são descritos KORTE (1992). Embora o autor tenha se baseado em experiências americanas para composição desses problemas, muitos deles podem ser considerados importantes nas experiências brasileiras de implantação de SIGs.

1) *A Falha ao considerar os riscos que poderão ser enfrentado pela organização*

Muitas organizações não compreendem totalmente a extensão de um projeto em SIG. Ele representa um investimento significativo em termos de tempo, dinheiro, organização e administração, criando uma maneira totalmente diferente de gerenciar as informações territoriais. Além disso, a tecnologia empregada em um SIG é complexa e, em geral, a maioria dos funcionários que irão utilizá-la, não possuem conhecimentos a seu respeito.

Esses fatores podem causar vários problemas. Se uma organização falhar ao prever todos esses problemas e as suas magnitudes potenciais, ela não estará preparada para lidar com todos eles. Isto irá atrasar as soluções dos problemas ocorridos, além de torná-las mais dispendiosas. O projeto também poderá perder credibilidade, caso esses problemas não tenham sido previstos antecipadamente. Isto poderá dificultar a obtenção de recursos, fundamentais para a continuidade do projeto.

2) *Ênfase nos benefícios*

Existe uma grande tendência em se enfatizar apenas os benefícios e as vantagens da tecnologia, durante o estágio inicial de justificações do projeto. Algumas dificuldades potenciais são frequentemente minimizadas, devido ao temor da não aprovação do projeto.

Esses procedimentos podem gerar grandes insatisfações, se os resultados não corresponderem ou não excederem as expectativas dos administradores.

3) *Má condução dos projetos experimentais*

Embora várias organizações se interessem pela nova tecnologia, muitas delas falham ao tentar integrá-la ao seu cotidiano. Como resultado, são designados ao programa para implantação da tecnologia SIG fundos escassos, um corpo de funcionários muito pequeno e baixa prioridade. As chances reais de sucesso nesse caso, são muito pequenas. Além disso, os resultados obtidos através de projetos experimentais (pilotos) realizados nessas condições, dificilmente podem ser extrapolados para um projeto global.

4) *Falha na definição de metas*

As metas a serem cumpridas devem ser claramente definidas e compreendidas. Elas são vitais para manter a moral do corpo de funcionários responsáveis pelo gerenciamento do SIG, em casos de ocorrências de problemas e desapontamentos.

O estabelecimento de metas cria uma base de medidas para determinação dos fracasso e sucesso atingidos. Dificilmente será possível justificar a continuidade de um projeto, sem que sejam demonstradas as metas já cumpridas.

5) *Inexistência de um planejamento a longo prazo*

Após a definição das metas de projeto, o próximo passo crítico consiste na elaboração de um plano a longo prazo para o cumprimento das metas definidas. Esse plano deve incluir uma seqüência de eventos chaves, um cronograma contendo a execução dos eventos e a atribuição de responsabilidades para o cumprimento desses eventos. O plano a longo prazo também serve de base para o desenvolvi-

mento de exigências em relação a funcionários, aquisição de equipamentos e requisições orçamentárias.

6) *Falta de suporte administrativo*

A implantação de um SIG requer, quase sempre, a aprovação dos responsáveis pela organização. Ocorre que a maioria dos indivíduos que ocupam essas posições ou não estão familiarizados com a nova tecnologia ou apresentam pouco conhecimento acerca dela. Isto dificulta a compreensão e o apoio dado por esses indivíduos ao projeto, sem que haja uma justificação cuidadosa a seu respeito.

Se os responsáveis pela organização não forem completamente convencidos sobre a implantação de um SIG, o projeto estará apenas parcialmente aprovado. Isto irá representar um grande risco. Sem o apoio total dos responsáveis pela organização, pode ocorrer muitas vezes a automação de apenas parte dos dados municipais ou a implementação de apenas partes do sistema. Isto faz com que o sistema não produza todos os benefícios possíveis. Além disso, se ocorrerem problemas técnicos ou custos não previstos durante o desenvolvimento do projeto, o suporte parcial inicialmente dado ao projeto pode se tornar crítico quanto ao seu prosseguimento.

7) *Não envolvimento do usuário*

Os usuários do sistema, pertencentes a organização, devem participar do planejamento, seleção e implementação de um SIG. Se eles não tomarem parte deste processo, dois acontecimentos negativos podem ocorrer. Primeiro, a organização perde a oportunidade de se beneficiar da experiência dos usuários ao planejar e selecionar o sistema. Segundo, o não envolvimento dos usuários nesse processo pode criar um sentimento de indiferença, e até mesmo hostilidade, em relação ao sistema. Como resultado desses impactos negativos, o sistema pode ser boicotado e as suas chances de sucesso reduzirem bastante.

8) *Falha na especificação das exigências*

Mesmo havendo uma boa definição quanto as metas a serem atingidas com a implantação do sistema, podem ocorrer falhas na especificação das exigências e necessidades para o cumprimento dessas metas. Uma definição clara das exigên-

cias e necessidades do projeto é necessária para a seleção eficaz dos equipamentos e programas aplicativos utilizados pelo sistema e também para a construção das bases de dados de um SIG.

9) Conhecimento e solução dos problemas existentes

Existe uma tendência de simplesmente incorporar a nova tecnologia SIG às organizações. A implementação de um SIG oferece uma boa oportunidade para redefinir os processos de trabalho e a estrutura organizacional existentes. Um SIG pode aumentar a produtividade, integrar as operações entre departamentos e promover uma melhor organização dos dados municipais. No entanto, ele não solucionará a maioria dos problemas administrativos, operacionais e organizacionais anteriormente existente. Estes problemas devem ser resolvidos antes de um SIG poder atingir todo o seu potencial.

10) Continuidade das rotinas de trabalho tradicionais

Algumas organizações optam por manter os processos manuais, mesmo após a instalação do sistema. Isto é justificado pelo desejo de se ter certeza sobre o funcionamento do novo sistema, antes de abandonar por completo os procedimentos tradicionais. Em muitos casos, é aconselhável a continuidade dos procedimentos tradicionais por um curto período de tempo, até que sejam solucionados todos os problemas existentes no novo sistema. Deve existir no entanto, um consenso definitivo sobre o desenvolvimento das operações exclusivamente através do novo sistema, assim que este esteja funcionando satisfatoriamente. A continuidade prolongada dos procedimentos tradicionais irá gerar dúvidas quanto a confiança depositada na utilização do novo sistema pelos administradores e permitir aos usuários preterir os treinamentos necessários para operação do novo sistema.

