

**BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL COMUM  
PARA CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS E  
PREFEITURAS MUNICIPAIS, UTILIZANDO-SE SIG  
(SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS)**

***JÂNIO VICENTE RECH***

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.**

**Área de Concentração: Cadastro Técnico Multifinalitário**

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Loch**

**Florianópolis**

**1997**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada em 20 / 06 / 97  
pela comissão examinadora



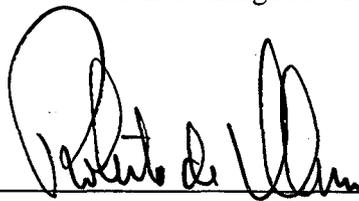
---

Prof. Dr. Carlos Loch - Orientador - Presidente



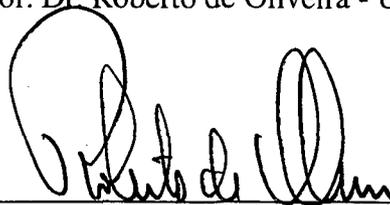
---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Christel Lingnau - FURB



---

Prof. Dr. Roberto de Oliveira - UFSC



---

Prof. Dr. Roberto de Oliveira - Coordenador do CPGEC

*“Mestre não é quem sempre ensina, mas quem de repente aprende!”*

*João Guimarães Rosa*

*Dedico essa obra à toda minha família,*

*em especial aos meus pais*

*Dorivalino e Maria Eugênia.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela saúde que me possibilitou realizar esse trabalho e, em especial:

- à Vera, Luana e Vincenzo, pela compreensão e apoio em todos os momentos;
- à Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de ingressar no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil;
- ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo apoio financeiro que viabilizou a realização desse trabalho;
- ao Prof. Dr. Carlos Loch, orientador dessa dissertação, pela valiosa colaboração e pelas excelentes sugestões apresentadas durante a elaboração da mesma, contribuindo sensivelmente para o enriquecimento de seu conteúdo;
- ao amigo e colega M.Eng. Cláudio César Zimmermann, pelo incentivo e colaboração durante o curso;
- aos colegas e professores do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil e a Coordenadoria pela compreensão, incentivo e colaboração;
- à Prefeitura Municipal de São José-SC, pela doação antecipada de parte da base cartográfica digital do município além de outros materiais e informações, sem os quais não seria possível a realização desse trabalho;

- às concessionárias de serviços públicos, CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A.); CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.) e TELESC (Telecomunicações de Santa Catarina S.A.), pela doação de mapas, bibliotecas digitais, dados e informações necessárias, em especial ao Eng<sup>o</sup>. José Nelson de Souza, Eng<sup>a</sup>. Salete Monteiro Franco e Eng<sup>o</sup>. Francisco Lajus, respectivamente;
- à COMDATA-GO (Companhia de Procesamento de Dados Município de Goiânia-GO), pela doação do cd-rom do MUBDG (Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia), em especial ao Eng<sup>o</sup>. Flávio Yuaça.
- aos membros da Banca Examinadora, pela aceitação em participarem da mesma.

“À todos aqueles que de uma forma ou de outra, acreditaram na realização desse trabalho” (*Anônimo*).

Arq. Jânio Vicente Rech  
Florianópolis, Junho/97

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>xii</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xvii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação	3
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>5</b>
2.1 Geral	5
2.2 Específicos	5
<b>3 JUSTIFICATIVA</b>	<b>6</b>
<b>4 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>8</b>
4.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO	8
4.1.1 Histórico, Conceituação e Finalidade	8
4.2 CARTOGRAFIA	13
4.2.1 Sistema de Projeção <i>UTM</i> ( <i>Universal Transversa de Mercator</i> )	14
4.2.2 Base Cartográfica	16
4.3 FOTOGRAMETRIA	17
4.3.1 Fotogrametria Digital	17
4.3.2 Digitalização	18
4.4 CARTOGRAFIA DIGITAL	19
4.4.1 Geração de Mapas Digitais	21
4.4.2 Geo-referenciamento	21

4.4.3 Comparação entre Cartografia Temática e	
Níveis de Informação _____	23
4.4.4 Escalas _____	23
4.5 ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS	
AÉREAS E IMAGENS ORBITAIS _____	24
4.6 GEOPROCESSAMENTO _____	27
4.6.1 Geoprocessamento Integrado _____	28
4.7 PLANEJAMENTO URBANO _____	32
4.7.1 Conceituação _____	32
4.7.2 Origem e Expansão das Cidades _____	33
4.7.3 Plano Diretor _____	35
4.8 SISTEMAS DE MAPEAMENTOS AUTOMATIZADOS _____	36
4.8.1 SISTEMAS CADD/ CAM - Desenho e Mapeamento	
Auxiliado por Computador _____	36
4.8.2 SISTEMAS AM/FM - Mapeamento Automatizado/	
Gerenciamento de Serviços _____	38
4.9 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG _____	40
4.9.1 Definição _____	40
4.9.2 Características Operacionais de um SIG _____	41
4.9.3 Sistema de Informação da Terra	
( <i>LIS - Land Information System</i> ) _____	43
4.10 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA EM SIG _____	45
4.10.1 Topologia: pontos, linhas e polígonos _____	45
4.10.2 Estruturas Vetoriais ( <i>VECTOR</i> ) _____	48
4.10.3 Estruturas Matriciais ( <i>RASTER</i> ) _____	49
4.10.4 <i>Quadtree</i> - Estrutura Hierárquica de Armazenamento	
de Dados Espaciais _____	50
4.11 BANCOS DE DADOS _____	51
4.11.1 Modelos de Organização de Dados _____	52
4.11.2 Modelos de Dados Semânticos _____	54
4.11.3 Modelos de Dados Orientados a Objeto _____	55
4.11.4 Componentes da Qualidade dos Dados _____	55

4.11.5 Modelo Conceitual da Base de Dados Geográficos _____	57
4.11.6 Modelagem de Dados Geográficos _____	59
4.11.7 Bancos de Dados Corporativos _____	60
4.12 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DE SIG _____	60
4.12.1 Requisitos para a próxima Geração _____	63
4.12.2 Projeto OpenGIS® _____	65
<b>5 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES NA PREFEITURA MUNICIPAL E CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS _____</b>	<b>68</b>
5.1 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ _____	68
5.1.1 Secretarias Municipais _____	69
5.2 CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS _____	70
5.2.1 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A. _____	70
5.2.2 CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. _____	72
5.2.3 TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina S.A _____	73
<b>6 MATERIAIS E METODOLOGIA _____</b>	<b>76</b>
6.1 MATERIAIS _____	76
6.1.1 Base de dados _____	76
6.1.2 <i>Hardware</i> _____	77
6.1.3 <i>Software</i> _____	77
6.2 METODOLOGIA _____	78
6.2.1 Avaliação das Fotografias Aéreas _____	80
6.2.2 Interpretação das Fotografias Aéreas _____	81
6.2.3 Definição da Área-Piloto _____	81
6.2.4 Avaliação da Base Cartográfica restituída em meio digital _____	82
6.2.5 Edição da Base Cartográfica restituída em meio digital _____	83
6.2.6 Necessidades da Prefeitura Municipal _____	84
6.2.6.1 Geoprocessamento em prefeituras _____	88
6.2.6.2 Secretaria Municipal de Planejamento _____	90
6.2.6.3 Secretaria Municipal de Finanças _____	93

6.2.6.4 Secretaria Municipal de Obras Públicas _____	94
6.2.6.5 Secretaria Municipal de Administração _____	94
6.2.6.6 Secretaria Municipal de Saúde _____	95
6.2.6.7 Secretaria Municipal de Educação e Cultura _____	95
6.2.7 Necessidades das Concessionárias de Serviços Públicos _____	95
6.2.7.1 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A. _____	96
6.2.7.2 CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. _____	100
6.2.7.3 TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina S.A. _____	104
6.2.8 Adaptação à Base Cartográfica Digital Comum _____	108
6.2.9 Uso dos <i>softwares</i> de CAD/SIG _____	111
6.2.9.1 CAD ( <i>Computer Aided Design - AutoCAD</i> <sup>®</sup> ) _____	111
6.2.9.2 SIG ( <i>Sistemas de Informações Geográficas - ARC/INFO</i> <sup>®</sup> ) _____	113
6.2.10 Integração entre prefeitura, concessionárias e usuários _____	117
<b>7 ANÁLISE DOS RESULTADOS _____</b>	<b>119</b>
7.1 Necessidades de cada participante _____	120
7.1.1 Prefeitura Municipal de São José _____	120
7.1.2 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A. _____	120
7.1.3 CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A. _____	121
7.1.4 TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina S.A _____	121
7.2 Necessidades em comum _____	122
7.3 Divisão de custos _____	123
7.4 Escalas convenientes à cada participante _____	124
7.5 Conveniência de superávit vs. deficiência em qualidade _____	125
7.6 Conversação entre os participantes _____	126
7.7 Atualização como apoio à integração _____	127
7.8 Quanto aos objetivos específicos _____	128

<b>8 CONCLUSÕES</b>	<b>129</b>
8.1 Quanto ao uso de SIG - Sistemas de informações Geográficas	129
8.2 Quanto ao uso de CTM - Cadastro Técnico Multifinalitário	130
8.3 Quanto à Base Cartográfica Digital Comum	131
<b>9 RECOMENDAÇÕES</b>	<b>133</b>
9.1 Quanto ao projeto de um SIG - Sistemas de informações Geográficas	133
9.2 Recomendações Gerais	135
<b>10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>137</b>
<b>11 ENDEREÇOS ELETRÔNICOS NA INTERNET</b>	<b>144</b>
<b>12 ANEXOS</b>	<b>146</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Gráfico esquemático na integração de informações entre prefeitura municipal e concessionárias de serviços públicos _____	4
Figura 3.1	Localização da área de estudo _____	7
Figura 4.1	Elementos de CADD/CAM _____	37
Figura 4.2	Elementos de AM/FM _____	39
Figura 4.3	Sistemas ambiental e institucional _____	44
Figura 4.4	Divisão dos sistemas de informações _____	45
Figura 4.5	Representação de pontos pela estrutura vetorial _____	48
Figura 4.6	Estrutura <i>quadtree</i> _____	51
Figura 4.7	O mundo real representado em um número de níveis de dados selecionados _____	58
Figura 6.1	Mapa digital da área-piloto _____	82
Figura 6.2	Representação gráfica de logradouro, linha central e lote _____	110

## LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1	Evolução da Tecnologia SIG _____	63
Quadro 6.1	Organograma das etapas de trabalho _____	78
Quadro 6.2	Estrutura dos usuários da Base de Referência Espacial _____	86
Quadro 6.3	Produtos gerados pelo sistema no mapeamento temático automatizado e sistemas de diagnóstico das características sociais e econômicas da população _____	87
Quadro 6.4	Armazenamento e implementação de dados no <i>software</i> ARC/INFO® _____	117

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

AM/FM	<i>Automated Mapping/Facilities Management</i> (Mapeamento Automatizado/Gerenciamento de Facilidades)
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
ATB	Área de Tarifa Básica
CAD/D	<i>Computer Aided Design / and Drafting</i> (Desenho Auxiliado por Computador)
CAM	<i>Computer Assisted Mapping</i> (Mapeamento Assistido por Computador)
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A.
CEASA	Central de Abastecimento S.A.
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A
CD-ROM	<i>Compact Disc-Read Only Memory</i>
CNDU	Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano
CTM	Cadastro Técnico Multifinalitário
DBMS	<i>Database Management Systems</i> (Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados)
DG	Distribuidor Geral
DGN	Extensão de arquivo (MicroStation®)
DOS	<i>Disk Operating System</i>
DPI	<i>Dots Per Inch</i> (Pontos Por Polegada)
DTM	<i>Digital Terrain Model</i> (Modelo Digital de Terreno)
DXF	<i>Drawing eXchange Format</i>
DWG	Extensão de arquivo (AutoCAD®)
ESRI	<i>Enviromental Systems Research Institute</i>
FORTTRAN	<i>FORmula TRANslation</i>
Gb	<i>Gigabytes</i>
GDO	Gerência de Desenvolvimento Operacional
GIS	<i>Geographic Information System</i>
GPR	Gerência de Projetos
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)

GRANFPOLIS	Associação dos Municípios da Grande Florianópolis
HP	<i>Hewlett-Packard</i>
ICMS	Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
ITC	<i>International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences</i>
LIS	<i>Land Information System</i> (Sistema de Informação da Terra)
LTM	<i>Local Tranversa de Mercator</i>
LYSA-ETEP	<i>Lyonnaise des Eaux Services Associés</i> - Estudos Técnicos de Projetos Ltda.
MB	<i>Multidatabase</i> (Multibase de Dados)
Mb	<i>Megabytes</i>
MC	Mapa da Cidade
MHz	<i>MegaHertz</i>
MUB	Mapa Urbano Básico
MUBDG	Mapa Urbano Básico Digital de Goiânia - GO
NCDCDS	<i>National Commitee for Digital Cartographic Data Standards</i> (Comitê Nacional para Padrões de Dados Cartográficos Digitais)
OLE	Object Linking and Embedding
OGC	OpenGIS Consortium
PAR	Pedidos de Ampliações de Redes
PCRA	Planta Cadastral de Rede Aérea
PCCS	Planta Cadastral de Canalização Subterrânea
PCRSI	Planta Cadastral de Rede Subterrânea Integrada
PROURB	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Urbano das Cidades de Pequeno Porte de Santa Catarina
RAM	<i>Random-Access Memory</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SAD	Sistema de Apoio à Decisão
SAGRE	Sistema Automatizado de Gerência de Rede Externa
SEMASA	Serviço Municipal de Água e Saneamento de Santo André - SP
SGBD	Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados
SGBDD	Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados Distribuídos

SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SNIG	Serviço Nacional de Informações Geográficas - Portugal
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TELESC	Telecomunicações do Estado de Santa Catarina S.A.
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>

## RESUMO

Essa pesquisa aborda as correlações entre as áreas do conhecimento em Cadastro Técnico Multifinalitário, Cartografia, Fotogrametria, Planejamento Urbano e Sistemas de Informações Geográficas. Integra seus conceitos fundamentais, opiniões de autores renomados e enfatiza a indispensável necessidade de se utilizar Base Cartográfica Digital Comum entre prefeitura e concessionárias de serviços públicos na agilização de trabalhos multidisciplinares, como o processo de planejamento urbano e a prestação de serviços a partir de dados constantemente atualizados.

O objetivo do trabalho é viabilizar a unificação das bases cartográficas da Prefeitura Municipal e das concessionárias de serviços públicos (águas, energia e comunicações), demonstrando o tipo de informação gráfica que as mesmas necessitam para a confecção de seus mapas temáticos e planos de informação componentes de um Sistema de Informações Geográficas Urbano.

Uma vez levantadas, analisadas e compiladas a gama de informações da prefeitura e das concessionárias, juntamente com a base cartográfica digital disponível da área de estudo, elaborou-se a confecção dos planos de informação e mapas temáticos correspondentes, para compor um Sistema de Informações Geográficas Urbano - SIG Urbano.

A área de estudo localiza-se no município de São José-SC, que realizou voo fotogramétrico e mapeamento digital da área urbana, elemento indispensável para essa pesquisa.

## ABSTRACT

This research approaches the correlations among knowledge fields of Multipurpose Cadastre, Cartography, Photogrammetry, Urban Planning and Geographic Information Systems. It encompasses its fundamental concepts, renowned authors' opinions and it emphasizes the necessity of Shared Digital Cartographic Basis' use between municipalities and public works' concessions in the multidisciplinary works' speed up; urban planning process and anyother similar always-updated services are examples of those works.

The aim of this work is to turn feasible municipalities and public work concessions (energy, water and communications systems) cartographic basis' unifying. It is done by demonstrating the grafic information that those entities need to produce their thematic maps and their information plans that make up an Urban Geographic Information System - Urban GIS.

Once surveyed, analysed and compiled the wide range of information from the Municipalities and Public Works Concessions and their available digital cartographic basis, is put togheter in a multi-layers plan/map; it is, then, generated an Urban Geographic Information System.

The study area is São José county, State of Santa Catarina, that has an urban area's photogrammetric flight and digital mapping that was this research's cornerstone.

## RESUMEN

Este trabajo aborda las correlaciones entre las áreas de conocimiento de Catastro Técnico Multifinalitario, Cartografía, Fotogrametría, Planeamiento Urbano y Sistemas de Información Geográfica. Integra sus conceptos fundamentales, opiniones de autores renombrados y enfatiza a imprescindible necesidad de utilizar una Base Cartográfica Digital Común entre prefectura y concesionarias de servicios públicos en la agilización de trabajos multidisciplinarios, como el proceso de planeamiento urbano y la prestación de servicios a partir de datos constantemente actualizados.

El objetivo del trabajo es viabilizar la unificación de las bases cartográficas de la Prefectura Municipal y de las concesionarias de servicios públicos (aguas, energía y comunicaciones), demostrando el tipo de información gráfica que las mismas necesitan para la confección de sus mapas temáticos y planos de información componentes de un Sistema de Informaciones Geográficas Urbano.