11) Falta de treinamento dos usuários

Os usuários de SIG que não estejam bem preparados para utilizá-lo, precisarão da ajuda de especialistas para a execução de tarefas rotineiras. Isto fará surgir a necessidade de se criar, dentro da organização, um grupo de especialistas para atender aos usuários. Em geral, a sobrecarga de dúvidas depositada sobre este grupo, criará a necessidade de ampliá-lo. Isto poderá levar ao aparecimento de um novo departamento dentro da organização, composto por especialistas em SIG e

voltado ao atendimento dos usuários. Os usuários também não farão um bom uso do sistema, apesar do suporte oferecido, por não o compreenderem totalmente. Se os usuários forem bem treinados, só ocasionalmente precisarão de ajuda. O grupo de especialistas pertencentes a organização se manterá pequeno e eficiente e os usuários poderão aproveitar melhor o sistema.

12) Falta de customização e adequação do programa utilizado

Apesar de não ser desejado um grupo grande de especialistas em SIG dentro da organização, é necessário algum tipo de suporte. Os programas de SIG existentes são desenvolvidos de forma a atender o maior número de usuários possível. Para atender as necessidades de cada usuário em particular é necessário customizar o programa adquirido. A presença de um especialista ou um pequeno grupo de especialistas também é importante para a solução de problemas no sistema que não estejam, normalmente, ao alcance dos usuários.

13) Existência de sistemas que não podem ser expandidos ou modificados

Atualmente, devido ao rápido avanço da informática, os equipamentos se tornam obsoletos em um curto espaço de tempo. É importante que a incorporação de novos equipamentos ao sistema seja realizada com o menor número de alterações possíveis sobre as operações existentes. É também importante que as bases de dados de um SIG sejam transportadas para os novos equipamentos, sem que haja a necessidade de grandes modificações.

14) Necessidade de maiores investimentos, além daqueles previstos

A necessidade de investimentos adicionais é, normalmente, resultado de uma má administração do projeto proposto ou de uma previsão de gastos não estimada adequadamente. Em geral ela tende a comprometer o apoio dado pelos administradores a continuidade do programa e é considerada uma das causas mais frequentes para o cancelamento do projeto.

15) Falhas na divulgação de resultados

As falhas ao se divulgarem os resultados obtidos com a implantação e uso de um SIG podem fragilizar o seu andamento. Os administradores devem estar sempre a par dos bons e maus resultados alcançados, para não perderem o envolvimento e compromisso com o projeto desenvolvido. Quando os administradores se distanciam do projeto desenvolvido, este se torna susceptível a críticas e rumores sem fundamentos, além de perder parte do incentivo para a sua continuidade.

IV) Elementos Urbanos que Devem Constar no Projeto de um SIG

Uma das dificuldades no uso de um sistema de baixo custo para o gerenciamento municipal é sua baixa velocidade no processamento de análises e apresentação de resultados. Dessa forma, é importante selecionar com cuidado os elementos do espaço urbano que irão compor a base de dados espacial, bem como as informações relativas à esses elementos, presentes na base de dados não espacial.

Com esse intuito, são relacionados a seguir alguns elementos espaciais e seus respectivos atributos, considerados importantes na composição das bases de dados de cidades de pequeno porte.

IV-1) Elementos do Espaço Urbano que irão Compor a Base de Dados Espacial

Os elementos do espaço urbano cujas presenças podem ser consideradas importantes para a formação das bases de dados de um SIG são:

- Lotes;
- Quadras;
- Edificações;
- Logradouros (ruas);
- Elementos pertencentes ao sistema de abastecimento de água potável, tais como, tubulações, caixa d'água e hidrantes;

- Elementos pertencentes ao sistema de coleta de esgoto sanitário, tais como, tubulações, poços de visita, poços de inspeção, terminais de limpeza e inspeção;
- Elementos pertencentes ao sistema de coleta de águas pluviais, tais como, tubulações, bocas de lobo e poços de visita.

IV-2) Atributos dos elementos do espaço urbano que irão compor a base de dados alfanumérica

Alguns atributos importantes relacionados aos elementos do espaço urbano destacados anteriormente, bem como os valores a serem dados à esses atributos, são apresentados a seguir na forma de tabelas.

TABELA 6.1 - Atributos dos lotes e valores desses atributos

Atributos	Valores
área	-metragem quadrada
testada	-metragem linear
quadra	-código da quadra
número	-número do lote
uso do terreno	-baldio (não construído) -em construção -construído -em ruínas (edificação abandonada)
situação quanto à tributação	-sim (imóvel tributável) -isento (imóvel isento de IPTU por lei municipal) -imune (imóvel público) -rural (imóvel cadastrado no INCRA como rural, embora no perímetro urbano)
proprietários	-nome(s) do(s) proprietário(s) do terreno
natureza da propriedade	-particular -pública -religiosa -filantrópica -outras

TABELA 6.1 - Atributos dos lotes e valores desses atributos (continuação)

Atributos	Valores
IPTU	-valor desse imposto na moeda corrente
valor venal	-valor comercial do imóvel na moeda corrente

TABELA 6.2 - Atributos das quadras e valores desses atributos

Atributos	Valores
nome	-código da quadra
bairro	-nome do bairro no qual a quadra se situa
zona	-código da zona na qual a quadra se situa

TABELA 6.3 - Atributos dos logradouros e valores desses atributos

Atributos	Valores
nome	-nome do logradouro
largura	-metragem linear
serviços municipais existentes	-coleta de lixo (diária, alternada-3 dias, inexistente) -limpeza/varredura (varredura da pavimentação e recolhimento de detritos) -conservação da pavimentação (conserto, recuperação, operação “tapa-buracos”)
pavimentação	-asfaltada -não asfaltada (terra) -paralelepípedo

TABELA 6.4 - Atributos das edificações e valores desses atributos

Atributos	Valores
área construída	-metragem quadrada
endereço	-rua, nº, bairro, CEP
existência de ligação com as redes de água potável e de esgoto	-sim -não
matrícula	-nº de matrícula da edificação
tipo de estabelecimento	-creches, pré-escolas, escolas regulares 1º e 2º graus (públicas e/ou privadas) -hospitais, maternidade, postos de saúde, pronto-socorros (públicos e/ou privados) -igreja -delegacias, postos policiais, corpo de bombeiro -estações rodoviária e ferroviária -agências de correio -equipamentos urbanos -residências -outros
utilização atual do imóvel	-sem uso -residencial -comercial -industrial -religioso -residencial-comercial -outros

TABELA 6.5 - Atributos e valores dos atributos das tubulações pertencentes ao sistema de abastecimento de água potável

Atributos	Valores
diâmetro	-valor nominal em mm do diâmetro da tubulação
localização	-nome e trecho da rua no qual se localiza o trecho de tubulação considerado
profundidade da geratriz superior	-valor em metros da profundidade da geratriz superior
tipo	-PVC -ferro fundido (fofo) -outros

TABELA 6.6 - Atributos e valores dos atributos dos hidrantes (sistema de abastecimento de água potável)

Atributos	Valores
localização	-código do trecho da tubulação ao qual pertence

TABELA 6.7 - Atributos e valores dos atributos das caixas d'água (sistema de abastecimento de água potável)

Atributos	Valores
altura	-valor em metros da altura da caixa
capacidade	-máximo volume de água armazenado em m ³
localização	-lote, quadra e bairro nos quais se localiza

TABELA 6.8 - Atributos e valores dos atributos das tubulações do sistema de coleta de esgoto sanitário

Atributos	Valores
diâmetro	-valor nominal em mm do diâmetro da tubulação
localização	-nome e trecho da rua no qual se localiza o trecho de tubulação considerado
profundidade da geratriz superior	-valor em metros da profundidade da geratriz superior
tipo	-PVC -manilha de barro -outros

TABELA 6.9 - Atributos e valores dos atributos dos poços de visita e poços de inspeção (sistemas de coleta de esgoto sanitário e águas pluviais)

Atributos	Valores
localização	-código do trecho da tubulação no qual se localiza o poço

TABELA 6.10 - Atributos e valores dos atributos dos terminais de limpeza e inspeção (sistema de coleta de esgoto sanitário)

Atributos	Valores
diâmetro	-valor nominal em mm do diâmetro da tubulação
localização	-código do trecho da tubulação no qual se localiza o terminal

TABELA 6.11 - Atributos e valores dos atributos das bocas de lobo (sistema de coleta de águas pluviais)

Atributos	Valores
localização	-trecho de rua no qual se localiza

TABELA 6.12 - Atributos e valores dos atributos das tubulações do sistema de coleta de águas pluviais

Atributos	Valores
diâmetro	-valor nominal em mm do diâmetro da tubulação
profundidade da geratriz superior	-valor em metros da profundidade da geratriz superior
localização	-nome e trecho da rua no qual se localiza o trecho de tubulação considerado
tipo	-PVC -outros

IV-3) Elementos do Espaço Urbano - Atributos adicionais

Se o sistema permitir, poderão ser acrescentados à base de dados espacial, outros atributos além dos atributos considerados principais e expostos anteriormente. As tabelas a seguir contém alguns desses atributos e seus respectivos valores.

TABELA 6.13 - Atributos adicionais dos lote e valores desses atributos

Atributos	Valores
tipo de limite do lote	-sem definição -murado total -cerca -cerca/muro
topografia	-plana -suave -acentuada
tipo de solo	-seco -inundável
situação de acesso do lote ao sistema de transporte público	-próximo -distante -inexistente
situação na quadra	-esquina -interno (uma frente) -interno (duas frentes)

TABELA 6.14 - Atributos adicionais das quadras e valores desses atributos

Atributos	Valores
existência de passeio	-sim -não -parcial

TABELA 6.15 - Atributos adicionais das ruas e valores desses atributos

Atributos	Valores
recapeamento	-data do último recapeamento
numeração	-valores máximo e mínimo do intervalo de numeração do trecho de rua considerado
CEP	-CEP válido para a rua
sentido	-mão única -duas mãos

TABELA 6.16 - Atributos adicionais das edificações e valores desses atributos

Atributos	Valores
habitantes	-n° de habitantes no caso de imóvel residencial
data da construção	-data de construção da edificação
padrão da construção	-madeira -alvenaria -mista
categoria da construção	-alta -média -baixa

TABELA 6.17 - Atributos adicionais e valores dos atributos das tubulações do sistema de abastecimento de água potável

Atributos	Valores
declividade	-declividade em m/m do trecho de tubulação considerado
vazão máxima prevista	-valor em m ³ /s da máxima vazão prevista para o trecho considerado
vazão mínima prevista	-valor em m ³ /s da mínima vazão prevista para o trecho considerado
pressão mínima disponível	-valor em mca da pressão mínima disponível nas extremidades do trecho considerado
pressão máxima disponível	-valor em mca da pressão máxima disponível nas extremidades do trecho considerado
cota piezométrica	-valor em mca da cota piezométrica nas extremidades do trecho de tubulação considerado

TABELA 6.18 - Atributos adicionais e valores dos atributos dos hidrantes (sistema de abastecimento de água potável)

Atributos	Valores
pressões disponíveis	-valores em mca das pressões máximas e mínimas disponíveis

TABELA 6.19 - Atributos adicionais e valores dos atributos das caixas d'água (sistema de abastecimento de água potável)

Atributos	Valores
tipo	-circular -retangular
material	-alvenaria -concreto armado

TABELA 6.20 - Atributos adicionais e valores dos atributos das tubulações do sistema de coleta de esgoto sanitário

Atributos	Valores
declividade	-declividade em m/m do trecho de tubulação considerado
vazões previstas	-valores em m ³ /s da mínima e máxima vazão prevista para o trecho considerado
velocidade máxima prevista	-valor em m/s da máxima velocidade aceitável para o trecho de tubulação considerado

TABELA 6.21 - Atributos adicionais e valores dos atributos dos poços de visita e poços de inspeção (sistemas de coleta de esgoto sanitário e águas pluviais)

Atributos	Valores
cota da tampa	-valor em metros em relação ao nível de referência local para cota da tampa
cota do fundo	-valor em metros em relação ao nível de referência local para cota de fundo do poço
profundidade	-valor em metros da profundidade do poço

TABELA 6.22 - Atributos adicionais e valores dos atributos das tubulações da rede de água pluvial

Atributos	Valores
declividade	-declividade em m/m do trecho de tubulação considerado
vazões previstas	-valores em m ³ /s da mínima e máxima vazão prevista para o trecho considerado

V) Integração entre Prefeituras, Concessionárias e Empresas

Embora não destacado anteriormente nesse trabalho, é importante que a implantação de um Sistema de Informações Geográficas, a nível municipal, seja realizada pela prefeitura em conjunto com as concessionárias presentes no município e algumas empresas interessadas na utilização do sistema, tais como os sistemas emergenciais, os hospitais, a polícia etc.