Una vez levantadas, analizadas y compiladas la gama de informaciones de la prefectura y concesionarias, junto con la base cartográfica digital disponible de la área de estudio, se elaboraron los planos de información y mapas temáticos correspondientes, para componer un Sistema de Informaciones Geográficas Urbano - SIG Urbano.

El área de estudio se localiza en el municipio de São José-SC, que realizó vuelo fotogramétrico y mapeamiento digital del área urbana, elemento indispensable para este trabajo.

## SINTESI

Questa ricerca commenta le correlazioni tra le diverse aree del Catasto Tecnico, Cartografia, Fotogrammetria, Urbanistica e i Sistemi di Informazioni Territoriale. Integra concetti fondamentali e opinioni di autori rinomati, accentua l'importanza e la necessità dell'utilizzazione di una Base Cartografica Digitale Collettiva tra Comune e concessionarie di servizi pubblici, per agilizzare il processo di urbanistica e offrire servizi attraverso dati aggiornati.

L'obiettivo del lavoro, è dimostrare la informazione grafica che Comune e concessionarie (acqua, energia e comunicazioni) necessitano per confezionare le mappe tematiche e i livelli di informazioni.

Ottenuta, analizzata e compilata la gamma di informazioni della Comune e delle concessionarie, insieme alla Base Cartografica Digitale disponibile dell'area di ricerca, abbiamo elaborato le mappe tematiche e i livelli di informazioni corrispondenti, per comporre un Sistema di Informazioni Territoriale Urbano.

L'area di ricerca è localizzata nella Comune di São José, Provincia di Santa Catarina, che ha realizzato il volo fotogrammetrico e il catalogo digitale dell'area urbana, elemento indispensabile per questa ricerca.

## 1 INTRODUÇÃO

O rápido processo de urbanização das cidades e o uso de técnicas obsoletas de organizar, armazenar e manipular informações, tornam a administração municipal uma tarefa de execução inadequada, a qual tende a se agravar a curto prazo, uma vez que este crescimento avança a uma velocidade maior do que as possibilidades econômicas e as técnicas para planejá-lo e controlá-lo. Conseqüentemente, é crescente o interesse e a necessidade dos administradores municipais de controlarem os aspectos ambientais, físicos, econômicos e sociais de uma cidade. Isto, para poderem efetuar um planejamento detalhado com previsão dos acontecimentos e também, que todas as ações e tomadas de decisão possam ser feitas em tempo e lugar certos.

O administrador municipal e o urbanista necessitam métodos eficazes de processar grande volume de informações que espelhem e interpretem a realidade urbana, capazes de propor alternativas e fundamentalmente, dar suporte técnico à tomada de decisão de forma precisa, eficiente e contínua. Para que isto seja possível, é indispensável que a gama de informações esteja armazenada em uma referência geográfica padrão, de modo que cada entidade forneça e alimente seu banco de dados, filtrando hierarquicamente informações que se estendam a usuários em geral.

Entretanto, as informações existentes nos diversos setores das prefeituras municipais e nas concessionárias de serviços públicos não se referenciam em uma base cartográfica digital comum. Nestas condições, o fluxo e o cruzamento são extremamente dificultados entre os mesmos, os quais necessitam destas informações para solucionarem problemas complexos de planejamento urbano, gerência, operações e/ou simulações.

Geralmente, estas instituições preferem adquirir sua própria base cartográfica cadastral gerando altos custos que podem ser eliminados e/ou amenizados. Para tanto, o projeto deve ser elaborado com a participação das instituições que dependem diretamente da aquisição, atualização e uso de informações indispensáveis ao seu gerenciamento, evitando superposição e incompatibilidade das mesmas.

Com o rápido desenvolvimento tecnológico da Cartografia e da Informática a nível internacional nas últimas décadas, e também o fato de prefeituras contratarem bases cadastrais digitais sem nenhuma integração com as concessionárias

## 1.1 Motivação

**Como é atualmente:** A Administração Municipal necessita gerar e manter atualizados diversos bancos de dados que incluem a organização territorial e do espaço urbano, cartografia municipal, informações sociais, serviços públicos, atividades econômicas, informações fiscais, atividades turísticas, entre outras.

Essas informações não são armazenadas em banco de dados digital, o que acarreta grande desperdício de tempo e de mão-de-obra na reunião e classificação das mesmas. Assim, é comum que no processo de tomada de decisão, o administrador e o urbanista necessitam *garimpar* informações indispensáveis que estão dispersas em diversos setores da prefeitura, nem sempre 'localizáveis' e/ou 'confiáveis'.

Da mesma forma, nas concessionárias de serviços públicos é necessário pesquisar e trocar informações através de documentos impressos (registros e mapas analógicos). O esforço necessário para manter e gerenciar estes documentos de formato inflexível e disponibilidade restrita é indescritível.

**A Dificuldade:** Reunir de modo rápido, informações precisas indispensáveis sobre a cidade, com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão de forma eficiente e qualitativa, como também permitir à Administração Municipal elaborar propostas alternativas de planejamento físico-territorial, sócio-econômico, entre outros.

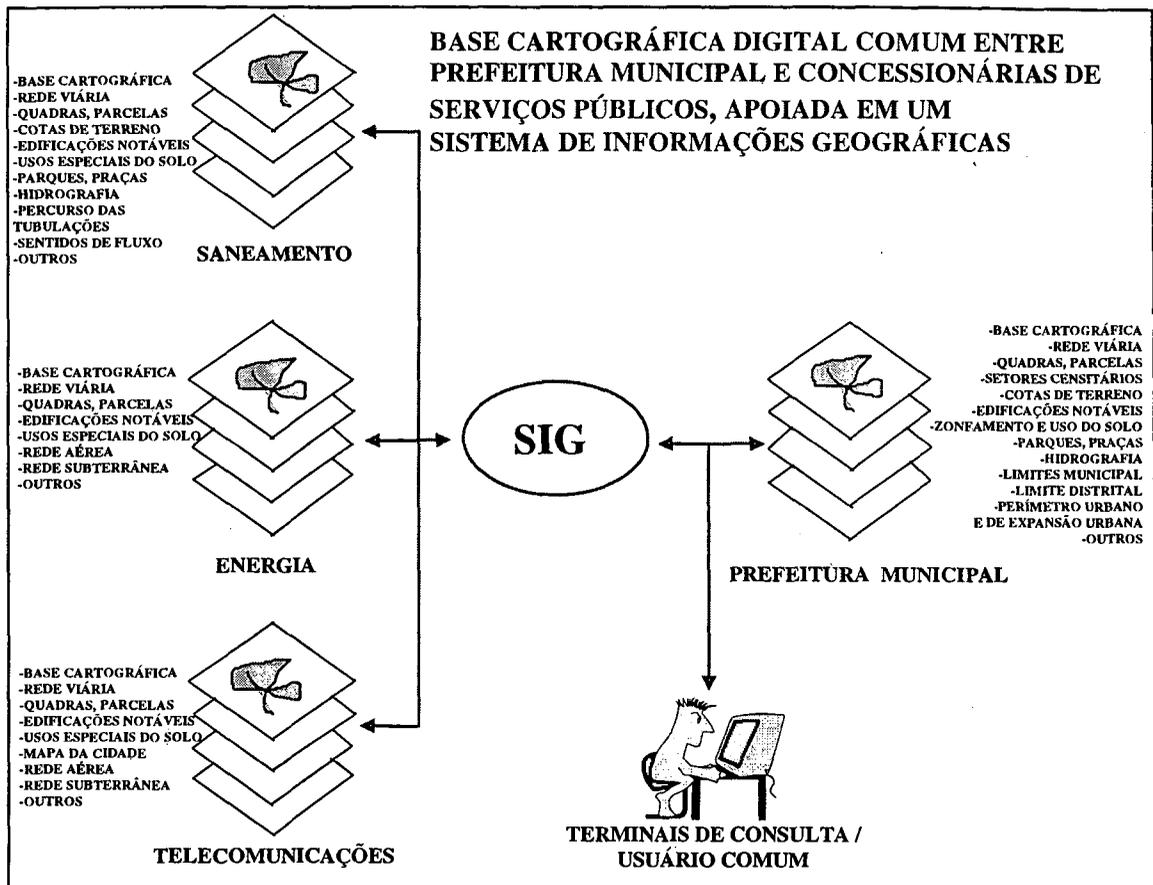
Nas concessionárias de serviços públicos, os registros computadorizados dos consumidores (base de dados alfanumérica) e sua correlação com a localização espacial dos mesmos, se dá através de vários mapas da região de interesse, revelando-se um laborioso, inseguro e ineficiente processo manual.

Realizar pedidos de informação nestes sistemas, é um processo complexo que falta a flexibilidade necessária para se estabelecer os requerimentos dos consumidores.

**A Proposta:** A implantação de uma Base Cartográfica Digital Comum em parceria com a prefeitura municipal e concessionárias de serviços públicos apoiada em um Sistema de Informações Geográficas (figura 1.1), visa buscar subsídios entre os participantes para a identificação de problemas associados ao desenvolvimento da sociedade e de políticas administrativas, auxiliar no monitoramento de diversas

variáveis relacionadas ao meio-ambiente, como também, elevar o nível de qualidade de vida do homem na cidade, sempre com informações confiáveis e atualizadas.

**Figura 1.1 - Gráfico esquemático na integração de informações entre prefeituras e concessionárias de serviços públicos.**



**Os Benefícios:** Os SIGs possibilitam análises em tempo real de problemas aparentemente complexos, apresentando alternativas para novos desenvolvimentos, como também, visualização e análises espaciais de entidades correlacionadas em um determinado ambiente, agilizando o processo de planejamento urbano e prestação de serviços a partir de dados constantemente atualizados.

Para as concessionárias de serviços públicos a implantação deste sistema traz um significativo elenco de benefícios, dentre os quais destacam-se o mapeamento automatizado, a recuperação e a manutenção da informação cadastral, a localização de elementos na rede, o suporte nas emergências, a programação de trabalhos rotineiros, entre outros.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Enfatizar a importância e a necessidade de se utilizar uma Base Cartográfica Digital Comum com um Sistema de Informações Geográficas Urbano - SIG Urbano, em parceria entre a Prefeitura Municipal e as concessionárias de serviços públicos, visando agilizar o processo de planejamento urbano e prestação de serviços a partir de dados constantemente atualizados.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ❑ Demonstrar que as informações gráficas necessárias à Prefeitura Municipal e às concessionárias de serviços públicos, podem ser gerenciadas e capturadas através de uma base cartográfica digital comum, apoiada em um Sistema de Informações Geográficas - SIG;
- ❑ Possibilitar a manipulação da simbologia gráfica das entidades de mapeamento urbano básico, das entidades cadastrais e dos dados das redes de distribuição, entre prefeitura e concessionárias de serviços públicos em uma Base Cartográfica Digital Comum;
- ❑ Possibilitar à prefeitura e às concessionárias a confecção dos vários mapas temáticos e planos de informação, visando a composição de um Cadastro Técnico Multifinalitário - CTM;
- ❑ Mostrar como o fluxo e o cruzamento de informações entre prefeitura e concessionárias propiciam a agilização de problemas de planejamento e gerência, através de consultas rápidas e atualizações confiáveis;
- ❑ Possibilitar o acesso à quaisquer usuários fornecendo desde uma simples informação alfanumérica (listagens e boletins), até a composição de novos mapas gerados pelo cruzamento entre os planos de informação e mapas temáticos.

### 3 JUSTIFICATIVA

Com características de cidade de médio porte e com uma rápida e alta taxa de crescimento urbano, localizado na região metropolitana de Florianópolis - capital do Estado de Santa Catarina - o município de São José, com 247 anos de fundação (19/03/1750) possui aproximadamente 152 mil habitantes<sup>1</sup> sendo 92 % residentes na zona urbana. Sua área territorial é de 274 km<sup>2</sup> e densidade demográfica da ordem de 5,74 hab/ha. Através de estimativas, projeta-se uma população de 263 mil habitantes para o ano de 2020. Por ocasião da emancipação do Distrito de São Pedro de Alcântara, instalado em Janeiro de 1997, conforme Lei Estadual n<sup>o</sup> 9534 de 16/04/94, atualmente a área territorial do município de São José é de 116 km<sup>2</sup> (figura 3.1) e sua população é de 147.490 habitantes<sup>2</sup>, resultando em uma densidade demográfica de 12,71 hab/ha, elevando ainda mais o percentual de residentes na zona urbana.

O município representa um expressivo centro industrial no Estado de Santa Catarina (8<sup>o</sup> parque industrial). O Distrito Industrial de São José localiza-se há aproximadamente 8 km do centro urbano, abrigando dezenas de empresas dos setores industrial, comercial e de prestação de serviços. Devido à sua localização geográfica, incentivos econômicos e fiscais oferecidos pelo Poder Público Municipal e vantagens ao adquirir grandes áreas para suas instalações, empresas de âmbito estadual foram se radicando no município. O desenvolvimento industrial colocou São José na 4<sup>a</sup> posição do *ranking* estadual de cidades arrecadadoras de Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).

Por outro lado, esse rápido crescimento agravou problemas como o inchamento populacional e a falta de infra-estrutura urbana. Com isto, multiplicaram-se as áreas de invasão, os loteamentos clandestinos, as ocupações irregulares nos morros e encostas, bem como as deficiências no atendimento à saúde, emprego, moradia, entre outros.

Considerando-se esse histórico e o recente levantamento aerofotogramétrico da área urbana em escala 1:8.000, e sua restituição em meio digital em escala 1:2.000, São José tornou-se uma excelente área de estudo para avaliar a implementação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG-Urbano), apoiado em

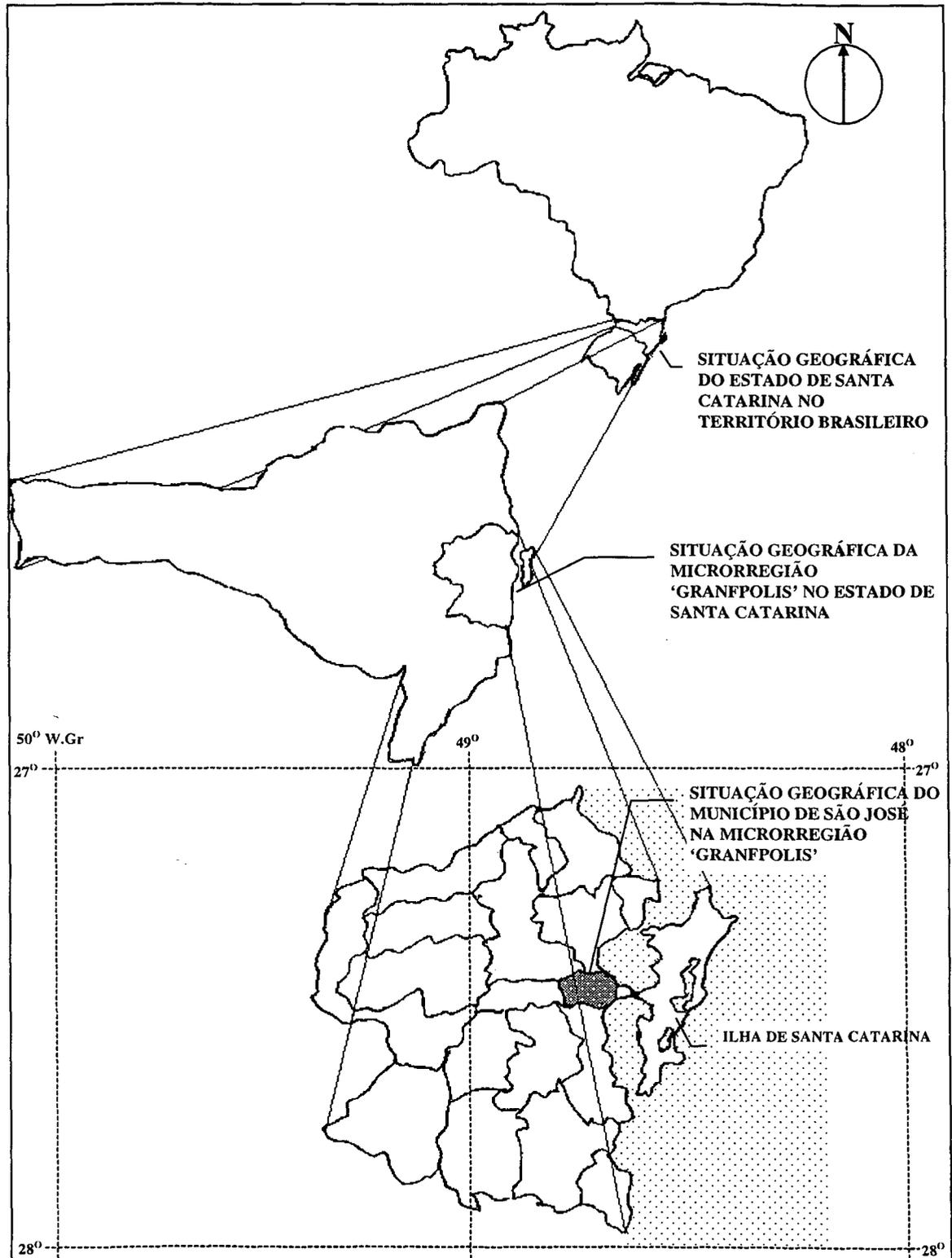
---

<sup>1</sup> Fonte: IBGE/Censo 1994.