A cooperação entre prefeituras, concessionárias (de energia, água, telefonia e etc.) e empresas interessadas agiliza o processo de implantação do geoprocessamento e ao mesmo tempo reduz os custos individuais alocados no estabelecimento do sistema para cada um dos setores. Além disso, permite o compartilhamento das informações municipais, obtidas a partir de uma base de dados única, entre todos os setores envolvidos, promovendo uma maior integração entre eles.

VI) Projeto Piloto

Este tópico descreve as atividades realizadas no desenvolvimento de um projeto piloto para a implantação de um Sistema de Informações Geográficas, junto a Companhia de Saneamento de Água e Esgoto da cidade de Jaboticabal (SAAEJ), localizada no interior do estado de São Paulo.

Este projeto foi desenvolvido entre os meses de fevereiro e março de 1996 e teve como objetivo estudar a viabilidade da implantação de um SIG no SAAEJ. Também contribuiu para melhor esclarecer os membros do órgão em questão quanto as análises e consultas iniciais, possíveis de serem alcançadas com a implantação do sistema.

VI-1) Algumas Características sobre a Cidade de Jaboticabal e o Sistema Implantado

Jaboticabal é uma cidade que conta hoje com aproximadamente 60.000 habitantes. Ela está situada a nordeste do estado de São Paulo.

As redes de abastecimento de água potável e coleta de esgoto sanitário da cidade são controladas por um órgão municipal, denominado SAAEJ - Companhia de Saneamento de Água e Esgoto da cidade de Jaboticabal.

O sistema de distribuição de água potável da cidade possui, atualmente, aproximadamente 80.000 ligações. Para facilitar a sua administração, ele foi dividido em setores. Cada setor abrange uma parte da rede de distribuição. Os setores são definidos a partir das trajetórias executadas pelos técnicos de campo, responsáveis pelas reparos e fiscalizações da rede e coleta de informações relativas a quantidade de água consumida pelos imóveis. Nas áreas centrais da cidade, os setores abrangem determinados grupos de ruas. Fora da região central, os setores abrangem bairros inteiros.

O sistema de distribuição de água potável de Jaboticabal apresenta-se totalmente informatizado, com todas as informações relativas a rede incorporadas a uma base de dados cadastral, administrada através de um gerenciador de banco de dados. O projeto piloto desenvolvido abrangeu somente a rede de distribuição de água potável.

VI-2) Área de Estudo, Bases de Dados e Entradas de Dados no Sistema

Para a implantação do projeto piloto, inicialmente, foi definida uma área de estudo, com a colaboração do pessoal técnico do SAAEJ. Essa área era composta por oito quadras e localizada na região central da cidade. Ela apresentava todos os elementos espaciais a serem incorporados a base de dados espacial do sistema, tais como quadra, lotes e eixo das ruas. As figuras a seguir exibem a área escolhida para a implantação do projeto piloto.

FIGURA 6.2 - Área de estudo - detalhe 1

FIGURA 6.3 - Quadras selecionadas - detalhe 2

FIGURA 6.4 - Vista total de uma quadra selecionada - detalhe 3

FIGURA 6.5 - Vista parcial de uma quadra selecionada - detalhe 4

Como o SAAEJ já contava com um sistema gerenciador de banco de dados para a administração das informações não espaciais e estava em fase de conclusão de toda a base cartográfica da cidade, o trabalho desenvolvido limitou-se a formação da base de dados espaciais, adaptação da base cadastral existente para atender as necessidades do programa utilizado e união das informações cadastrais de interesse aos elementos da base espacial.

A entrada de dados para a constituição das bases espacial e cadastral foi realizada a partir de arquivos digitais. Os dados espaciais foram obtidos a partir de desenhos feitos no AutoCAD e os dados cadastrais foram obtidos a partir de arquivos no formato DBF.

Para a seleção dos elementos espaciais e dados cadastrais a serem adicionados às bases do SIG, foram realizadas reuniões com o pessoal técnico do SAAEJ. Nestas reuniões foram discutidas todas as informações desejadas e possíveis de serem acessadas através do sistema e também algumas análises espaciais a serem executadas pelo sistema. Os itens a seguir listam os tipos de consulta solicitadas pelo pessoal

técnico do SAAEJ, possíveis de serem implementadas a partir dos dados espaciais e cadastrais existentes:

- Quantidade de água potável consumida por cada imóvel, mensalmente e anualmente;
- Média do consumo de água potável para cada setor, mensalmente e anualmente;
- Débitos dos imóveis e dos setores;
- Mensalidades atrasadas;
- Proprietário do imóvel;
- Dados e históricos dos hidrômetros;
- Número e código das ligações para cada imóvel;
- Existência de ligação à rede de água potável e histórico da ligação para cada imóvel;
- Existência de ligação à rede de esgoto sanitário e histórico da ligação para cada imóvel;
- Idade do hidrômetro;
- Tipo de imóvel - residencial, comercial ou industrial;
- Quais os lotes vazios e quais os lotes ocupados;
- Localização e codificação dos logradouros;
- Nomes antigo e atual dos logradouros;
- Setor a que o logradouro pertence;
- Existência de redes de água e esgoto nos logradouros.

Outras consultas solicitadas pelo pessoal técnico do SAAEJ, porém possíveis de serem implantadas apenas a longo prazo, devido a não existência de informações nas bases de dados cadastrais do SAAEJ, correspondiam as características dos elementos das redes de água e esgoto. Para a realização dessas consultas através do sistema, era necessário inicialmente realizar a coleta de informações junto aos técnicos de campo e engenheiros do SAAEJ e posteriormente incorporá-las a base de dados cadastral.

Devido a isso, essas consultas não fizeram parte do projeto piloto. Os itens a seguir listam essas informações.

- Tipo de material das tubulações das redes de água e esgoto;
- Idade das tubulações;
- Comprimento das tubulações;
- Diâmetro das tubulações;
- Localização das tubulações em relação as ruas (logradouros) - eixo, lateral, dupla;
- Profundidade das tubulações;
- Declividade das tubulações;
- Saturação dos condutos (tubulações);
- Localização e características dos registros de manobras;
- Localização, dimensão, região servida e capacidade dos reservatórios;
- Volume produzido, tipos de tratamento e localização do sistema de captação.

VI-3) Ligação dos Atributos aos Elementos Espaciais, Características das Bases de Dados Cadastral e Espacial

Para a ligação entre os dados cadastrais e os dados espaciais foram utilizados os códigos de ligações de água. Estes códigos já existiam nas bases de dados cadastrais do SAAEJ, porém, algumas vezes eram encontrados em um único campo numérico, composto por oito dígitos e outras vezes eram encontrados em dois campos numéricos, compostos respectivamente por sete dígitos e um dígito. Para a utilização deste elemento como chave das ligações entre dados espaciais e cadastrais, optou-se pelo campo numérico composto por oito dígitos. Assim, foram adaptados todos os campos de arquivos necessários, na base cadastral do projeto piloto, para o formato escolhido. Também foram criados campos numéricos compostos por oito dígitos, contendo os códigos das ligações, para as tabelas de atributos dos elementos espaciais. Estas tabelas são geradas pelo programa de SIG utilizado e permitem a ligação entre as entidades espaciais e os arquivos da base cadastral.

Para a constituição da base de dados espacial, foram criados temas contendo grupos de elementos espaciais. O agrupamento de elementos em um mesmo tema foi feito tomando-se como base as quadras. Desse modo, todos os lotes pertencentes a uma mesma quadra foram agrupados em um mesmo tema. Para o projeto final, pretendia-se agrupar os lotes em temas classificados segundo os setores a que os lotes pertencessem. A figura a seguir exibe os temas inicialmente criados, a partir do agrupamento de lotes pertencentes a uma mesma quadra. A letra “B” refere-se a bloco (quadra) e os algarismos correspondem aos números identificadores das quadras, obtidos a partir das plantas municipais.

FIGURA 6.6 - Temas inicialmente gerados

Para o desenvolvimento do projeto piloto foram selecionados os arquivos de cadastro das ligações, cadastro de logradouros, histórico das ligações, consumo e débito. Estes arquivos continham todas as informações necessárias para as entidades espaciais da área em estudo e foram obtidos a partir dos arquivos da base de dados cadastral existente.

Para a associação entre as informações contidas nesses arquivos e as entidades da base de dados espacial, optou-se por criar novos temas, a partir dos temas inicialmente gerados e realizar a associação de cada arquivo cadastral específico a um determi-

nado tipo de tema. Assim foram gerados temas para associação com o arquivo de cadastro das ligações, temas para associação com o arquivo de consumos, temas para a associação com o arquivo de débitos e assim por diante. Esse procedimento foi adotado pois a aglutinação dos diversos arquivos em um arquivo único, contendo todas as informações cadastrais, gerou um arquivo muito extenso, com um número excessivo de campos e portanto de difícil manipulação para a execução de consultas e análises através do sistema.

Para facilitar a visualização dos temas criados, uma vez que todos se referiam a mesma área, foram adotadas cores diferentes para cada um deles. A figura a seguir ilustra os temas criados e as cores adotadas para cada tema.

FIGURA 6.7 - Temas criados

A criação de diversos tipos de temas, cada qual permitindo o acesso a um determinado conjunto de informações, não pareceu criar grandes problemas, já que para a realização de determinado tipo de consulta bastava acessar um conjunto de temas específico. Também as análises espaciais mais simples, realizadas a partir de um determinado grupo de informações não foram prejudicadas. Já para a execução de análises espaciais mais complexas, envolvendo grupos de informações diferentes, seria necessário criar associações entre grupos de informações cadastrais distintos, o que demandaria, portanto, um maior trabalho. Como ficou estabelecido que a maioria das tarefas executadas pelo sistema seriam consultas rápidas ou análises espaciais envolvendo um determinado grupo de informações e que análises mais complexas seriam realizadas poucas vezes, a solução adotada atendeu as expectativas iniciais em relação ao sistema.

A unidade espacial escolhida para a associação de informações foram os lotes. Desse modo, todas as informações contidas nas bases de dados cadastrais foram associadas a entidade espacial lote. Para realizar a ligação entre lotes e atributos, foi atribuído um código de ligação a cada lote, através das tabelas de atributos dos temas. A figura a seguir exibe um tabela de atributos de lotes (PAT), pertencente a um determinado tema.

↓PgDn↑	↑PgUp↑	»End«	«Home«	Rec #	Items	S/A/U	Escape
Rec #	AREA	PERIMETER	B161_	B161_ID	OCLIG		
1	-7107.2010	336.4216	1	0	0		
2	261.1329	86.2399	2	1	69517		
3	27.9218	18.7537	3	1	25108		
4	312.7244	80.9506	4	2	25072		
5	787.2958	143.6199	5	3	25027		
6	169.0278	52.6947	6	21	69559		
7	27.9218	18.7537	7	3	25043		
8	352.1486	78.8040	8	19	164357		
9	271.8049	88.9342	9	4	24989		
10	27.9218	18.7537	10	4	25001		
11	130.7322	53.6588	11	5	24976		
12	221.3374	64.2800	12	18	69591		
13	199.3698	72.4682	13	6	24950		
14	424.1102	96.7468	14	7	68042		
15	194.9071	62.2080	15	17	69614		
16	123.8343	46.9602	16	20	68039		
17	474.7047	111.8585	17	14	26602		
18	223.7827	67.6812	18	16	26631		
19	442.2927	97.7140	19	8	68071		
20	459.1459	108.4575	20	13	26589		

FIGURA 6.8 - Tabela de atributos das entidades lotes (PAT)