<sup>2</sup> Fonte: IBGE/TRE-SC 1996.

uma Base Cartográfica Digital Comum entre a Prefeitura Municipal e as concessionárias de serviços públicos (águas, energia e comunicações).

Figura 3.1 - Localização da área de estudo.



## 4 REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1 CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

#### 4.1.1 Histórico, conceituação e finalidade

Na Idade Média chamavam-se *capistrata* os registros públicos que reuniam as declarações dos proprietários, transformando-se posteriormente, por corrupção, em *catastra*. Nas línguas neolatinas o termo conservou-se quase da mesma forma: *catasto* em italiano; *catastro* em espanhol; *cadastre* em francês e *cadastro* em nosso idioma (MIGNONE, 1982).

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 dos países e estados ocupados para instalar um registro imobiliário com áreas exatamente calculadas, servindo como base cadastral. O interesse primordial continuava sendo a coleta de impostos, porém, graças ao levantamento cadastral, os impostos passaram a ser mais justos. Segundo os ideais da revolução francesa o imposto 'justo' devia ser relacionado ao rendimento 'fictício' da terra, e este rendimento dependia em primeiro lugar, do tamanho do terreno. Seguindo este ideal, o 'cadastro napoleônico' levantou todas as terras ocupadas e calculou suas áreas para estimar o rendimento fiscal.

Na época pós-napoleônica, as administrações aperfeiçoaram os métodos de levantamento e registro do cadastro. Também foram trianguladas grandes partes da Europa para amarrar os levantamentos cadastrais e topográficos a um sistema geodésico, para calcular coordenadas em um sistema único para um estado - como foi o caso da Prússia.

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

No Brasil, o sistema de assento de propriedade começou com o Código Civil em 1916 (CENEVIVA, 1987). Os municípios se organizaram para desenvolver a

cobrança de impostos sobre os imóveis prediais e territoriais urbanos, a partir da Constituição Federal de 1946 que definiu e assegurou aos mesmos, a autonomia no processo de instituição e arrecadação dos tributos de sua competência.

Com o aperfeiçoamento dos métodos de planejamento urbano organizado, a ampliação das redes de estradas e rodovias, redes de água, esgoto, energia elétrica, comunicações e também por causa das diversas necessidades, tanto da administração pública, quanto de empresas privadas, aumentou-se a demanda por informações organizadas sobre as propriedades particulares e públicas de um município ou região. O 'cadastro de bens imobiliários' adaptou-se a estas 'novas' demandas e assim fala-se desde aproximadamente 1935, de acordo com as 'múltiplas funções' dos registros cadastrais, de um 'cadastro multifinalitário' ou do 'cadastro multifuncional' (PHILIPS, 1996).

Ainda segundo mesmo autor, atualmente no Brasil, não existe um cadastro público unificado e padronizado, multifinalitário e moderno para os bens imobiliários, com o registro de todos os dados técnicos, legais e gráficos relacionados a terrenos e edificações. Por outro lado, existem milhares de terrenos e lotes onde os limites não são claramente definidos com uma precisão adequada. Os pontos limites de um terreno, geralmente não são marcados fisicamente. As escrituras sobre o mesmo limite entre dois terrenos vizinhos, muitas vezes descrevem aquele limite com uma geometria diferente. Conseqüentemente, a localização do limite é disputada entre os dois vizinhos, havendo também, alguns milhares de casos na justiça.

Cadastro é um inventário público de dados organizado metodicamente sobre propriedades dentro de um certo país ou região, baseado no levantamento de seus limites. Tais propriedades são sistematicamente identificadas por meio de algumas designações separadas. O perímetro da propriedade e o identificador de parcelas normalmente são mostrados sobre um mapa em escala grande, que junto com os registros, podem mostrar para cada propriedade separada a natureza, o tamanho, o valor e os direitos legais associados com a parcela. O cadastro fornece uma resposta à questão *onde e quanto* (HENSSEN, 1995).

Pode-se acrescentar à essa definição, que as finalidades imediatas do cadastro se referem ao planejamento urbano, monitoramento do uso do solo e ambiental, à arrecadação municipal e à implantação de serviços urbanos.

O sistema cadastral é uma combinação de recursos técnicos, estruturas e procedimentos organizados que resultam no registro público de dados relativos à delimitação inicial dos lotes cadastrais e das suas subseqüentes mutações, bem como a todos os interesses legais reconhecidos sobre os lotes e outros dados relacionados a estes. Também o subseqüente armazenamento, recuperação e uso destes dados (BARR, 1983).

O sistema cadastral não é um fim em si mesmo e muitas vezes apoia o efetivo mercado de terras, o aumento da produtividade agrícola, o desenvolvimento econômico sustentável, o gerenciamento ambiental, a estabilidade política e justiça social, sendo absolutamente essencial que o sistema cadastral seja desenhado 'apropriadamente' para servir as reais necessidades da cidade (WILLIAMSON, 1995).

Ainda segundo o autor acima, o sistema cadastral para países do terceiro mundo, deve ser simples, flexível, ser acessado livremente pelos usuários, de baixo custo e muitas vezes ter similaridade com operações de seu informal mercado de terras. Por outro lado, os sistemas cadastrais encontrados em muitos países desenvolvidos são geralmente complexos, muito rígidos, caros, relativamente lentos, mas possuem um alto nível de sofisticação técnica. O sucesso de um sistema cadastral, entretanto, não é dependente de sofisticação legal ou técnica, mas se protege adequadamente os direitos sobre a terra e permite que estes direitos sejam negociados eficiente, simples, segura, e rapidamente. E a baixo custo.

Alguns procedimentos como linhas mestras do Cadastro Técnico Multifinalitário: o levantamento cartográfico planialtimétrico com a devida reambulação em diversas escalas de toda a área urbana e da expansão urbana; a organização de um sistema cartográfico de referência cadastral amarrado ao Sistema Nacional de Cartografia, para melhor identificação das áreas de trabalho; o cadastramento de todos os contribuintes municipais, pessoas físicas ou jurídicas; o levantamento de todos os imóveis urbanos, assegurando um processo permanente de atualização; a organização de um sistema de avaliação de imóveis que permita uma correção contínua e periódica das alterações de mercado; e o cadastramento das atividades econômicas levando em conta todos os contribuintes, quer prestadores de serviços, de comércio ou de indústria (MONTEIRO, 1990).

É fundamental que o cadastro atenda os seguintes requisitos (BÄHR, 1982):

- a) ser completo;
- b) ser ligado ao mapeamento sistemático nacional;
- c) ser multifinalitário;
- d) ser conforme: o registro de cadastro, de proprietário, mapa cadastral e situação terrestre;
- e) deve ser multiprofissional; e
- f) ter atualização permanente.

O cadastro técnico multifinalitário é a ferramenta ideal para o planejamento, por conter informações setoriais sobre temas específicos, os quais são interrelacionados, de modo que um dado, só tem significado se estiver posicionado em relação à superfície terrestre global do país ou região. O cadastro técnico multifinalitário deve integrar-se com cartórios, prefeituras, concessionárias de serviços públicos, secretaria de fazenda, planejamento e órgãos de pesquisa (LOCH, 1989).

Entretanto, ressalta-se que o cadastro deve integrar-se amplamente com os cartórios, com o objetivo de retificar a descrição das dimensões dos terrenos nas escrituras públicas, as quais, na maioria das vezes, não condizem com a realidade encontrada “*in loco*” e vice-versa.

O cadastro é um sistema de registro de dados de uma área de interesse, o qual deve ser: descritivo, padronizado e ter base cartográfica bem definida (LOCH et al, 1984).

Cadastro é um conjunto de informações que permite a qualquer pessoa, órgão ou empresa conhecer a realidade de um imóvel tanto a nível geométrico, dimensões, superfície, localização, como também ao uso deste mesmo imóvel (RUTKOWSKI, 1987).

São objetivos do cadastro, segundo (SILVA, 1979):

- a) cobrança justa de impostos;
- b) garantir a propriedade imobiliária;
- c) facilidade e economia nos processos de desapropriações legais;
- d) fiscalização da execução dos Planos de Desenvolvimento Regional para obras em geral;
- e) gerar os dados espaciais para um Sistema de Informações;
- f) inventário de terras;
- g) acuidade no planejamento;

- h) gerar a base física para as operações de serviços públicos;
- i) permitir o mapeamento das instalações do subsolo e áreas em escala compatível com as necessidades;
- j) permitir o estabelecimento dos limites municipais;
- k) permitir a atualização cadastral; e
- l) agir como meio no estabelecimento e manutenção de desenvolvimento e regulamentações técnicas.

As seguintes atividades do cadastro urbano são definidas como finalidades (LOCH, 1989):

- a) coletar informações descritivas;
- b) manter atualizado o sistema conjunto de informações de cada propriedade imobiliária;
- c) manter atualizado o sistema cartográfico, com sua malha de pontos conhecidos do terreno;
- d) deixar à disposição do usuário e ter acesso público às informações.

O cadastro técnico é fundamentado em três finalidades básicas (BLACHUT, 1979):

- a) a identificação da propriedade e seu ocupante para a determinação das taxas de impostos, de acordo com uma avaliação do imóvel quanto à qualidade da terra, seu aproveitamento e conservação;
- b) localização do imóvel em termos espaciais avaliando a legalidade dos documentos de propriedade, confrontando-os com as medições precisas das divisas apresentadas pelo trabalho de cadastro técnico;
- c) o mapeamento cadastral multifinalitário somado às avaliações dos dois itens anteriores, tornam-se a base prática para o planejamento e execução dos mais variados projetos de infra-estrutura urbana, gerando assim o mais completo e sofisticado sistema de informações.

O Cadastro Técnico Multifinalitário oferece diversos melhoramentos comparados aos sistemas tradicionais, como:

- a) a provisão de um sistema de referência espacial geodésica e mapeamento em escala grande, apresentando grande economia e benefícios além do sistema de informação particular (EPSTEIN E DUCHESNEAU, 1984);

- b) a coordenação dos registros jurídicos e fiscais existentes, de modo a reduzir a duplicação e prover uma base de informação melhorada para a avaliação de propriedades e registros do solo (MCLAUGHLIN, 1985);
- c) um mecanismo de união para permitir a integração da informação cadastral com outras informações em outros SIGs-cadastrais, para fins de planejamento e gerenciamento de recursos (ANJOS, 1991);
- d) uma estrutura aberta e descentralizada, possibilitando intercâmbio ordenado de informações com outros sistemas, abrindo ampla faixa de usuários e aplicações (MAYORAL, 1989);
- e) um meio normalizador e produtor de padrões, a nível de resolução, extensão e precisão (MAYORAL, 1989).

## 4.2 CARTOGRAFIA

O século XVIII marcou o início dos mapeamentos sistemáticos que evoluíram de um trabalho essencialmente artístico para uma técnica sofisticada de representação da superfície da Terra e dos eventos que sobre ela ocorrem. A Topografia, a Geodésia e a Aerofotogrametria, entre outras, contribuíram de forma definitiva para o aprimoramento da Cartografia. O desenvolvimento de modelos matemáticos precisos, de diversos sistemas de projeção com rigor geométrico e os avanços conseguidos com as fotografias aéreas e a restituição aerofotogramétrica, permitiram a representação do globo com uma precisão antes inimaginável (TEIXEIRA et al, 1995).

O objetivo principal da cartografia é expressar sobre um sistema de coordenadas plano, pontos discretos que tenham perfeita ligação com seu homólogo na superfície terrestre, de tal forma que o cálculo efetuado sobre o sistema plano, mantenha perfeita correspondência quando transportado para a superfície original (BAKKER in Sato, 1996).

A mais recente definição de Cartografia, de acordo com a *International Cartographic Association*: “A arte, ciência e tecnologia de produzir mapas, juntamente com seu estudo como documentos científicos e obras de arte. Neste contexto, pode-se considerar que ‘mapas’ inclui todos os tipos de mapas, plantas, cartas e seções, modelos

e globos tridimensionais representando a Terra ou qualquer corpo celeste em qualquer escala”.

A automação da Cartografia vem ocorrendo em todas as fases de elaboração de documentos cartográficos, desde a coleta de informações no campo até a impressão final dos documentos.

A perfeição da representação da superfície terrestre sobre um sistema de coordenadas pode ser representada em forma de mapas e deve estar dentro do maior rigor de localização possível (OLIVEIRA, 1991).

Assim, todas as informações representadas nos mapas, como as altitudes dos terrenos, construções e seus usos, marcos, vales, limites divisórios e quaisquer outras feições naturais como rios, estradas, campos, florestas, arbustos e perímetro do imóvel, devem possuir a mesma precisão na localização.

Considera-se que estas informações terão em relação ao imóvel, pouco significado se não for posicionado espacialmente na superfície terrestre global da área de interesse.

#### **4.2.1 Sistema de projeção UTM (*Universal Transversa de Mercator*)**

Surgido em 1947 para determinar as coordenadas retangulares nas cartas militares, em escala grande, de todo o mundo. Estabelece que a Terra seja dividida em sessenta fusos de seis graus de longitude, os quais tem início no antimeridiano de Greenwich ( $180^{\circ}$ ) e que seguem de Oeste para Leste, até o fechamento neste mesmo ponto de origem (OLIVEIRA, 1993).

Na confecção de uma carta é indispensável que a cada ponto no terreno, tenha um ponto correspondente na carta e vice-versa. Os vários métodos matemáticos empregados para a obtenção desta correspondência de pontos é chamado “Sistema de Projeção”.

Na representação da Terra no plano, qualquer sistema de projeção provoca deformações. O problema de curvatura é minimizado, quando as projeções cartográficas são utilizadas de forma a obter um mínimo possível de distorção.

O sistema de projeção *UTM - Universal Transversa de Mercator*, é caracterizado por não apresentar alteração angular, conservando a área na mesma configuração e também as deformações em todas as distorções. A interpretação das

distâncias é facilitada, pois as coordenadas são expressas em metros. As distâncias apresentam deformações, mas elas são conhecidas e podem ser calculadas a cada ponto de interesse.

O coeficiente de deformação ' $k$ ' para o sul, atinge seu valor mínimo no meridiano central -  $k_0 = 1$  e nos extremos varia de  $k = 0,9996$  e vai aumentando até  $k = 1,001$ . Devido a curvatura dos meridianos, à medida em que se afasta do meridiano central do fuso surge a diferença angular entre a linha e a quadrícula, esta diferença é a convergência meridiana ( $\gamma$ ), em geral calculada em relação ao centro da folha mapeada. Toda vez que precisa-se obter o azimute verdadeiro através do mapa, é necessário o conhecimento da convergência. As coordenadas plano-retangulares no hemisfério Sul, são: à Norte ( $N$ ) =  $-10.000.000$  m (falso), à Leste ( $E$ ) =  $+500.000$  m (falso), a Oeste do meridiano central  $E = -500.000$  m (OLIVEIRA, 1993).

As Normas Cartográficas Brasileiras adotam o sistema de projeção *UTM* para os mapas entre as escalas 1:1.000.000 à 1:25.000 do mapeamento sistemático terrestre. Para as cartas em escalas maiores, não se tem normatização ainda, exceto nas cartas da aeronáutica que utilizam o sistema *LTM* (*Local Transversa de Mercator*). Como não existe qualquer padronização de mapeamento em escalas maiores, são produzidas cartas e mapas com diversas projeções, porém, a mais usual nos levantamentos regionais é a projeção *UTM*, conseqüência de uma extrapolação da legislação cartográfica (BRUNETTI, 1994).

Conclui-se que o uso generalizado do sistema está ligado às suas vantagens, popularização e a continuidade das normas estabelecidas para a cartografia sistemática.

No mapa digital necessita-se maior rigor na acurácia<sup>1</sup> de cartas em escalas maiores, devido a eliminação do erro gráfico e do erro causado pela deformação do papel, sendo que a somatória do erro final, valoriza ainda mais a distorção causada pela projeção cartográfica. Ressalta-se ainda, que no Brasil deve-se reavaliar as

<sup>1</sup> A 'acurácia' está relacionada à medida do seu valor real ou proximidade de uma observação, enquanto 'precisão' é definida como o grau de concordância de uma série de observações ou medidas, (HUSCH et al, in Lingnau et al, 1996). Pode-se então, associar à precisão, os erros aleatórios ou acidentais, e a acurácia aos efeitos dos erros aleatórios e sistemáticos conjuntamente (GEMEAL in Lingnau et al, 1996). Uma observação pode ser considerada como exata se não tiver ocorrido o erro sistemático ou bias. A falta de exatidão das observações são geralmente oriundas dos erros sistemáticos e tendem a se acumular num mesmo sentido (LINGNAU et al., 1996). 'Exatidão' é o grau de conformidade com uma norma, ou grau de aperfeiçoamento conseguido numa medição. A 'exatidão' diz respeito à qualidade de um resultado, e é diferente de 'precisão', a qual se refere à qualidade da operação pela qual o resultado é conseguido (OLIVEIRA in Lingnau et al, 1996).

distorções causadas pelas projeções, preocupando-se com o mapeamento sistemático, principalmente em escalas maiores que 1:10.000, utilizadas em mapeamentos urbanos.

#### **4.2.2 Base Cartográfica**

Base Cartográfica é qualquer representação gráfica, que através de símbolos representa a superfície terrestre, que pode ser desde um croqui, até mapeamentos por processos computacionais. A qualidade da base deve ser compatível com a sua finalidade de trabalho, ou seja, com o tipo de trabalho que será executado com ela, as informações que deverá conter e a acurácia de tais informações (RIEBOLD, 1990).

A Base Cartográfica é constituída por dois elementos básicos: a rede de pontos de referência, que é o alicerce do Sistema Cartográfico, e a carta base que varia em escala e tipo, de acordo com os objetivos a que se destinam (LOCH, 1993).

É de fundamental importância que a base cartográfica seja consistente para qualquer mapeamento temático. As exigências da base cartográfica são funções diretas da escala do mapeamento, ficando claro que não resolve mostrar alto nível de detalhamento sem que o mesmo apresente consistência geométrica e conseqüente acurácia. Respeitando estes princípios, a carta ou o mapa passam a ser importantes fontes numéricas para qualquer tipo de planejamento ou mesmo para a implementação de projetos de infra-estrutura urbana e regional (CAUVIN & RIMBERT, 1976).

Ao se definir a execução de uma nova Base Cartográfica, na etapa do planejamento sempre deve-se observar a sua finalidade de trabalho: que tipo de trabalho será executado; quais as informações que são necessárias representar e a precisão das informações. É a partir destas informações que serão elaboradas as especificações técnicas, a forma de aquisição de dados e o tipo de representação gráfica destas informações para o usuário.

A base cartográfica em qualquer escala que seja, somente poderá ser melhorada quando se conseguir motivar os múltiplos usuários (secretarias municipais, órgãos prestadores de serviços estaduais e federais que atuam em determinada área) a utilizarem um só investimento para a geração do Controle Geométrico de seu mapeamento, enquanto os mapas temáticos poderão ser elaborados individualmente, de acordo com os interesses de cada um (LOCH, 1994).

### 4.3 FOTOGRAMETRIA

A fotogrametria é a ciência ou a arte da obtenção de medições fidedignas por meio da fotografia (OLIVEIRA, 1993).

Fotogrametria é uma disciplina complexa, preocupada com medições, que permite através da utilização de vários métodos e instrumentos existentes, resolver de uma maneira mais eficiente os problemas encontrados nas diversas tarefas de execução de um mapeamento (BLACHUT, 1985).

Considerando-se a fotografia como uma fonte essencial de informações, (TAVARES & FAGUNDES, 1991) definem a Fotogrametria, como a técnica ou a ciência aplicada que tem por finalidade determinar a forma, as dimensões e a posição dos objetos contidos numa fotografia, através de medidas efetuadas sobre a própria imagem fotográfica.

As fotografias aéreas são utilizadas como ferramenta para o mapeamento topográfico, com o propósito de diminuir o exaustivo trabalho de campo, solucionar os fatores de tempo de produção e buscar a acurácia das informações topográficas. A Fotogrametria surgiu para conseguir através das fotografias aéreas, a precisão cartográfica desejada.

Com a transição dos sistemas fotogramétricos digitais, abandona-se a cópia fotográfica sobre o filme e a substitui pela representação de *pixels*<sup>2</sup> digitais. Com isto, permite-se acelerar as etapas de restituição e aerotriangulação adquirindo-se vantagens de um produto final digital (BOULDER, 1991).

#### 4.3.1 Fotogrametria Digital

A Fotogrametria Digital é uma tecnologia de informação usada para gerar informações geométricas e de semântica sobre os objetos no universo 3D (tridimensional) obtidas de imagens digitais 2D (planas) destes objetos (HEIPKE, 1995).

O *scanner* é um dispositivo eletrônico que através de sensores fotoelétricos detecta a radiância de cada *pixel* de uma imagem analógica gerando um

---

<sup>2</sup> O termo 'Pixel' (do inglês Picture Element ou elemento de imagem), é usado para denominar cada um dos pontos ou células que compõem a imagem.

arquivo (TROCHA, 1995). Os *scanners* usados para gerar uma imagem digital com o propósito da fotogrametria digital devem ser evidenciados pelas seguintes características (BORON, 1995):

- a) elevada resolução ótica (acima de 2400 dpi);
- b) limite de campo de varredura adequado às dimensões das fotografias (mínimo 23cmx23cm, tamanho das fotografias aéreas);
- c) sistema de varredura com as células fotoelétricas para fotografias coloridas ou preto e branco;
- d) sistema de varredura com as células fotoelétricas para cópias de fotografias em emulsão fotográfica (diapositivos) ou em placas de vidro;
- e) alta similaridade geométrica entre a imagem digital e a fotografia original.

A similaridade geométrica e radiométrica entre a imagem digital e o original fotográfico pode ser avaliado pelas distorções atribuídas à imagem digital geradas pelo *scanner*.

#### 4.3.2 Digitalização

Para a obtenção de uma base cartográfica digital através de cartas topográficas convencionais, é necessário que seja efetuada a conversão do formato analógico para o formato digital da base cartográfica das cartas topográficas existentes.

Para tanto, a digitalização é o processo de conversão de pontos e linhas de um mapa convencional para um formato compatível no uso em computador, podendo ser executada por duas técnicas (TOMLINSON e BOYLE, 1981):

- a digitalização manual, via mesa digitalizadora. Processo demorado que cria um pequeno arquivo *vector*; ou
- a digitalização automática, através de *scanners*. Processo rápido que cria um grande arquivo *raster*.

A digitalização tradicional através de mesas digitalizadoras é um método demorado necessitando-se aproximadamente de sessenta à cem horas para a digitalização de uma carta, o que representa um custo elevado e um prazo excessivo que desencoraja a maioria dos usuários. O operador tem a liberdade de escolher e digitalizar

os vértices que melhor definam as feições cartográficas de interesse. Pode ser feita de dois modos (SCARIM et al, 1994):

- a) ponto-a-ponto: as coordenadas são lidas pela mesa e enviadas ao computador cada vez que um dos botões do cursor é pressionado.
- b) modo contínuo: as coordenadas são lidas continuamente, à medida em que o operador percorre uma feição com o cursor e enviadas sequencialmente ao computador. Esse modo é ideal para a digitalização de arcos extensos como curvas de nível. É desaconselhável para poligonais, pois pode perder pontos notáveis que melhor definam o polígono.

A digitalização automática ou rasterização é a discretização do mapa em unidades retangulares homogêneas ou *pixels* através do uso de *scanner*. Este é um dispositivo ótico-eletrônico, composto por uma fonte de luz e um sensor ótico (fotocélula). Cada *pixel* detectado possui tamanho e cor, características que variam conforme a resolução espacial e radiométrica do sistema do sensor usado. Os *scanners* são classificados segundo a forma que adotam para varrer o documento: de mesa (*flat bed scanner*), de tambor (*drum scanner*), ou de rolo (*pinch roller scanner*), (SCARIM et al, 1994).

Com a tecnologia que envolve a digitalização automática através de *scanners*, um desenho de tamanho A1 leva cerca de cinco minutos para ser digitalizado (GRAÇA, 1990).

Para que uma imagem seja considerada um mapa, a mesma deve sofrer um processo de retificação geométrica, podendo ser aplicado diferentes métodos de retificação para a geração de ortofotos ou ortoimagens (NOVAK, 1992).

#### 4.4 CARTOGRAFIA DIGITAL

A cartografia pode ser definida como sendo um sistema de informações, onde se tem especial importância nos meios de expressão e no modo do tratamento cartográfico dado, a fim de representar e/ou expressar cada informação desejada (LEIVA, 1984). Com a evolução da computação gráfica, a cartografia moderna se apoiou nos métodos digitais.

Pode-se dizer que a cartografia digital, é o processamento digital de dados e dentro deste processamento estão inseridas a imagem digital, processamento digital de imagens, concepção de objetos, vetorização, escanização (varredura), rasterização (digitalização matricial de imagens), entre outros. Os dados processados da cartografia digital se apresentam na forma 'vetorial' e 'raster'. No processamento desses dados digitais, normalmente utilizam-se os sistemas CAD (*Computer Aided Design*) e os sistemas SIG (Sistemas de Informações Geográficas). Estes sistemas na cartografia digital, tem como principais características tornar a produção cartográfica mais ágil e eficiente, através de melhorias na qualidade de representação gráfica, redução de custos e tempo de produção (SATO, 1996).

Pode-se dizer que as cartas digitais são produtos de mais alta tecnologia dos aerolevantamentos. São arquivos digitais que contém separadas em níveis de informação (*layers*), os dados que compõem as cartas de traço ou ortofotos. Para obtenção de cartas digitais basicamente dois métodos podem ser adotados: a *restituição digital* ou a *digitalização de cartas*.

A restituição digital é assistida por meios computacionais e consiste na construção de um arquivo digital gráfico e alfanumérico, com coordenadas referindo-se à um sistema de projeção e passíveis de serem manipulados pelo usuário em suas aplicações. É realizada a partir de um vôo fotogramétrico e de um apoio terrestre.

Com isto, as informações mapeadas são armazenadas digitalmente, oferecendo uma flexibilidade quase ilimitada na edição da base cartográfica digital obtida.

A edição permite modificar objetos, componentes de objetos, secções de linhas e pontos conforme critérios adotados, alteração de escala, transformação de *datums*, ajustamento de poligonais e transformação de sistemas de projeções, facilitando a criação de mapeamentos com novos temas, permitindo assim, a eliminação e inserção de informações (AGUIAR, 1991 e BOULDER, 1991).

A cartografia digital proporciona as seguintes vantagens (ITC, 1982):

- a) elimina o trabalho manual repetitivo;
- b) rapidez na produção;
- c) aumento da produtividade;
- d) melhoramento na qualidade do produto;
- e) permite que novos produtos sejam gerados;

- f) facilidade no processo de controle do produto; e,
- g) permite a análise dos dados no computador;

#### 4.4.1 Geração de Mapas Digitais

A saída das informações é feita de acordo com critérios distintos a serem definidos conforme as finalidades de cada projeto: classes de objetos (níveis) e limites de áreas ou atributos, que permitem uma seleção destinada a várias tarefas como listagem numérica, representação gráfica ou criação de arquivos *ASCII* para o intercâmbio de dados com outros sistemas.

A representação gráfica é livremente variável com ajuda de códigos de gráficos, o que significa que um mesmo conjunto de dados pode ser aproveitado para várias séries de mapas, por exemplo: cartas para o serviço de cadastro municipal, cartas para a companhia de saneamento ou para a companhia de distribuição de energia, cada qual com suas características próprias, porém utilizando-se uma única fonte de dados (SATO, 1996).

Em geral os procedimentos de mapeamento digital diferem do convencional nos seguintes processos:

- a) captura de dados cartográficos em meio digital;
- b) processamento de dados dentro da forma requerida;
- c) representação dos dados processados; e
- d) arquivamento.

#### 4.4.2 Geo-referenciamento

Para que imagens digitais tenham acurácia cartográfica, faz-se necessário que as mesmas sejam corrigidas, segundo um sistema de coordenadas (CRÓSTA, 1991). A transformação de uma imagem para que ela assuma as propriedades de escala e de projeção de uma mapa é chamada de *correção geométrica*. Um dos objetivos desse processo é viabilizar o estudo de duas ou mais imagens diferentes de uma mesma área e combinar imagens (*raster*) com mapas, cartas, entre outras.

A obtenção da relação entre dois sistemas de coordenadas (mapa e imagem), é calculada através da definição de pontos de controle no terreno e seu homólogo, tanto no mapa quanto no campo.

Uma das condições para se obter a transformação baseada em pontos de controle é a existência de um documento cartográfico considerado confiável e em uma escala adequada da área, visto que os pontos de controle terão que ser precisamente identificados em ortofoto ou documento cartográfico (SANTOS, 1985).

Os pontos de controle no terreno devem ser bem definidos, podendo constituir-se de intersecções de estradas, intersecções de pistas de aeroportos, curvas de rios, feições proeminentes na linha da costa, entre outros. Como procedimento, são escolhidas várias dessas feições, de modo que os coeficientes do polinômio possam ser estimados pela substituição dos valores dos coeficientes do polinômio de mapeamento, para produzir o conjunto de equações. Uma vez que a forma da função de mapeamento mais adequada é desconhecida, são selecionados polinômios de 1°, 2°, 3°, 4°, ..., graus. Através das equações dos polinômios, pode-se verificar que o número mínimo de pontos de controle requeridos para mapeamentos polinomiais de segunda e terceira ordem é seis e dez, respectivamente. Na prática escolhe-se um número muito maior de pontos de controle, os quais são avaliados usando a estimativa dos mínimos quadrados. Os pontos de controle devem ser selecionados em um número significativo e devem estar bem distribuídos na cena, de modo a assegurar a geração de polinômios de mapeamento bastante precisos, quando da retificação de uma imagem. Quanto maior a ordem dos polinômios, mais próxima a curva deve passar nos pontos (SATO, 1996).

No entanto, a utilização de polinômios de grau muito elevado pode provocar algumas distorções na imagem gerada e por isto, algumas vezes, o ajuste linear é uma adaptação moderadamente aceitável. Enquanto os polinômios de ordem maior apresentam maior precisão na própria vizinhança dos pontos de controle, tais polinômios podem conduzir a erros significativos, e conseqüentemente, a distorções para aquelas regiões que estão fora do range (limite) dos pontos de controle.

#### 4.4.3 Comparação entre Cartografia Temática e Níveis de Informação

A cartografia temática é um instrumento importante na caracterização de valores e elementos, análises e síntese de dados. Pode gerar uma obra aberta, pois fornece ao mesmo tempo informações básicas sobre diferentes características de uma área e permite a composição de novas sínteses e avaliações da realidade enfocada.

Mapas temáticos tratam-se de documentos em qualquer escala, em que, sobre um fundo geográfico básico, são representados os fenômenos geográficos, geológicos, demográficos, econômicos, etc., visando ao estudo, à análise e à pesquisa dos temas, no seu aspecto especial (OLIVEIRA, 1993).

Mapas temáticos são documentos cartográficos especializados, explicativos e analíticos, cujo objetivo é fornecer, com o auxílio de uma linguagem gráfica, uma representação de dados do espaço geográfico, passíveis de mensuração, assim como de suas correlações (ANJOS, 1991).

Níveis de Informação ou *layers* compõem-se de apenas um tema específico, e que sobrepostos à base cartográfica proporcionam uma visão clara entre o tema e a o mundo real. As várias informações do meio (zona de uso de solo, zoneamento fiscal, rede viária, rede elétrica, rede de telefonia, de água e esgotos, etc.), são divididas em 'camadas', podendo-se, a qualquer momento ligá-las ou desligá-las, para efeito de análise ou composição de novos níveis de informação.

#### 4.4.4 Escalas

A escala é a relação entre as dimensões dos elementos representados em um mapa (espaço imagem) e as correspondentes dimensões na natureza (espaço objeto).

A especificação da escala necessária ao produto final de cada usuário em um banco de dados multifinalitário, é fator preponderante na determinação do volume de dados a ser coletado e processado e, portanto, do custo a ser arcado pelos diferentes participantes (RENUNCIO, 1995).

Conforme os interesses da equipe de planejamento, deve-se definir a escala do mapeamento. Ao necessitar de detalhes intra-lotes urbanos, deve-se optar por vãos e conseqüentemente, cartas em grande escala, sendo que as escalas das cartas devem variar de 1:2.000 até 1:1.000 as quais são adequadas ao cadastro urbano, por

representarem nitidamente a estrutura urbana e seus detalhes, ao nível de construções ou edificações (LOCH, 1989).

Para um sistema gráfico regional, a escolha das escalas que fazem parte do Sistema Cartográfico Nacional e possuem normatização, como as escalas: 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000 podem ser mais eficientes. Cartas em escala grande, com mais detalhes como as escalas 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 e 1:1.000, sem normatização no Brasil, possuem apenas normas e padrões específicos para formato de folha, conteúdo, precisões e convenções.

É bastante comum nos sistemas de geoprocessamento, pela sua capacidade de plotar o mesmo mapa em várias escalas diferentes, que a escala seja considerada um fator secundário. Entretanto, apesar dessa facilidade, ressalta-se que os erros existentes no mapa final em qualquer escala, são dependentes diretamente da restituição digital ou da escala do mapa-fonte utilizado na digitalização.

#### **4.5 ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS E IMAGENS ORBITAIS**

Uma das maiores dificuldades encontradas na utilização de dados de sensoriamento remoto orbital em estudos urbanos é a complexidade do solo urbano. Este exibe uma extrema heterogeneidade de cobertura, ocorrendo consideráveis mudanças inter e intra *pixel* (COSTA & CINTRA, 1993).