Cada lote é tratado pelo programa como um polígono fechado. Sendo o lote a unidade espacial básica adotada, ficou inicialmente determinado que a cada lote se-

ria associado um código de ligação. No entanto, durante a associação entre as bases de dados cadastral e espacial, foi observada a existência de lotes com mais de uma ligação e que portanto deveriam ser associados a mais de um código de ligação. Para resolver esta situação, foram criados “sub-lotes” dentro dos lotes que apresentassem mais de uma ligação de água. Esses “sub-lotes” nada mais eram do que círculos inseridos dentro dos lotes, com atributos que o identificassem como pertencentes ao lote em questão. Esses círculos, além de criarem a possibilidade de associar códigos de ligação únicos a polígonos únicos, também tornaram fácil a visualização dos lotes que possuísem mais de uma ligação de água, já que estes podiam ser visualmente identificados através dos círculos. Também facilitaram a visualização da quantidade de ligações de água existentes nestes lotes, já que bastava contar a quantidade de círculos existentes em um mesmo lote. A ilustração a seguir destaca os lotes com mais de uma ligação de água.

FIGURA 6.9 - Exemplo de lotes com mais de uma ligação de água

Finalmente, é válido observar que para a criação da base de dados espacial, é necessário que pelo menos todas as polígonos básicos ou seja, todas as entidades espaciais básicas encontrem-se razoavelmente fechadas, dentro dos limites de fechamento adotados. Para o projeto piloto desenvolvido foi adotado como valor mínimo de fechamento, ou seja, distância mínima de fechamento para que as divisas de um lote fossem consideradas fechadas pelo programa, a quantia de 0,01 metros (1 cm). Este valor permitiu que fossem feitas poucas edições no desenho, para que a base espacial pudesse ser criada corretamente.

As tabelas a seguir mostram as estruturas dos arquivos cadastrais pertencentes a base de dados do projeto piloto. Alguns campos considerados mais importantes apresentam uma breve descrição.

TABELA 6.23 - Estrutura do arquivo para cadastro das ligações

Arquivo para Cadastro das Ligações - Nº de Registros = 205			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
LCOD	Numérico	7	código
LDV	Numérico	1	código
LNOME	Alfanumérico	30	proprietário
LCRUA	Numérico	4	código da rua
LNUM	Numérico	4	nº da residência
LCOMP	Alfanumérico	10	complemento do endereço
LUNI	Numérico	2	unidade do imóvel
LQUA	Numérico	3	quadra (da ligação)
LLOTE	Numérico	4	lote (da ligação)
LGRU	Numérico	2	grupo (rede a que pertence a ligação)
LSET	Numérico	3	setor (da ligação)
LHIDR	Alfanumérico	12	nº do hidrômetro
LPROP	Numérico	1	propriedade
LDIAM	Numérico	2	diâmetro
LCAPA	Numérico	2	capacidade
LMAR	Numérico	2	marca
LDTINS	Numérico	6	data de instalação
LATIV	Numérico	2	atividade
LECON	Numérico	4	economia
LPISC	Numérico	1	piscina
LPUBL	Numérico	1	público
LBCO	Numérico	4	código do banco
LCTA	Alfanumérico	18	conta corrente
LCAT	Numérico	2	categoria
LERUA	Numérico	4	endereço de entrega
LENUM	Numérico	4	endereço de entrega

TABELA 6.23 - Estrutura do arquivo para cadastro das ligações (continuação)

Arquivo para Cadastro das Ligações - Nº de Registros = 205			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
LECOMP	Alfanumérico	20	endereço de entrega
LEUNI	Numérico	2	endereço de entrega
LPREF	Numérico	8	código do contribuinte na prefeitura

TABELA 6.24 - Estrutura do arquivo de consumo

Arquivo de Consumo- Nº de Registros = 1.424			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
C12COD	Numérico	8	código do contribuinte no SAAEJ
C12ANO	Numérico	2	ano base
C12LE01	Numérico	7	leitura mês 1
C12CO01	Numérico	6	consumo mês 1
C12LE02	Numérico	7	leitura mês 2
C12CO02	Numérico	6	consumo mês 2
C12LE03	Numérico	7	leitura mês 3
C12CO03	Numérico	6	consumo mês 3
C12LE04	Numérico	7	leitura mês 4
C12CO04	Numérico	6	consumo mês 4
C12LE05	Numérico	7	leitura mês 5
C12CO05	Numérico	6	consumo mês 5
C12LE06	Numérico	7	leitura mês 6
C12CO06	Numérico	6	consumo mês 6
C12LE07	Numérico	7	leitura mês 7
C12CO07	Numérico	6	consumo mês 7
C12LE08	Numérico	7	leitura mês 8
C12CO08	Numérico	6	consumo mês 8
C12LE09	Numérico	7	leitura mês 9
C12CO09	Numérico	6	consumo mês 9
C12LE10	Numérico	7	leitura mês 10
C12CO10	Numérico	6	consumo mês 10

TABELA 6.24 - Estrutura do arquivo de consumo (continuação)

Arquivo de Consumo- Nº de Registros = 1.424			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
C12LE11	Numérico	7	leitura mês 11
C12CO11	Numérico	6	consumo mês 11
C12LE12	Numérico	7	leitura mês 12
C12CO12	Numérico	6	consumo mês 12
C12MED	Numérico	6	Média do consumo nos últimos 6 meses
C12END	Alfanumérico	80	--- (não usado)
OCLIG	Numérico	8	Código da ligação

TABELA 6.25 - Estrutura do arquivo para logradouros

Arquivo para Logradouros - Nº de Registros = 610			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
RRUA	Numérico	4	código da rua
RTIPO	Alfanumérico	4	rua, avenida
RTITUE	Alfanumérico	5	título da rua
RNOME	Alfanumérico	30	antigo nome
RANTI	Alfanumérico	30	antigo título
RCODA	Numérico	4	antigo código
RDATA	Data	8	data de atualização

TABELA 6.26 - Estrutura do arquivo para histórico das ligações

Arquivo para Histórico das Ligações - N° de Registros = 97			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
OCLIG	Numérico	8	código da ligação
OCHIDR	Numérico	12	n° do hidrômetro
OCMAR	Alfanumérico	10	marca
OCRUA	Numérico	4	código da rua
OCNUM	Numérico	4	número na rua
OCDIAM	Numérico	2	diâmetro
OCDATA1	Data	8	data de ligação
OCDATA2	Data	8	data de corte
OCOBS	Alfanumérico	20	observações
OCLANT	Numérico	6	leitura anterior
OCLTUA	Numérico	6	leitura atual
OCSIT	Numérico	2	situação
OCDTA	Data	8	data de atualização
OCITA	Numérico	2	situação anterior

TABELA 6.27 - Estrutura do arquivo de débitos

Arquivo de Débitos - N° de Registros = 8			
Campo	Tipo	Largura	Descrição
A29COD	Numérico	8	código do contribuinte no SAAEJ
A29LANC	Numérico	2	tipo de lançamento
A29ANO	Numérico	2	ano do faturamento
A29MESC	Numérico	2	mês do faturamento
A29TOT	Numérico	11	total da fatura
A29END	Alfanumérico	80	---- (não usado)
OCLIG	Numérico	8	código da ligação

VI-4) Alguns Tipos de Análise Solicitados

Dentre os tipos de análises inicialmente solicitadas pelo SAAEJ, algumas delas merecem ser descritas, devido aos benefícios que poderiam trazer para o SAAEJ e para a comunidade em geral.

Entre as expectativas iniciais em relação ao SIG, estavam a possibilidade de detectar possíveis perdas de água sofrida pelo sistema de distribuição, devido a avaria nas canalizações ou devido ao furto de água cometido por alguns cidadãos. Essas medidas tinham por objetivo reduzir o desperdício ou o desvio de água existente no sistema, gerando divisas a serem empregadas em outros setores do SAAEJ.

Para avaliação de tais condições, seriam feitas comparações entre bairros com iguais condições de consumo de água e que portanto deveriam apresentar resultados semelhantes quanto ao total de água consumida. Aqueles bairros que apresentassem consumo de água exagerado ou mínimo quando feita as comparações, seriam sujeitos a uma inspeção de campo, realizada por técnicos do SAAEJ, para detecção de possíveis irregularidades. Também seriam verificados dentro de cada quadra, os lotes que apresentassem consumo diferente do esperado, tendo em vista a atividade desenvolvida naquele lote (comercial, residencial ou industrial). A figura a seguir ilustra alguns lotes com consumo de água superior a média (22) verificada na quadra a que eles pertencem.

FIGURA 6.10 - Lotes com consumo superior a média

Outra análise interessante consistia na verificação de todos os hidrômetros com idade avançada e que portanto necessitavam ser substituídos. A razão desta substituição deve-se ao fato de que hidrômetros antigos apresentam capacidade de aferição de consumo de água reduzida. A substituição de hidrômetros nesse caso, geraria um aumento de receita e novamente possibilidade de emprego de divisas em áreas deficientes do SAAEJ.

Por fim, outra informação de interesse para o SAAEJ seria a identificação das ligações que apresentassem problemas constantes, tais como corte de água por falta de pagamento; multas devido a ligação clandestina ou adulteração de hidrômetros com imãs, arames e etc. Essas informações poderiam ser obtidas a partir de análises efetuadas sobre o histórico das ligações. A intenção nesse caso era detectar-se os "maus" usuários da rede e mantê-los sob fiscalização regular.

V-5) Resultados

Os resultados alcançados com o projeto piloto foram inicialmente bem recebidos pelo grupo de técnicos do SAAEJ nele envolvidos. No entanto, após algumas discussões e uma maior reflexão sobre a utilização e importância desse sistema para o SAAEJ, os membros desse grupo chegaram a conclusão de que a utilização dessa nova tecnologia ainda não era essencial à administração do órgão em questão. Existiam outras prioridades a serem executadas anteriormente à implantação de um SIG.

Além disso, a estrutura existente até então e usada para o gerenciamento das informações necessárias ao SAAEJ, atendia com eficiência às necessidades básicas desse órgão. Dessa forma, o grupo de técnicos participantes do projeto piloto, junto ao responsável pela sua administração, decidiram por não incorporar de imediato essa nova tecnologia. A adoção de um Sistema de Informações Geográficas pelo SAAEJ foi colocada como uma atividade a ser desenvolvida posteriormente, muito provavelmente junto à implantação desse sistema pela prefeitura da cidade.

A experiência obtida com o projeto piloto foi, no entanto, considerada válida pelos membros do SAAEJ envolvidos na sua execução. Ela possibilitou ao grupo técnico entrar em contato com a tecnologia SIG, permitindo-lhes compreender melhor as suas potencialidades, verificar as aplicações desse sistema de interesse para o SAAEJ e conhecer as dificuldades encontradas para o desenvolvimento e implantação dessa tecnologia.

Conclusão

Várias cidades no exterior vem fazendo uso da tecnologia SIG, a fim de obter condições mais propícias para melhor planejar e administrar o espaço urbano. Assim como elas, algumas cidades brasileiras, principalmente aquelas consideradas de médio e grande porte, vem igualmente tentando implantar essa nova tecnologia.

Embora nem sempre a utilização de Sistemas de Informações Geográficas para o gerenciamento urbano resulte em um empreendimento de sucesso, a idéia de se implantar essa tecnologia para gerenciamento das informações cadastrais necessárias aos municípios, vem ganhando espaço nas administrações municipais.

Nos últimos anos, os avanços verificados na área da informática, principalmente no que se refere a capacidade e custo final dos equipamentos eletrônicos, vem propiciando um ambiente favorável a implantação da tecnologia SIG, sobretudo às administrações municipais que dispõem de poucos recursos. O aparecimento de micro-computadores do tipo PENTIUM, com capacidade de memória e armazenamento de informações elevadas, deu abertura a possibilidade de se obter um desempenho satisfatório ao empregar-se esses equipamentos na execução de várias aplicações de geoprocessamento. Além disso, os seus custos relativamente baixo, tornaram-nos acessíveis às prefeituras com poucos recursos financeiros.

Também as empresas responsáveis pelo desenvolvimento dos programas aplicativos voltados a Sistemas de Informações Geográficas, vêm contribuindo para adoção dessa tecnologia, barateando os custos finais de seus programas, lançando aplicativos compostos por módulos específicos, vendidos separadamente e propiciando ferramentas usadas pelos programadores na customização dos programas aplicativos, de acordo com as necessidades verificadas para cada usuário.