A área urbana é composta por alvos variados, tais como concreto, asfalto (ruas e avenidas), grama, árvores, água, etc. Muitas dessas coberturas, são menores que a resolução de um *pixel*. A radiação originada de um *pixel* no terreno pode, portanto, ser derivada de um certo número de alvos, cada um possuindo a sua assinatura espectral específica (FOSTER, 1985). O resultado é uma resposta aditiva, que não é representativa de nenhum tipo de cobertura, mas sim da área como um todo.

As imagens de satélites podem fornecer informações necessárias à atualização cartográfica em curtos períodos de tempo e com custo baixo. A maioria das cartas ou mapas gerados tem como fonte de dados as fotografias aéreas, que podem fornecer informações bastante precisas sobre a área mapeada, dependendo da escala do voo. Entretanto, os custos de um voo fotogramétrico são elevados, os quais são efetuados em longos períodos de tempos, geralmente anos.

Os dados que compõem um Sistema de Informações Geográficas são naturalmente muito variados e bastante distintos. A ‘natureza’ destes dados é em sua essência bem distinta: dados brutos de imagens armazenados em forma *raster* são desprovidos de ‘inteligência’ e demandam a interpretação de um operador. Independentemente do formato em que são armazenados, os dados geográficos devem ser avaliados sob os seguintes pontos de vista (BÄRH, 1996):

- a) **Integridade:** É freqüente o déficit de informações nas bases de dados, sejam elas cartas ou imagens. Em imagens é comum acontecer que elementos sejam camuflados, p. ex., o caso de um caminho em meio a uma floresta. Salienta-se que nem todos os elementos de que o usuário necessita estão presentes nas cartas. Considerando-se especialmente o mapeamento do uso do solo, suas particularidades indicam que o mesmo é naturalmente incompleto. No campo do planejamento urbano seria necessário que se soubesse quão alta é a urbanização. Estas informações, via de regra, não podem ser extraídas de cartas, mas sim de imagens, especialmente ‘estereoimagens’;
- b) **Escala/Resolução/Generalização:** Diz respeito também a integridade dos dados. Não existe para este fim nenhuma ‘fórmula exata’, a partir da qual se possa fazer a ligação entre a escala de uma carta e a de uma imagem, considerando-se a informação presente nestas bases de dados. A idéia de ‘escala’ é uma típica metáfora proveniente dos tempos em que se executavam processamentos de dados sob a forma analógica. Para sistemas digitais enquadra-se melhor aqui o conceito de “*resolução*”, que no entanto, ainda não é suficiente para definir quais elementos serão provavelmente reconhecíveis na imagem. Dessa forma, podem ser extraídos objetos de imagens de satélites a partir de seu alto contraste em relação aos demais elementos que o cercam, o que obviamente depende do tamanho do *pixel* da imagem em questão;
- c) **Atualidade:** A superfície terrestre encontra-se em constante mutação e o Cadastro Técnico deve em função disto, ser considerado não apenas sob o ponto de vista das dimensões, mas também do tempo, o quê, conseqüentemente faz-se necessária a constante atualização de seus dados geográficos. Há no Brasil a tendência de no futuro utilizarem-se

dados de imagens de forma mais extensiva do que a até agora existente;

- d) **Precisão dos Dados:** Dados não possuem apenas uma componente determinística, mas também uma estocástica. Isto envolve precisão geométrica dentro de pré-determinado limite, confiabilidade da descrição semântica (catálogo por tipo de objeto) e generalização controlada na carta. No caso de imagens, coloca-se a questão se uma ortofoto convencional já satisfaz os requisitos de exatidão geométrica: a terceira dimensão dos objetos imageados é via de regra falsamente obtida. A crescente demanda por modelos 3D, por órgãos responsáveis pelo planejamento das cidades, mostra que este é também um novo campo a ser explorado.

Através da fotointerpretação pode-se identificar as construções, tipo de cidade, a área em que a mesma está se expandindo e os problemas de infra-estrutura de cada bairro ou de toda zona urbana (LOCH, 1989).

A atualização cadastral de vários temas como estrutura fundiária, uso do solo, etc., é facilitada através de imagens orbitais integradas com fotografias aéreas convencionais, as quais formarão um sistema de informações.

O monitoramento da expansão urbana horizontal em termos de mancha urbana, pode ser feito facilmente com as imagens de satélite, já a expansão vertical necessita de fotografias aéreas de grande escala para se obter resultados satisfatórios (LOCH, 1984).

Com a desatualização do mapeamento e as alterações rápidas que ocorrem no meio urbano, faz-se necessária uma verificação no terreno, de como este se encontra atualmente (CARDIERI, 1987).

As alterações que ocorrem são principalmente loteamentos implantados (regulares ou clandestinos), lotes desmembrados, ampliações e novas edificações, novo sistema viário, entre outras, as quais tornam o cadastro imobiliário desatualizado.

Para se estabelecer a utilidade das imagens de satélites como fonte alternativa de informações sobre o crescimento urbano, deve-se comparar o resultado da informação da imagem com as fotografias aéreas e levantamentos de campo.

## 4.6 GEOPROCESSAMENTO

Geoprocessamento é o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam (RODRIGUES, 1990).

Para complementar a definição do autor acima, geoprocessamento também pode ser definido como o conjunto de tecnologias que integram as fases de coleta, processamento e uso de informações relacionadas ao espaço físico, seus cruzamentos, análises e produtos, destinados ao planejamento urbano, transporte, segurança, educação, reforma agrária, infraestrutura e serviços públicos, manejo florestal, gerenciamento de processos agrícolas e monitoramento de processos ambientais.

As informações precisam ser definidas de acordo com suas necessidades, como *entes, atributos e formas de sua mensuração*.

No geoprocessamento, a utilização de informações pode ser classificada segundo alguns aspectos como:

- a) **área de aplicação** - geologia, geografia, agricultura, meio ambiente, urbanismo, engenharia civil, etc;
- b) **propósito da aplicação** - análise, projeto, gerenciamento, planejamento, monitoramento, etc;
- c) **natureza da aplicação** - realizar tarefas, fornecer informações, etc.

Subjacentes as aplicações (área, propósito e natureza), está um conjunto de sistemas computacionais voltados as questões espaciais, denominados Sistemas de Geoprocessamento, que podem ser classificados em (RODRIGUES, 1990):

- 1) *sistemas aplicativos* - sistemas computacionais voltados para a representação de entes de expressão espacial e para a realização de tarefas de projeto, como mapeamento, extração de dados, entre outros;
- 2) *sistemas de informação* - sistemas voltados para a coleta, armazenamento, recuperação, manipulação e apresentação de informações sobre entes de expressão espacial. Tais sistemas suportam atividades de gerenciamento, manutenção, operação, análise e planejamento; e,

3) *sistemas especialistas* - sistemas computacionais que empregam o conhecimento na solução de problemas que normalmente demandariam a inteligência humana. Emulam o desempenho de um especialista atuando em uma dada área de conhecimento. Esses sistemas apresentam potencial de aplicação em atividades de operação, manutenção, projeto e análise.

Os dados podem ser coletados por Sensoriamento Remoto (através de imagens de satélites e/ou fotos aéreas); levantamentos topográficos e geodésicos, incluindo tecnologia dos sistemas de posicionamento global (*GPS - Global Positioning System*); e também através de cadastros urbanos e rurais.

As informações geo-referenciadas são processadas através de sistemas *CAD (Computer Aided Design)*, mapeamento assistido por computador (*CAM - Computer Assisted Mapping*), mapeamento automatizado/gerenciamento de serviços (*AM/FM - Automated Mapping/Facilities Management*), sistema de informações geográficas (*GIS - Geographic Information System*), como também por processamento digital de imagens.

Atualmente, a grande maioria de todos os bancos de dados existentes tem algum tipo de relação geográfica, tais como atributos de endereços, cidades, coordenadas geográficas ou simples códigos postais.

#### **4.6.1 Geoprocessamento integrado**

Intervir em uma estrutura complexa, alterar hábitos, modificar ou suprimir critérios consagrados e estabelecer novas regras transparentes e orientadas para o resultado em detrimento da segurança e do controle, representa uma tarefa árdua, cuja realização depende de muito empenho e participação. Depende ainda do diagnóstico preciso da situação em cada momento, de forma que cada ação proposta se caracterize por uma probabilidade razoável de sucesso e por isso resulte, necessariamente, da reflexão sobre informações objetivas de sucesso e subjetivas disponíveis. Deve finalmente, explicitar os resultados e as dificuldades esperadas sem gerar qualquer expectativa pouco viável e, ao mesmo tempo, não ser desestimulante (SCARABELLI FILHO et al, 1996).

A criação de processos de aculturação interno das instituições que planejam utilizar tecnologias de geoprocessamento em suas rotinas de administração e gerência, é essencial para viabilizar a implantação destas tecnologias (SANTOS & SANTOS, 1996).

As parcerias em processos de integração podem ser separadas em dois grupos (FERRARI, 1996):

- a) organizações que podem efetivamente contribuir para o desenvolvimento do processo, seja na agregação de recursos financeiros, humanos, dados/informações e/ou tecnológico;
- b) organizações que podem agregar força política ao processo, pela demanda ao seu desenvolvimento, as quais demonstram potencial para atuarem como consumidores (usuários) do sistema implantado e em alguns casos, como agregadores de informação alfanumérica.

Em ambientes onde se busca a integração entre diversas instituições, existem muitas dificuldades para o desenvolvimento de sistemas que permitam o compartilhamento de dados entre elas. Uma das tarefas mais árduas na criação de um sistema de fácil acesso e aberto à diversos departamentos e organizações de uma cidade/região, é a coordenação entre organizações, já que essas produzem normalmente uma grande variedade de dados numéricos e geográficos, cada qual com sua própria metodologia, periodicidade e formatação (QUANDT, 1996).

A implantação do geoprocessamento tem por objetivo integrar informações cadastrais ao mapeamento cartográfico, permitindo a disponibilização aos diversos órgãos municipais de uma base única, como forma de viabilizar uma atualização permanente das informações gráficas e alfanuméricas (COSTA et al, 1996).

A geração de um sistema unificado de bases cadastrais, pressupõe o comprometimento das instituições envolvidas de fazerem uso dessa base como suporte para o desenvolvimento de suas atividades e conseqüente compromisso com a manutenção/atualização das informações de uso comum e o compartilhamento dos custos do sistema (ROCHA, 1996).

A busca de soluções para a troca de informações entre instituições defronta com diversas dificuldades, dentre as quais, destacam-se a perda de informação na passagem de um *software* para outro; a necessidade de existir uma equipe qualificada

que identifique as dificuldades no processo; e a falta de padronização das informações cartográficas e alfanuméricas.

As organizações que se preparam para introduzir tecnologias de geoprocessamento, deparam-se freqüentemente com diversos questionamentos e dificuldades que tornam árduo o processo de implantação do projeto. Isto demanda uma forte integração entre a administração e o estabelecimento de procedimentos e rotinas adequadas.

A implantação de um geoprocessamento integrado pressupõe a redução de problemas e entraves no fornecimento e utilização da informação, que geralmente requer mudanças de reordenação organizacional como também, a confiabilidade total da organização. Esta implantação pressupõe também duas etapas básicas: o levantamento de dados e uma análise/diagnóstico da organização, precavendo-se com a duplicidade de informações que ocorre entre as diversas organizações, tornando assim, indispensável a identificação dos produtores, gestores e distribuidores permanentes de dados e/ou informações (DAVIS Jr., 1994).

O controle de qualidade durante a aquisição de produtos e/ou serviços é de fundamental importância, a fim de se verificar o comprometimento e responsabilidade do contratado na execução dos serviços.

Uma escolha consciente da estratégia para o planejamento e desenho de um Sistema de Informações Geográficas compreende os seguintes passos (DE MAN, 1990):

- a) a formulação de um plano estratégico de informação ao nível dos objetivos do sistema, incluindo a identificação do escopo da missão, limites e principais áreas de decisão dos objetivos do sistema sob consideração;
- b) identificação das funções que devem ser desempenhadas pelo sistema de informação e pelo SIG, incluindo a identificação dos usuários;
- c) identificação dos atuais problemas de informação (ênfatisando a referência geográfica) vivenciados ou esperados com deficiências na utilização de sistemas de informação existentes;
- d) mobilização e preparação dos usuários do SIG proposto;

- e) identificação de forças autônomas que influenciam e provocam trocas na utilização do sistema de informação. Estas forças devem ser levadas em consideração quando do planejamento do SIG;
- f) identificação de confiabilidade efetiva - manifestada e latente - na utilização dos sistema de informação, como barreiras e forças de resistência a este respeito. A confiabilidade é um pré-requisito para a sustentação do SIG;
- g) identificação de áreas interconectadas relevantes no exercício de planejamento e suas várias opções;
- h) determinação de incompatibilidades e incertezas;
- i) determinação das decisões que devem ser tomadas no presente e daquelas que podem ser identificadas para permitir escolhas com maior confiança no futuro.

Um sistema de geoprocessamento a nível municipal deve atingir alguns objetivos básicos (FERRARI, 1996):

- a) auxiliar a administração municipal, possibilitando um processo de planejamento compatível com a velocidade de crescimento da municipalidade;
- b) facilitar o acesso da população à informação, criando transparência no desenvolvimento de processos e decisões administrativas;
- c) melhorar a comunicação entre os diversos setores e entidades que atuam para o desenvolvimento do município;
- d) viabilizar, através da integração, o compartilhamento de informações comuns aos diversos organismos, atribuindo responsabilidades e competências na administração e manutenção dos bancos de dados próprios, porém, acessíveis por multiusuários; e,
- e) coordenar a integração entre organismos públicos e privados que atuam em esferas administrativas diversas: municipal, estadual e federal.

O desenvolvimento do projeto-piloto permite a capacitação e qualificação da equipe técnica responsável para a implantação do projeto de geoprocessamento compartilhado em sua forma mais evoluída (COSTA et al, 1996).

Na implantação de sistemas de geoprocessamento os gestores devem atuar para criar uma situação que impeça a paralisação ou desmonte no desenvolvimento do processo. O envolvimento dos diversos setores da prefeitura, assim como das empresas municipais e estaduais (concessionárias de serviços) se constitui num dos principais fatores na busca da irreversibilidade do processo de implantação dos sistemas de geoprocessamento (CORTEZ FILHO, 1996).

A interoperabilidade entre bases de dados geo-referenciadas disponibilizará a outros usuários informações multidisciplinares e complementares às suas análises, proporcionando melhores serviços e expandindo a base de dados das aplicações dos usuários de SIG. Entretanto, para alcançar a interoperabilidade entre bases de dados geo-referenciadas heterogêneas e distribuídas, no desenvolvimento deste ambiente, será necessário solucionar tres questões de ordem semântica e operacional, quais sejam, a heterogeneidade entre as bases de objetos geográficos, o processamento de consulta e o gerenciamento de transações envolvendo múltiplas bases de dados (STRAUCH *et al*, 1996).

## 4.7 PLANEJAMENTO URBANO

### 4.7.1 Conceituação

A definição que segue é só um ponto de apoio a uma série de considerações a respeito de seu conteúdo implícito e explícito, que nos permitirão conceituar planejamento. Seu valor é apenas didático (FERRARI, 1988):

*“Em um sentido amplo, planejamento é um método de aplicação contínuo e permanente, destinado a resolver racionalmente os problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores conseqüências”*.<sup>3</sup>

√ Fica subentendido que é preciso conhecer os dados do problema (através de pesquisa), e compreendê-lo (através de análise), para equacioná-lo e resolvê-lo. Logo, todo planejamento pressupõe uma pesquisa, uma análise e conseqüentemente uma

---

<sup>3</sup>Definição da Carta dos Andes, elaborada em Outubro de 1958 na Colômbia, pelo “Seminário de Técnicos e funcionários em Planejamento Urbano”, promovido pelo CINVA - Centro Interamericano de Vivenda e Planejamento: “Planejamento é um processo de ordenação e previsão para conseguir, mediante a fixação de objetivos e por meio de uma ação racional, a utilização ótima dos recursos de uma sociedade em uma época determinada.”

síntese, noções estas que devem, implicitamente, estar contidas no conceito amplo de planejamento. É a “informação” fundamento básico da “decisão” de resolver os problemas sob planejamento (FERRARI, 1988).

Ainda segundo o autor acima, a nível de Brasil, o planejamento subdivide-se em nacional, macrorregional, estadual, microrregional e municipal.

Nesse caso, ou seja, planejamento municipal, as soluções são mais específicas com predominância dos problemas físico-territoriais sobre os demais.

O planejamento municipal deve levar em consideração o alcance extra-municipal da realidade local, enfocando interferências e as relações com os níveis hierarquicamente superiores de planejamento (sentido vertical), já que a realidade local é traduzida sob os aspectos econômicos, sociais e físico-territoriais e também, sob os aspectos institucionais, administrativos e financeiros (GILDA, 1983).

O planejamento é um processo ou um conjunto de atos, porque através dele se realiza uma operação, a construção de uma obra de infra-estrutura, a organização de uma comunidade ou a implantação de uma atividade. O processo deve ser sistematizado, ter eficiência, prazos e metas (SEVERINO, 1986).