Apesar das condições favoráveis propiciadas pelo avanço dos equipamentos eletrônicos e programas aplicativos, atualmente o grande empasse encontrado, tanto para os municípios de pequeno porte como também para aqueles de médio e grande porte, consiste na atualização das informações necessárias às administrações municipais. Embora esse não seja uma dificuldade existente apenas quando se deseja implantar um SIG, ela em geral vem à tona quando se decide estabelecer formas mais eficientes e dinâmicas de gerenciar o espaço urbano. O aparecimento de um conjunto de informações deficitário e os recursos e esforços a serem despendidos na sua reparação, muitas vezes acabam por reduzir os ânimos inicialmente favoráveis a modernização dos sistemas administrativos.

É importante no entanto observar que, mesmo não modernizando as formas de armazenamento e gerenciamento das informações municipais, através do emprego da informática, é vital para o município dispor de dados consistentes sobre os elementos que compõe o seu espaço urbano. É inevitável que se faça a atualização e manutenção dos cadastros municipais. Sendo assim, por que não implantar, mesmo que gradualmente, a tecnologia SIG para gerenciar as informações municipais, já que os custos despendidos a longo prazo com a utilização de métodos e técnicas tradicionais, superam os custos de implantação dessa nova tecnologia?

Para o Brasil, em especial, ainda existe uma certa dificuldade em se falar de políticas administrativas a longo prazo. Isto certamente influi nas decisões para a adoção de novas tecnologias administrativas, uma vez que essas devem ser pensadas para um período máximo equivalente a uma gestão política. No entanto, vale lembrar que um país bem conduzido, é reflexo da estrutura existente para governá-lo. E as ferramentas necessárias a uma boa administração dos nossos espaços urbanos estão aí, disponíveis para todos os municípios, pequenos, médios ou grandes que desejem empregá-las. Basta querer adotá-las!

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M.L.P. (1994). *O geoprocessamento em Lajeado - R.S. - o caminho da modernidade*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Municipal. p. 81-90.

ARCCAD user's guide (1992). USA, Environmental System Research.

ARCVIEW user's guide (1992). USA, Environmental System Research.

BROIATO, C. et al. (1993). *A experiência da implantação de um sistema de informações geográficas na prefeitura municipal de Santo André*. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA, IV. Anais. São Paulo - S.P. p. 367-382.

BROIATO, C. et al. (1994). *Santo André: um espaço para o sig*. Revista Fator GIS, nº 02, p.24.

BUDIC, Z.D. (1994). *Effectiveness of Geographic Information Systems in Local Planning*. Journal of the American Planning Association, Volume 60, nº 02, p. 244.

COUTINHO, M. et al. (1994). *Projeto de geoprocessamento municipal - cidade do Rio de Janeiro*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Municipal. p. 61-67.

DAVIS Jr., C.A. (1993). *Belo Horizonte: geoprocessamento em três anos*. Revista Fator GIS, nº 01, p. 7.

- DAVIS Jr., C.A. & FONSECA, F.T. (1994) *Geoprocessamento em Belo Horizonte: aplicações*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Municipal. p. 41-46.
- DIRECTION FÉDÉRALE DES MENSURATIONS CADASTRALES (1987). *L'Avenir de notre sol*. Berna, Office Central Fédéral des Imprimés et du Matériel.
- FRANCISCO, C.N. & SILVA Jr., X. (1993). *O uso de scanners na digitalização de mapas destinados a sistemas de informações geográficas*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, XVI. Anais. Rio de Janeiro - R.J. v. 3, p. 807-815.
- FIG - DECLARATION ACERCA DEL CADASTRO (1995). Publicação interna.
- HANSEN, L. (1995). *A cadastre model for Moscow*. GIM - International Journal for Geomatics, Volume 9, p. 6.
- HUXHLOD, W.E. (1991). *An introduction to urban geographic information systems*. New York, Oxford University Press.
- KORTE, G.B. (1992). *The GIS book - A practitioner's handbook*. USA, OnWord Press.
- MEYERE, J.C. (1995). *Cadastral Reform in Argentina - an opportunity for system development*. GIM - International Journal for Geomatics, Volume 9, nº 11, p. 6.
- NUNES, P.R. (1979). *Dicionário de tecnologia jurídica*. Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos.
- PAREDES, E.A. (1994). *Sistemas de informação geográfica*. São Paulo, Érica.

- SANCHES, S.P. (1988). *Contribuição à análise operacional de redes de transporte coletivo em cidades de porte médio*. São Carlos. 2v. Tese (doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- SANTANA, N.A. (1994). *Geoprocessamento em Joinville*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Municipal. p. 21-30.
- SCARIM, J.L. & TEIXEIRA, A.L.A. (1994). *Digitalização e conversão raster/vector de mapas*. Revista Fator GIS, nº 06, p. 16.
- SIKORSKI, S. (1993). *Curitiba tem nova ferramenta para planejamento urbano*. Revista Fator GIS, nº 03, p. 24.
- SILVA, I. (1993). *Instrumentos topográficos modernos - topografia moderna*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, XVI. Anais. Rio de Janeiro - R.J. v. 1 p. 252-260.
- SILVA, I. (1994a). *Geomática - a resposta aos avanços tecnológicos da mensuração*. In: ENCONTRO GAÚCHO DE AGRIMENSURA E CARTOGRAFIA, II. Anais. Santo Ângelo - R.S. p. 61-67.
- SILVA, I. (1994b). *Perspectivas da fotogrametria digital*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Mapeamento. p. 5-16.
- SILVA, I. *História dos pesos e das medidas*. Não publicado.
- TARACIEVICZ, M.C.S. et al. (1994). *Geoprocessamento aplicado à área do município de Curitiba*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Municipal. p. 1-10.
- TEIXEIRA, A.A. et al. (1995). *A história dos sigs*. Revista Fator GIS, nº 10, p. 21.

YUAÇA, F. (1994). *O processo de implantação do sistema de informações geográficas da prefeitura de Goiânia*. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO, I. Anais. Curitiba - P.R. Seção: Municipal. p. 11-20.

ZUPPO, C.A. & FONSECA, F.T. (1994). *Fim de filas para matrícula em escola pública*. Revista Fator GIS, nº 07, p. 10.