Sob o ponto de vista metodológico, para haver planejamento, qualquer que seja o objetivo, a ação humana fica sujeita a tres fases (HILHORST, 1981):

- a) especificação dos objetivos;
- b) seleção dos instrumentos a serem utilizados para a obtenção dos objetivos; e,
- c) utilização dos instrumentos.

Ainda segundo o mesmo autor, deverá existir uma relação provada, mesmo que causal, entre a utilização do instrumento e a realização dos objetivos, sob pena de cair-se numa improvisação e não planejamento.

Em última análise, planejar significa prever de maneira mais detalhada possível o que vai acontecer, de modo que todas as ações e tomadas de decisão possam ser feitas em tempo e lugar certos.

#### **4.7.2 Origem e Expansão das Cidades**

A cidade é um fato histórico, geográfico e acima de tudo, social. Como fato social a cidade surgiu muito recentemente na História, coincidindo seu

aparecimento com o fim da pré-história. A História da Civilização começa com o alvorecer da cidade (do latim, *civitate*), há cerca de 6.000 anos apenas. Para explicar a origem da cidade, há as seguintes hipóteses (FERRARI, 1988):

- a) Os aglomerados pré-urbanos neolíticos ou proto-cidades se desenvolveram e deram origem às cidades;
- b) A cidade surgiu com a idade dos metais. Os povos (pastores) descobriram o uso do metal, criando armas mais poderosas que as de pedra e dominaram as populações agrícolas, que ainda as usavam. Para proteger essas populações obreiras, construíram cidades fortificadas em sítios elevados. Em troca da proteção militar recebiam tributos e subserviência do povo agricultor.

Ainda segundo o mesmo autor, nos tempos modernos (Renascença, Século XVI e XVII), as cidades descem das colinas para as planícies e os traçados regulares predominam. As ruas passam a irradiar de uma praça central de onde os canhões defendem, estrategicamente, as entradas da cidade. Em 1800, no início da Revolução Industrial, as cidades começam a crescer explosivamente. As indústrias localizam-se na cidade a fim de aproveitar a proximidade da mão-de-obra e do mercado consumidor, assim a 'urbe' passou a ser 'centro de produção' em caráter prioritário, pela primeira vez na História. A cidade, como local de produção e comércio, se divide em diferentes zonas caracterizadas por atividades funcionais predominantes. Assim é que surgem as zonas industriais, comerciais, residenciais de baixo, médio e alto padrão, etc., estas últimas refletindo a injustiça das classes sociais.

Na cidade é inevitável a segregação espacial, a qual vem do poder de compra de cada habitante e dos investimentos públicos que alteram substancialmente os valores imobiliários (ROLNIK, 1988).

Os fatores de acessibilidade como transportes e sistema viário, são componentes fundamentais para o planejamento urbano e crescimento das cidades (HUTCHINSON, 1979).

As cidades atuais só atingiram grandes densidades demográficas e crescimento vertical devido ao desenvolvimento tecnológico, saneamento básico e transportes urbanos, sendo o transporte coletivo responsável pelo preenchimento dos espaços entre as vias principais (FERRARI, 1988).

Nos países subdesenvolvidos o processo de urbanização ocorre em descontinuidade com a industrialização, gerando problemas que não podem ser

resolvidos apenas com a adaptação de modelos importados de países mais avançados (RATTNER, 1978).

O rápido crescimento das cidades geralmente resulta em um processo de urbanização anárquico, cria diversos problemas para o planejamento das áreas se considerarmos a conservação ambiental e a continuidade do crescimento urbano, principalmente quando se pretende planejar a longo prazo (SEIXAS, 1976).

Diante disto, o mesmo autor afirma que é necessário se gerar um sistema de informações urbanas envolvendo dados desde a propriedade da terra, uso do solo, características físicas do relevo, situação econômica e nível cultural do povo, como condições básicas para se implantar projetos de infra-estrutura urbana visando o desenvolvimento harmônico da cidade.

A grande maioria das cidades brasileiras não utiliza imagens de satélites integradas com levantamentos aerofotogramétricos objetivando o monitoramento da expansão urbana, o que dificulta futuras projeções para o planejamento do crescimento das cidades.

#### **4.7.3 Plano Diretor**

Plano Diretor é o conjunto de documentos e leis que regem a organização do espaço urbano do município nos aspectos de uso e ocupação do solo, equipamentos e serviços urbanos, sistema viários e transportes, segurança, conforto das edificações, etc., e deve este plano assegurar a sua atualidade, permanência e capacidade de antecipação aos problemas urbanos (PROURB - Programa de Apoio ao Desenvolvimento Urbano das Cidades de Pequeno Porte de Santa Catarina, 1991).

É um instrumento voltado ao desenvolvimento físico e sócio-econômico dos núcleos urbanos de um município com ênfase na habitação, trabalho, indústria, comércio, serviços, transportes, educação, saúde, recreação, etc (OLIVEIRA, 1991).

Pode-se acrescentar a conceituação do autor acima, que Plano Diretor é um instrumento voltado não só ao desenvolvimento, mas também ao planejamento, gerência e controle dos núcleos urbanos de um município.

## 4.8 SISTEMAS DE MAPEAMENTOS AUTOMATIZADOS

Entende-se por mapeamento a aplicação do processo cartográfico sobre uma coleção de mapas ou informações, com vistas à obtenção de uma representação discernível, comunicada a partir da associação de símbolos e outros recursos gráficos que caracterizam a linguagem cartográfica (MELLO, 1988).

Os sistemas de mapeamentos computadorizados evoluíram para a automação, organização e desenho de dados dos mapas, usando tecnologia CADD (*Computer Aided Design and Drafting*). Esta tecnologia foi desenvolvida inicialmente para atender as necessidades genéricas na automatização das funções de desenho. Como os mapas são uma classe que agrupa um volume muito grande de desenhos, o CAD foi usado como ferramenta, uma vez que são modeladores geométricos que oferecem ambiente para criação, síntese e manutenção de desenhos digitais. Estes modeladores possuem ferramentas para construção, através de primitivas geométricas, de diversas entidades cartográficas e fenômenos ocorridos na superfície terrestre (TEIXEIRA et al, 1995).

Nos sistemas gráficos aplicados ao mapeamento, os modelos de dados são muito simples e consistem quase que inteiramente de entidade gráficas simbolizadas.

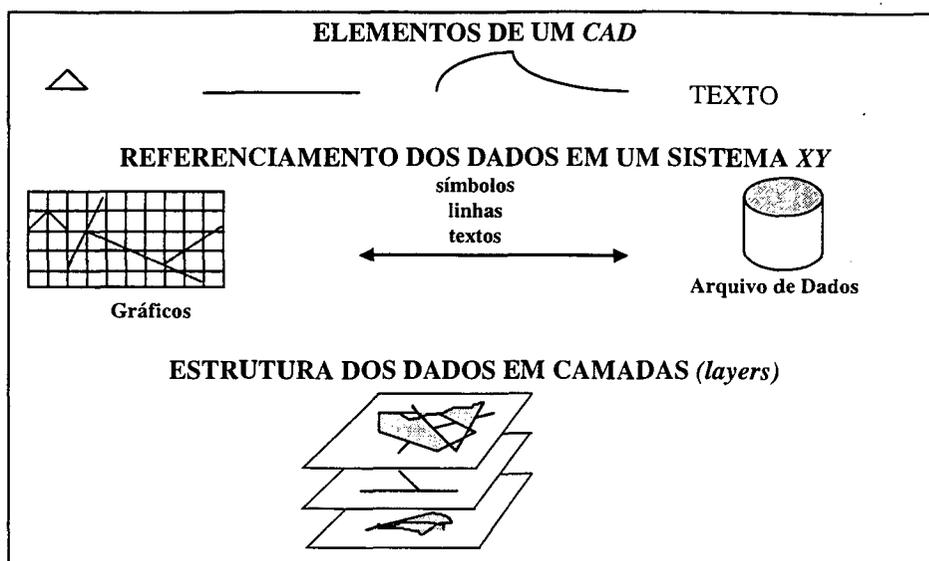
### 4.8.1 SISTEMAS CADD/CAM - Desenho e Mapeamento Auxiliado por Computador

Mapeamento Auxiliado por Computador (*CAM - Computer Assisted Mapping*), que utiliza geralmente tecnologia CADD (*Computer Aided Design and Drafting*) é o processo que substitui a cartografia manual tradicional (KORTE, 1992).

Os dados neste sistema são organizados em camadas (*layers*), cada uma representando um tema como a rede viária, rede de drenagem, uso do solo, textos, curvas de nível, etc., sempre em forma de vetores. Uma grande vantagem do CAM provém da maneira organizada como são armazenados os dados (figura 4.1). O armazenamento e manipulação digital reduzem bastante os custos em comparação com o processo tradicional analógico, em função de possibilitar alterações, correções e

impressões de forma ágil e precisa, sem danificar o original (RENÚNCIO, 1995).

Figura 4.1 - Elementos de CAD/CAM. Fonte: Korte, 1992.



Entretanto, o sistema CAM não é adequado para análise de dados em mapas, pois as características de um mapa são associadas por temas, usando camadas (*layers*) e suas características estão referenciadas em um sistema de coordenadas geográficas comum. As relações adicionais entre elementos de dados não estão definidas, p. ex., se a base de dados CAM descreve o cruzamento de duas rodovias, o fato de sua intersecção existir não está identificado através de um nó, o qual não é importante na confecção de um mapa impresso. Similarmente, um grupo de linhas que descreve uma área fechada (polígono) relaciona-se apenas por estar na mesma camada (*layer*) e em um sistema de coordenadas comum, não se percebendo que incorporam uma área (KORTE, 1992). Ainda segundo o mesmo autor, questões referentes ao planejamento e gerenciamento de recursos, que requeiram análise de relacionamento espacial, como:

- a) O que está mais próximo ?
- b) Quantos elementos com esta característica temos em determinada área?
- c) Que áreas possuem estas e aquelas *ou* ambas características ?

Estas questões não podem ser respondidas porque a relação espacial não está definida na estrutura de dados.

#### 4.8.2 SISTEMAS AM/FM - Mapeamento Automatizado e de Gerenciamento de Serviços

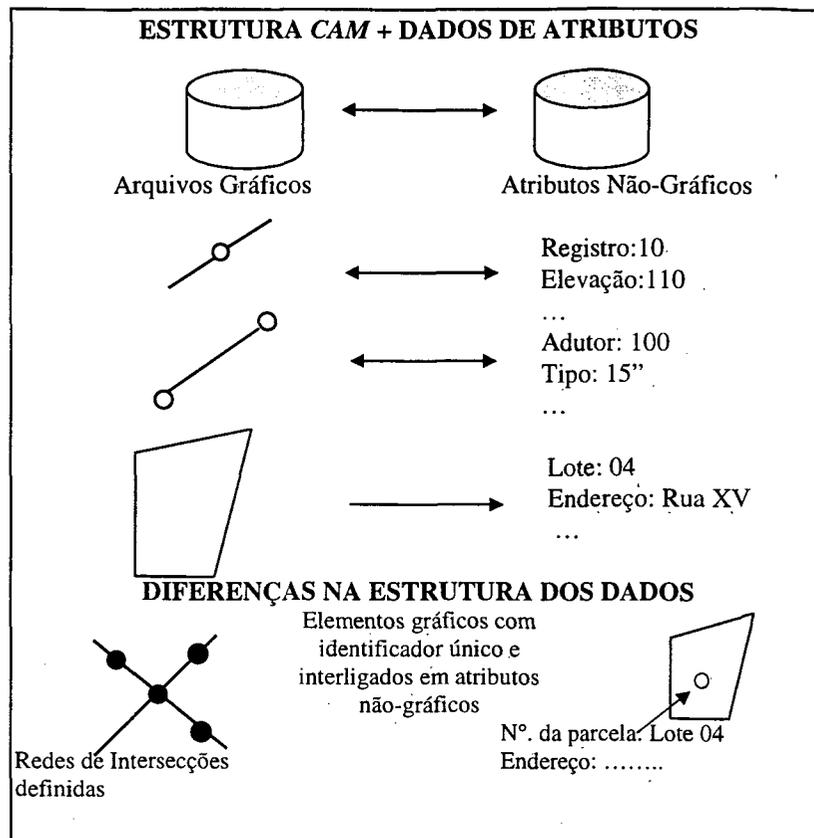
A continuidade e a proliferação dos sistemas CAD (*Computer Aided Design*) e CAC (*Computer Aided Cartography*), na produção de documentos cartográficos propiciaram o desenvolvimento dos sistemas AM/FM (*Automated Mapping/Facilities Management*). Sistemas especialistas, são usados para o gerenciamento mais eficiente de informações, enfatizando a manipulação de facilidades a partir da distribuição espacial, tendo como principal objetivo a análise geográfica e a representação espacial (TEIXEIRA et al, 1995).

Ainda segundo o mesmo autor, os sistemas AM/FM (*Automated Mapping/Facilities Management*) permitem o gerenciamento de atividades diárias de empresas de abastecimento de água, energia elétrica, telefonia, gás, telecomunicações. Atualizações de pedidos de serviços, gerenciamento do banco de dados de consumidores, atualização automatizada das informações gráficas referentes às redes, análise da necessidade de manutenção e expansão das redes e gerenciamento das informações gráficas e tabulares são algumas das atividades destes sistemas.

Os sistemas AM/FM são baseados geralmente em tecnologias CADD (*Computer Aided Design and Drafting*) e incorporam as vantagens do gerenciamento de um banco de dados (*FM-Facilities Management*) ao mapeamento automatizado (*AM-Automated Mapping*), isto é, representam atributos na forma gráfica em termos de sua localização, que são descritos por um banco de dados não-gráfico ligado de forma lógica ao atributo gráfico (figura 4.2). Os sistemas AM/FM realçam o componente do banco de dados (FM) como um passo muito importante antes de construir o sistema. Ao contrário do CAD, o sistema AM/FM prevê o planejamento de um banco de dados de forma que este represente as informações do mundo real para as aplicações em que será implantado (MONTGOMERY & SCHUCH, 1993).

Este novo conjunto de informações (banco de dados não-gráfico) descreve as características não-geométricas dos componentes de um sistema de rede (água, energia e comunicações), tais como dimensões, capacidades, materiais, nome do elemento, informações cadastrais, entre outras (RENÚNCIO, 1995).

Figura 4.2 - Elementos de AM/FM. Fonte: Korte, 1992.



Como em um sistema CAD, AM/FM utiliza níveis de informação para separando-os por tema e tipo. O relacionamento entre os componentes gráficos são definidos adicionalmente na forma de redes. Como a ênfase deste sistema está voltada para o armazenamento, análise e emissão de relatórios de informações, a tecnologia AM/FM não incorpora recursos de representação gráfica tão precisos ou poderosos quanto o sistema CAM (KORTE, 1992).

Ainda segundo o mesmo autor, uma malha identifica quais componentes que de alguma forma (não espacial) estão conectados. Sistemas AM/FM não permitem que duas linhas se cruzem sem que, no cruzamento, registre-se uma intersecção. Estas relações de conectividade são armazenadas e preservadas em um arquivo de dados separado, que descreve o sistema e sua geometria.

## 4.9 SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG

### 4.9.1 Definição

Os SIGs são sistemas ou ferramentas assistidas por computador para captura, armazenamento, transformação, análise e representação gráfica de dados espaciais. Trata-se de um sistema de informações designado para trabalhar com dados referenciados por coordenadas geográficas e espaciais (STARR & ESTES, 1990).

O conceito de SIG é definido a partir do enunciado de suas principais características (CÂMARA, 1993):

- a) integrar as informações provenientes de diversas fontes numa única base de dados;
- b) combinar as diversas informações através de algoritmos de manipulação, visando gerar novas informações;
- c) consultar, recuperar, visualizar e desenhar o conteúdo da base de dados geocodificados.

O SIG é um sistema que codifica, armazena e recupera dados da superfície terrestre, representando assim, o modelo real da terra (BURROUGH, 1987).

Estes sistemas destinam-se a manipulação de informações geo-referenciadas, as quais devem estar conectadas a um banco de dados, com informações na forma de dados e atributos referenciados espacialmente.

Um SIG é o sistema mais apropriado para a análise dos dados geográficos e pode ser diferido do CADD/CAM pela capacidade de definição de todos os dados dos elementos e relacionamento espacial entre eles, podendo ser apresentados como dados topológicos (KORTE, 1992). Com isto, os SIGs são uma ferramenta de trabalho indispensável para projetos de temas variados visando análises espaciais juntamente com cartas temáticas.

Com o armazenamento de dados cadastrais em banco de dados apropriados, pode-se utilizar um sistema de informações geo-referenciadas. Este procedimento deve evitar as distorções e os desvios quanto as ocupações de fato (reais) e a documentação escrita (registro de imóveis).

O SIG apresenta um confinamento de tempo, dinheiro e eficiência organizacional. A abundância de informações cartográficas e problemas associados com

formas múltiplas de mapas são eliminados. A atualização e análise de dados gráficos é facilitada e agilizada. Tarefas como coleta, manipulação, análise e disposição de dados espaciais são mais produtivas e os dados gráficos (mapas) podem ser integrados entre organizações (KORTE, 1992).

#### 4.9.2 Características Operacionais de um SIG

As características principais de um SIG, a nível operacional, devem ser (RODRIGUES, 1987):

##### a) Modelagem de Dados

- operar primordialmente com representações vetoriais e que disponha de recursos de armazenamento e manipulações básicas com representações *raster*, utilizadas como fundo para as aplicações vetoriais ou para apresentação de documentos associados ao sistema;
- aceitar dados descritos em termos de feições com atributos, ou seja, a descrição lógica dos dados deve ser orientada para feições ou objetos;
- suportar complexas modelagens de feições de maneira a possibilitar o agrupamento lógico de feições simples ou complexas;
- permitir a adequada codificação de redes (geometria e topologia) com vistas a operações de roteamento; entre outras.

##### b) Acesso aos Dados

- permitir a análise conjunta de todos os dados da cobertura espacial do banco de dados;
- que a busca espacial de dados seja suportada por recursos de otimização, p.ex., *quadrees*, a fim de agilizar o processo de busca;
- que o acesso aos dados seja feito através de linguagem de alto nível, estrutura de menus e ícones ou linguagem padrão SQL, entre outras.

c) Integridade dos Dados

- existir dispositivos para assegurar a integridade dos dados: geométrica, topológica e de atributos, principalmente quando os dados não estiverem integrados em uma única base de dados;
- seja assegurada a propagação, nas bases de dados, de modificações que afetem a geometria, topologia e atributos;
- seja possível atuar sobre segmentos da base de dados que não estejam sendo utilizados por um processo de atualização em andamento.

d) Consistência dos Dados

- seja realizada automaticamente durante todos os processos de entrada e atualização de dados;
- permita a associação de indicadores de qualidade e a cada feição, atributo, camada, etc.

e) Segurança dos Dados

- permitir a regulamentação de uso através de palavras-chave;
- permitir a restrição de acesso.

f) Proteção dos Dados

- dispor de recursos para realização de *back-up* a intervalos regulares;
- manter registro permanente das transações (usuário-sistema) realizadas de maneira a permitir a recuperação de situações em caso de falha do sistema.

g) Entrada de Dados

- permitir ao usuário associar códigos de feição ou atributo a pontos, linhas e áreas;
- suporte ao usuário em processos como atribuição de códigos a pontos, linhas e áreas, fechamento de polígonos, reconhecimento de proximidade entre nós e extremidades de linhas, etc.
- transformações entre sistemas de projeção;

- recursos de ajustes de bordas entre folhas de mapas, quadras, arruamentos, etc.

Existem quatro formas de entrada de dados: a digitalização em mesa, digitalização ótica, via caderneta de campo e leitura de dados na forma digital. Neste último caso, está incluída a importação de dados em outros formatos. Os dados tratados em SIG incluem ‘imagens de satélites, modelos digitais de terreno, mapas temáticos, redes e dados tabulares’ (CÂMARA,1993).

#### h) Edição de Dados

- permitir a remoção de feições ou partes de feições, a criação de feições e a criação ou modificação de atributos e feições;
- realize o reposicionamento automático de textos e símbolos em mapas, quando das mudanças de escala ou criação de janelas;
- permitir ao usuário definir limites de tolerância para que dois pontos sejam considerados um único, em processos de codificação, edição e análise.

#### i) Manipulação de Dados

- permitir a extração de dados por código ou classe de feição, por atributo ou classe de atributo, por localização ou por critérios combinados espaciais/não-espaciais;
- realizar operação de generalização e suavização de linhas e polígonos conforme adequado às mudanças de escala e aplicações previstas;
- dispor de recursos para a geração de perspectivas de modelos digitais de terreno com superposição de feições ou temas.

### 4.9.3 Sistema de Informação da Terra - LIS (*Land Information Systems*)

A diversidade dos Sistemas de Informações Geográficas, em alguns casos, leva o usuário a substituir a palavra ‘geográfico’ por outras que expressem de maneira mais específica sua área de aplicação. São exemplos os Sistemas de Informação Urbana ou Sistema de Informação dos Recursos Naturais. No caso do SIG específico

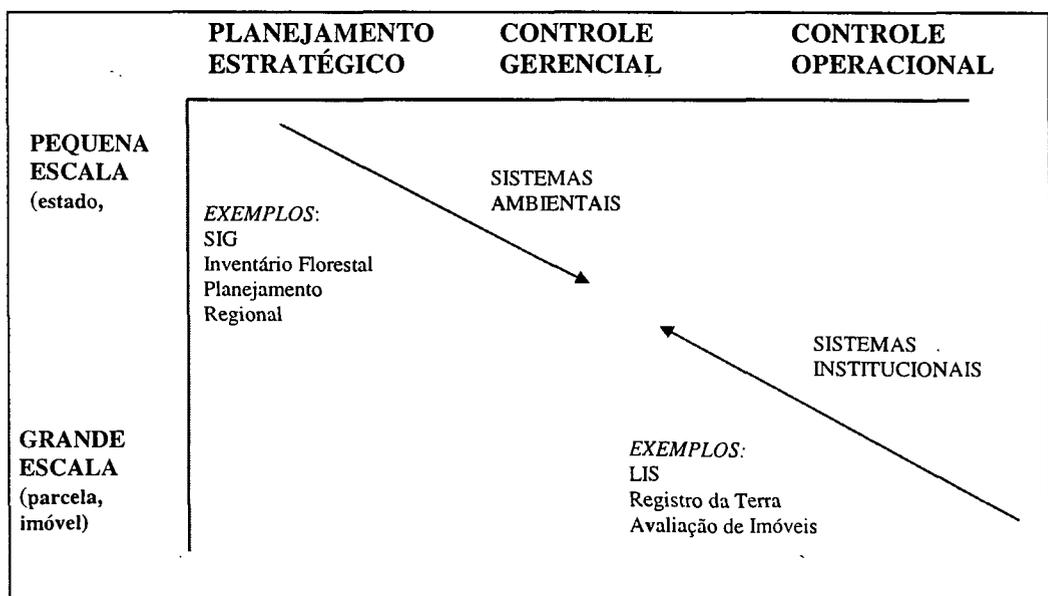
para cadastro, muitos usam o termo *LIS (Land Information Systems)* ou em alguns casos *MPC (Multipurpose Cadastre)*. Este sistema é um instrumento para a tomada de decisões econômicas e administrativas, no planejamento e no desenvolvimento. É formado por uma base de dados sobre propriedades referenciadas espacialmente e apresenta procedimentos e técnicas para coleta, atualização, processamento e distribuição sistemática dos dados (TEIXEIRA et al, 1995).

Ainda segundo o mesmo autor, o sistema integra dados com informações de uso da terra, valor e distribuição dos recursos naturais e culturais. Geralmente é mantido e administrado por uma unidade governamental, legalmente responsável pela manutenção de cadastros sob sua jurisdição. Também é usado por empresas que buscam informações sobre características ambientais e recursos naturais.

Em um LIS a informação é organizada em torno da parcela cadastral, normalmente a propriedade (imóvel). A partir daí, o LIS pode ser operado mono ou multifuncionalmente (figura 4.3), em várias esferas organizacionais, como:

- a) *nível estratégico*: foco em objetivos organizacionais e recursos aplicados a nível de planejamento global do sistema;
- b) *nível gerencial*: concentra-se na otimização do uso dos recursos empregados e na obtenção dos objetivos propostos;
- c) *operacional*: visa eficácia e eficiência na realização de tarefas.

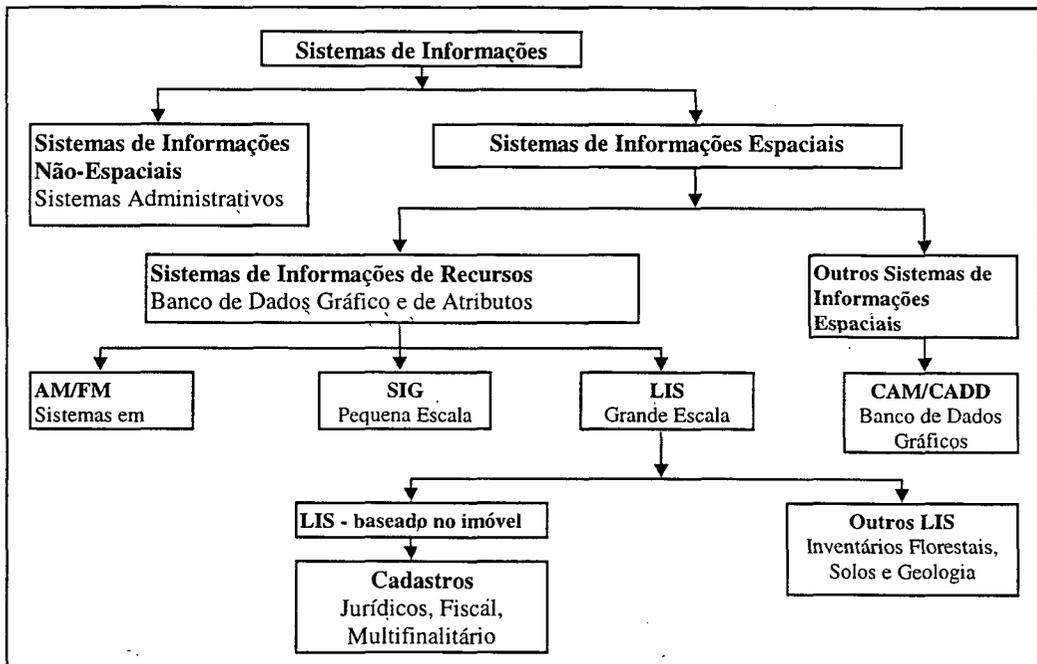
**Figura 4.3 - Sistemas ambiental e institucional. Fonte: Dale & McLaughlin in Renúncio, 1995.**



A Figura 4.3 mostra a diferença básica entre SIG e LIS, qual seja, a escala geográfica em que atuam. Ao LIS, com foco no imóvel, cabe atuação em grandes escalas, próprias do mapeamento cadastral imobiliário; o SIG procura esferas mais ligadas ao planejamento estratégico e tático a nível regional e elaboração de grandes inventários em uma grande amplitude territorial, mas com escalas menores. Em geral LIS é mais detalhado, completo e aberto ao escrutínio público (RENÚNCIO, 1995).

O diagrama da Figura 4.4 traz uma síntese dos principais sistemas de informação e suas áreas de atuação (DALE & MCLAUGHLIN, *in* Renúncio, 1995):

**Figura 4.4** - Divisão dos sistemas de informações. Fonte: Dale & McLaughlin *in* Renúncio, 1995.



## 4.10 REPRESENTAÇÃO GRÁFICA EM SIG

### 4.10.1 Topologia: pontos, linhas e polígonos

Os sistemas SIG combinam mapeamento digital (CAM) e o processamento de imagens com gerenciamento de banco de dados e análises estatísticas, apresentando-se como uma ferramenta poderosa que pode ser usada para analisar dados espaciais, ou seja, analisar informações com dimensão espacial (KORTE, 1992).

Ainda segundo o mesmo autor, a utilização do que se convencionou denominar *topologia* pelo SIG, permite que dados sejam tratados além da simples descrição de localização e geometria a que limitava-se nos sistemas AM/FM. Agora descreve-se como os atributos lineares são conectados, como as áreas são delimitadas e suas relações de contigüidade.

A estrutura topológica consiste de uma forma de organização de dados que descreve as relações espaciais de adjacência e conectividade entre feições representativas de um ou mais temas. Com isso, cada feição mapeada passa a conter informações sobre seu relacionamento geográfico com outras feições. Estrutura topológica inclui o mapa de nodos, segmentos de linhas e polígonos (TEOTIA, 1993).

Todo fenômeno geográfico pode, em princípio, ser representado por um ponto, linha ou área, com um rótulo que o descreve<sup>4</sup>. Os dados geográficos podem ser classificados em tres conceitos topológicos básicos, (KORTE, 1992):

- a) **Nós (pontos)** - representam os pontos de intersecção inicial e final dos arcos, cada qual sendo único, numerado e posicionado segundo um par de coordenadas X,Y; entidades do tipo "Ponto" englobam todas as informações geográficas e gráficas que podem ser posicionadas por um simples par de coordenadas X,Y. Além das coordenadas X,Y outros dados podem ser armazenados, indicando que tipo de *ponto* se está representando, bem como as demais informações constantes em um banco de dados sobre aquele ponto (p.ex., um ponto representando a sede de um município poderá conter todos os dados censitários daquele município).
- b) **Arcos** - possuem também numeração única, sendo geometricamente descritos através de uma série de pares coordenados. Completando a definição de cada arco, esses são também codificados com o número de seu nó inicial e final. **Redes** - em sua forma simplificada, linhas não possuem nenhuma característica de conectividade espacial, o que é

---

<sup>4</sup>Um poço de água potável, pode ser representado por uma entidade ponto, consistindo de um par de coordenadas (XY) e um rótulo "Poço de Água Potável (artesiano)"; uma seção de um túnel pode ser representada por uma entidade linha, constituindo um par de coordenadas (X,Y) para designar seu início, outro par indicando seu final e o rótulo "Túnel"; um plano de cheia pode ser representado por uma área, mais o rótulo "Plano de Cheia (área de alagamento)". Os rótulos podem ser nomes ou números que possuam sua referência em uma legenda.

fundamental quando trata-se de uma análise de rede de drenagem ou transporte, por exemplo. Para formar uma rede linear, computacionalmente interconectada linha a linha, é necessário que se construam ponteiros dentro da estrutura. A estrutura em ponteiro é normalmente construída com apoio de nós.

- c) **Áreas** - cada área é representada por um único centróide, que é um ponto locado dentro de seu perímetro, com par de coordenadas X,Y conhecido.

Complementando os dados espaciais e geométricos, um SIG também incorpora informações descritivas associadas aos elementos de topologia e provê descrição adicional sobre esses elementos. Esses atributos são colocados normalmente, em um banco de dados em separado ao dados gráficos e posteriormente, enlaçados formando um único tema. Esse último procedimento permite que os sistemas apresentem estrutura aberta, que se economize espaço em mídia e também se agilize a resposta do sistema aos questionamentos do usuário (RENUNCIO, 1995).

Ainda segundo o mesmo autor, SIG é estruturado de maneira a permitir o exame, pesquisa e modelagem de dados descritivos e gráficos simultaneamente, ou seja, um SIG pode responder a uma questão através de relatório ou plotando as respostas em um monitor<sup>5</sup>. Esta é uma capacidade que nem CAM, nem sistemas AM/FM podem prover normalmente, sem programação prévia.

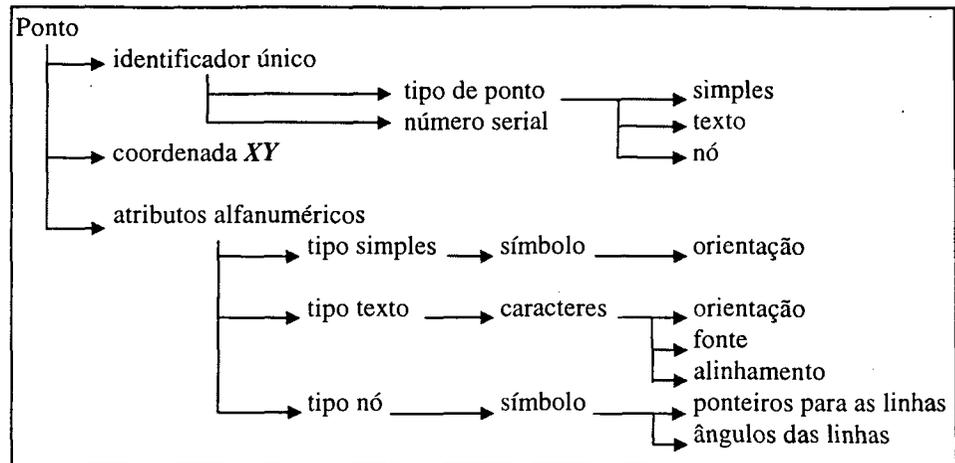
O computador deve ser programado exatamente como as questões devem ser manipuladas e mostradas (figura 4.5).

Essencialmente, existem dois caminhos contrastantes mas complementares, de se representar dados espaciais no computador, aos quais (BURROUGH in Renúncio, 1995) refere-se como modo explícito (*RASTER*) e implícito (*VECTOR*) de descrever entidades espaciais.

---

<sup>5</sup> O usuário pode questionar, por exemplo, onde localizam-se lotes a Leste de determinada coordenada, menores do que 1.000 m<sup>2</sup> e classificados como de uso residencial.

Figura 4.5 - Representação de pontos pela estrutura vetorial. Fonte: Teotia, 1993.



#### 4.10.2 ESTRUTURAS VETORIAIS (*Vector*)

O modo mais comum de se representar dados espaciais tem sido o vetorial. A Cartografia baseou-se no uso de linhas para representar entidades como rodovias e para definir bordas entre diferentes entidades espaciais, como terra e água. Levantamentos e técnicas de elaboração de mapas tem sua base em princípios de geometria e trigonometria, os quais empregam vetores. Nessa estrutura, linhas são infinitamente estreitas e não aumentam de largura quando uma área é eletronicamente ampliada. Três formas principais de entidades geográficas são encontradas para o formato *VECTOR* de representação gráfica: **pontos** (semelhantes a células em *RASTER*), **linhas e áreas** formam um conjunto de coordenadas interconectadas, que podem ser relacionados a determinados atributos.

A estrutura vetorial baseia-se em elementos pontos, cujas localizações são conhecidas em uma precisão arbitrária, diferenciando-se da matricial a qual foi previamente descrita. Na descrição dos dados espaciais, baseados em vetores, supõe-se que um elemento possa ser localizado em qualquer local, sem obrigação como no modelo matricial.

A representação vetorial de um elemento é uma tentativa de reproduzi-lo o mais exatamente possível.

Em uma estrutura do tipo *VECTOR*, os dados são digitalizados através de uma interface gráfica interativa, sendo posteriormente transformados em informações numéricas (basicamente, coordenadas X,Y e atributos de topologia). Neste ambiente o

espaço bidimensional é assumido como contínuo, permitindo representações muito precisas da localização, comprimentos, distâncias e áreas (RENÚNCIO, 1995).

Os métodos vetoriais assumem que as coordenadas dos pontos são matematicamente exatas.

Pode-se citar algumas vantagens da estrutura vetorial, tais como boa representação de linhas e polígonos; alta resolução e precisão; estrutura compacta; melhor descrição topológica; representação de linhas complexas com mínimas qualidades de informações, entre outras.

As desvantagens também são encontradas nessa estrutura, como estrutura e combinação de *layers* complexa, impossibilidade de filtragem nos polígonos, entre outras.

#### 4.10.3 ESTRUTURAS MATRICIAS (*Raster*)

A divisão do espaço nessa estrutura é obtida através de uma grade de células que representa uma porção retangular da superfície terrestre. Estas células, também chamadas de *pixels*, geralmente possuem dimensões verticais e horizontais iguais, que definem a resolução da área abrangida no terreno por cada célula. Pode-se dizer que ocorre um processo de generalização onde os vários elementos que constroem uma célula, deixam de ser individualizados. A relação espacial entre células é implícita em função das coordenadas da matriz, pois dada a linha e a coluna que localizam um elemento, pode-se facilmente localizá-la e efetuar análise simples como vizinhança, distância, etc.

Na estrutura *RASTER*, pontos são representados por células; linhas por um conjunto de células adjacentes com determinada direção; e áreas são aglomerados de células vizinhas com atributos de classe semelhantes. Também vem da estrutura *RASTER* o conceito de *overlay*, pois o fato de poder representar apenas um atributo de topologia por vez, faz com que modelos da realidade sejam armazenados na forma de um conjunto de matrizes cartesianas (*overlays*). Ao contrário da representação vetorial (contínua), o modelo *RASTER* ao representar a superfície da terra em porções retangulares tem sua resolução e grau de acurácia, dependentes das dimensões das células, menores unidades na estrutura em grade. Quanto menor o tamanho da grade,

maior a acurácia e também o volume de dados necessário para se determinar uma área (RENÚNCIO, 1995).

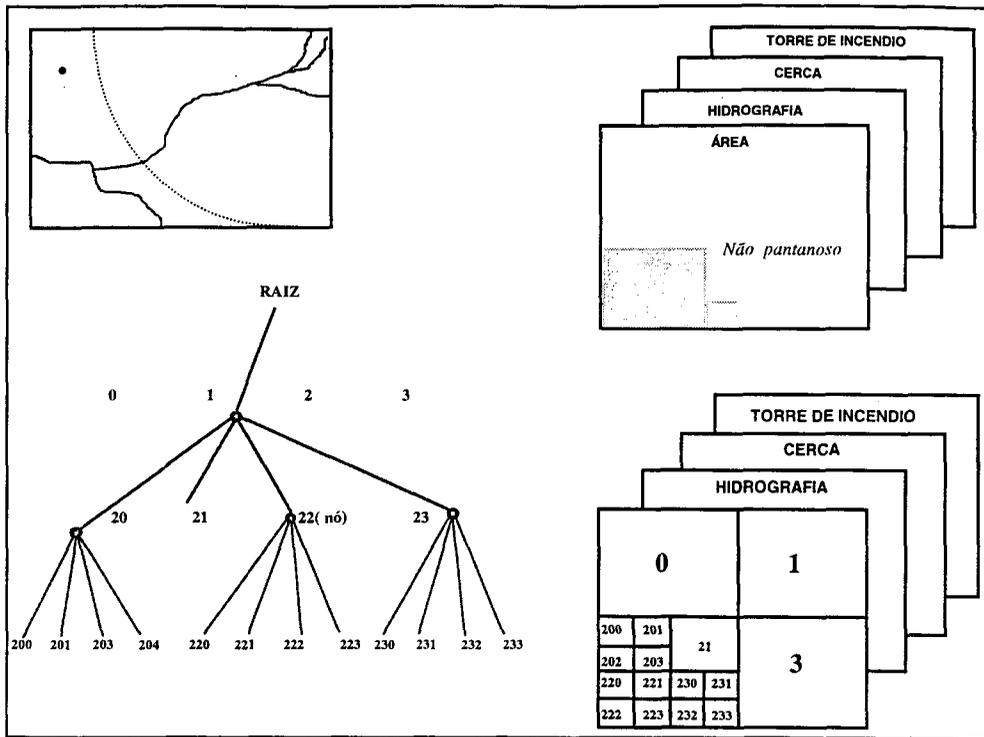
Pode-se citar algumas vantagens da estrutura matricial, tais como a facilidade de implementação de entrada de dados; modelo matricial simples; facilidade em análises espaciais; custo relativamente baixo; facilidade de técnicas de compactação para armazenamento de dados, entre outras.

Como desvantagens encontradas, citam-se a ineficiência na realização de análises espaciais complexas; descontinuidade nos valores dos *pixels* nas fronteiras entre feições, baixo desempenho em aplicações com elevada resolução, entre outras.

#### **4.10.4 QUADTREE: estrutura hierárquica de armazenamento de dados espaciais**

O termo “*Quadtree*” é utilizado para descrever um grupo de estruturas de dados hierárquicos indicando que um processo de (de...)composição é aplicado para reduzir o volume de dados de um determinado nível temático. A técnica mais comum é chamada de “*região quadtree*”, baseada no particionamento sucessivo de um nível do mapa em quatro quadrantes idênticos (figura 4.6). As camadas dos mapas são progressivamente subdivididos em quadrantes cada vez menores até que cada quadrante reflita apenas um tipo de cobertura (INTERA TYDAC; BURROUGH; e STUART *in* Renúncio, 1995).

Figura 4.6 - Estrutura quadtree. Fonte: Intera Tydac in Renúncio, 1995



#### 4.11 BANCOS DE DADOS

O desenvolvimento de um banco de dados geo-referenciado e codificado é de fundamental importância para a implantação de sistemas de geoprocessamento integrado, compondo-se por dois elementos básicos:

- a) uma planta de referência; e,
- b) tabelas com codificação de eventos e entidades.

A planta de referência é o nível básico do sistema. A partir dela, são desenvolvidos os níveis temático e/ou secundário de dados. Deve apresentar acurácia cartográfica, possibilitando a localização de todos os eventos no espaço geográfico.

As tabelas de codificação permitem a ligação entre as informações gráficas e alfanuméricas das diversas bases de dados, p.ex., uma determinada propriedade na base de dados gráfica deve possuir um codificador único que a identifique, permitindo o desenvolvimento de relacionamentos entre a informação gráfica e alfanumérica.

Muitas análises desenvolvidas em ambientes SIG necessitam parâmetros oriundos de diversos domínios de conhecimento sobre os objetos geográficos,

entretanto, geralmente as informações encontram-se dispersas em ambientes SIG diversos e independentes. Do ponto de vista do Banco de Dados essas bases são normalmente heterogêneas e distribuídas. O desenvolvimento de Banco de Dados em ambientes de *Multi Base* ou *Multidatabase (MB)*, utilizando técnicas para integrar *a posteriori* várias bases de dados e fazê-las operarem umas com as outras, comportando-se como se fossem parte de uma única base de dados, busca minimizar esses problemas que dificultam a interoperabilidade entre bases de dados (FERRARI, 1996).

#### 4.11.1 Modelos de Organização de Dados

Se destinam a descrever a estrutura de um banco de dados, apresentando um nível de abstração mais próximas da estruturas físicas de armazenamento de dados. Uma característica dos modelos é a sua inflexibilidade, forçando a adequar a realidade à sua estrutura proposta. Exemplos desse tipo são o modelo hierárquico, de redes e relacional, os quais são implementados diretamente nos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados - SGBD (BORGES & FONSECA, 1996):

##### *a) Modelo Hierárquico:*

Nesta estrutura existe mais do que um tipo registro de na base de dados. O registro principal pode ser denominado como 'Pai', podendo ser associado com um número ilimitado de 'filhos' (registros detalhados) associados inteiramente por ponteiros. Também os registros detalhados poderão ter entre eles 'filhos' associados com ponteiros adicionais, formando um terceiro nível de associação. A característica desta estrutura é que cada registro tem uma associação em um nível acima.

A vantagem é permitir um conjunto múltiplo de combinações dos atributos a serem associados com qualquer registro dado, não armazenando dados repetitivos.

A estrutura hierárquica de entidades poderá ser definida através do uso das funções abstratas como os operadores relacionais entre a entidade e o grupo de entidades. Estes operadores poderão variar de acordo com o tipo e a natureza da entidade específica envolvida. Finalmente, constituirá a taxonomia dos objetos geográficos com respeito a um dado contexto (PEUQUET, 1988).

*b) Modelo em Rede:*

O objetivo desse modelo é separar a estrutura de dados de seu armazenamento físico, eliminando a duplicação de dados, o que implica em erros e custos. Quando o registro 'filho' (detalhado) for associado com mais do que um registro 'pai', a estrutura é definida com uma rede, sendo estabelecida pelo uso de ponteiros os quais unem registros entre os arquivos relacionados.

O modelo de rede tem maior flexibilidade do que o modelo hierárquico na manipulação de relacionamentos espaciais complexos.

*c) Modelo Relacional:*

Este modelo permite relacionar registros de diferentes arquivos a serem associados com cada outro registro, sem usar ponteiros ou chaves para representar a união ou combinação entre os arquivos, reduzindo a sua complexidade, pois permite a união lógica dos valores de dados em campos comuns entre os arquivos, estabelecendo a associação. Assim, a base de dados relacional consiste de uma série de arquivos que são denominados de relações ou tabelas. Sem chaves e ponteiros para gerenciar, novos relacionamentos entre os campos da tabela podem ser criados rapidamente pelo usuário.

O desenvolvimento de base de dados distribuídas em um DBMS relacional consiste em níveis de dificuldades (SCHUCK, 1997):

- a) *Separação de Tabelas* - separação do conjunto de tabelas que forma uma base de dados em dois ou mais conjuntos estabelecidos em computadores diferentes (até mesmo separados por longas distâncias) e solução de baixa complexidade. Esta solução permite, por exemplo, o estabelecimento de um mapa base digital a que muitos usuários tenham acesso, mas que permanece armazenada em apenas um local, sendo parte integral das bases de dados os usuários;
- b) *Separação Vertical de Tabelas* - permite a computadores diferentes armazenar partes de tabelas representando atributos relacionados. Por exemplo, um banco de dados contém nomes e endereços de parcelas e outro contém seus valores e áreas. Os usuários não sabem que os dados estão armazenados em dois bancos de dados relacionais separados;

c) *Separação Horizontal de Tabelas* - a tabela se divide horizontalmente e os mesmos tipos de atributos estão arquivados em dois ou mais bancos de dados. Por exemplo, a concessionária de abastecimento de água tem dados sobre uma certa cidade em um banco de dados e de outra cidade em um segundo banco de dados, mas pode analisar dados das duas concessionárias com apenas uma operação sobre um banco de dados.

Um banco de dados distribuído para uso geral na empresa (*enterprise database*) e ao mesmo tempo poder usá-lo para Geoprocessamento distribuído é de importância fundamental.

#### 4.11.2 Modelos de Dados Semânticos

Os modelos de dados semânticos são mais adequados para capturar a semântica dos dados e conseqüentemente, para modelar e especificar propriedades reais e imaginadas. Destinam-se a descrever a estrutura de um banco de dados em um nível de abstração independente dos aspectos de implementação. Como exemplos deste tipo de modelo citam-se o 'modelo entidade-relacionamento, o modelo funcional, o modelo binário e o modelo orientado a objetos', este último em destaque (BORGES & FONSECA, 1996).

Ainda segundo os autores acima, neste modelo todas as entidades conceituais são modeladas como objetos. Um objeto representa uma única entidade, e descreve tanto seus atributos quanto seu comportamento. Cada objeto pertence a uma classe. A classe define uma estrutura e um conjunto de operações que são comuns a um grupo de objetos. 'Instância' são objetos individuais de uma determinada classe. Um objeto funciona como uma estrutura de dados complexa, que é capaz de armazenar todos os seus dados, juntamente com informações sobre os procedimentos necessários para sua própria criação, destruição e manipulação.

O 'encapsulamento' separa do usuário detalhes da estrutura interna do objeto. Com o encapsulamento, a manipulação dos dados de um objeto só é possível usando o conjunto de funções pré-definidas. A definição interna da estrutura de dados pode mudar, sem alterar a percepção que o usuário tem do dado (EDELSTEIN, 1991).

Classes de objetos são freqüentemente definidas hierarquicamente e fazem uso de um dos conceitos mais importantes em orientação a objetos: herança. É possível definir classes de forma abrangente, contendo a estrutura de um tipo genérico de objeto, e então especializar em subclasses. Cada subclasse herda todas as propriedades da classe superior, e pode acrescentar suas próprias características. Outra característica importante é o 'poliformismo'. Trata-se da possibilidade de um programa utilizar objetos pertencentes a diferentes classes de forma transparente, pela interpretação das suas características durante o processamento (BORGES & FONSECA, 1996).

#### **4.11.3 Modelos de Dados Orientado a Objetos**

Uma estrutura de Dados Orientado a Objetos tem sua concepção construída em quatro abstrações básicas: classificação, generalização, associação e agregação (EGENHOFER et al, 1989).

Cada classe é operacionalizada por um conjunto de processos para a criação, edição, interrogação e detecção de objetos daquela classe. A generalização permite classificar cada classe em sub e superclasse.

Pode-se citar algumas vantagens desta estrutura, tais como o relacionamento inerente entre as classes; redução da duplicação de dados e conservação da consistência das bases de dados; facilidade de divisão de objetos complexos para objetos simples. Uma desvantagem é a complexidade da criação da base de dados se comparada à estrutura relacional.

#### **4.11.4 Componentes da qualidade dos dados**

Nove componentes afetam a qualidade dos dados em um SIG (ARONOFF, 1990) :

- 1) *Precisão Posicional* - Consiste no desvio esperado na representação geográfica de um objeto em um mapa, em relação à sua real posição no solo. É normalmente mensurada pelo índice RMS (*Root Mean Square*);

- 2) *Precisão de Atributo* - Diz respeito à representação de determinado tema em categorias, que podem constituir-se de variáveis discretas (número finito de classes) ou contínuas (número infinito de classes). A forma como tais categorias são definidas pode levar a erros na representação;
- 3) *Consistência* - Refere-se à consistência na representação de feições. Um exemplo prático é o mapeamento das linhas limites de florestas que limitam-se à rodovias: não se deve traçar tais limites ora pelo centro da rodovia, ora pela sua borda; um critério único deve ser definido;
- 4) *Resolução* - O modo como SIGs tornam possível a visualização de dados, faz com que se pense que podem ser tratados sem limites de escalas. Entretanto, a manipulação de dados e a sua impressão deve sempre levar em conta o modo como foram obtidos e a escala apropriada de seu manuseio. Por exemplo, um mapa digitalizado na escala 1:500.000 não pode ser impresso na escala 1:50.000 sem que vários erros na representação dos dados sejam cometidos;
- 5) *Abrangência* - A qualidade dos dados pode também ser afetada pela abrangência do conjunto disponível de dados, esquema de classificação e verificação efetuada na produção do dado. A abrangência do conjunto disponível de dados diz respeito ao conjunto de dados existentes para que se represente a área de interesse;
- 6) *Tempo* - A idade dos dados pode ser um fator determinante na sua validade para os fins propostos;
- 7) *Linhagem* - Consiste no histórico da produção de determinado dado, relacionando fatores como escala, data, quem coletou, etc.;
- 8) *Acesso* - O acesso à informações muitas vezes pode ser restrito por motivos estratégicos públicos ou privados;
- 9) *Custos diretos e indiretos* - Limitações no orçamento ou o desconhecimento dos custos envolvidos na coleta e transformação dos dados podem limitar também a qualidade final dos dados.

O NCDCDS (*National Committee for Digital Cartographic Data Standards*) desenvolveu padrões usados para descrever a precisão dos dados digitais:

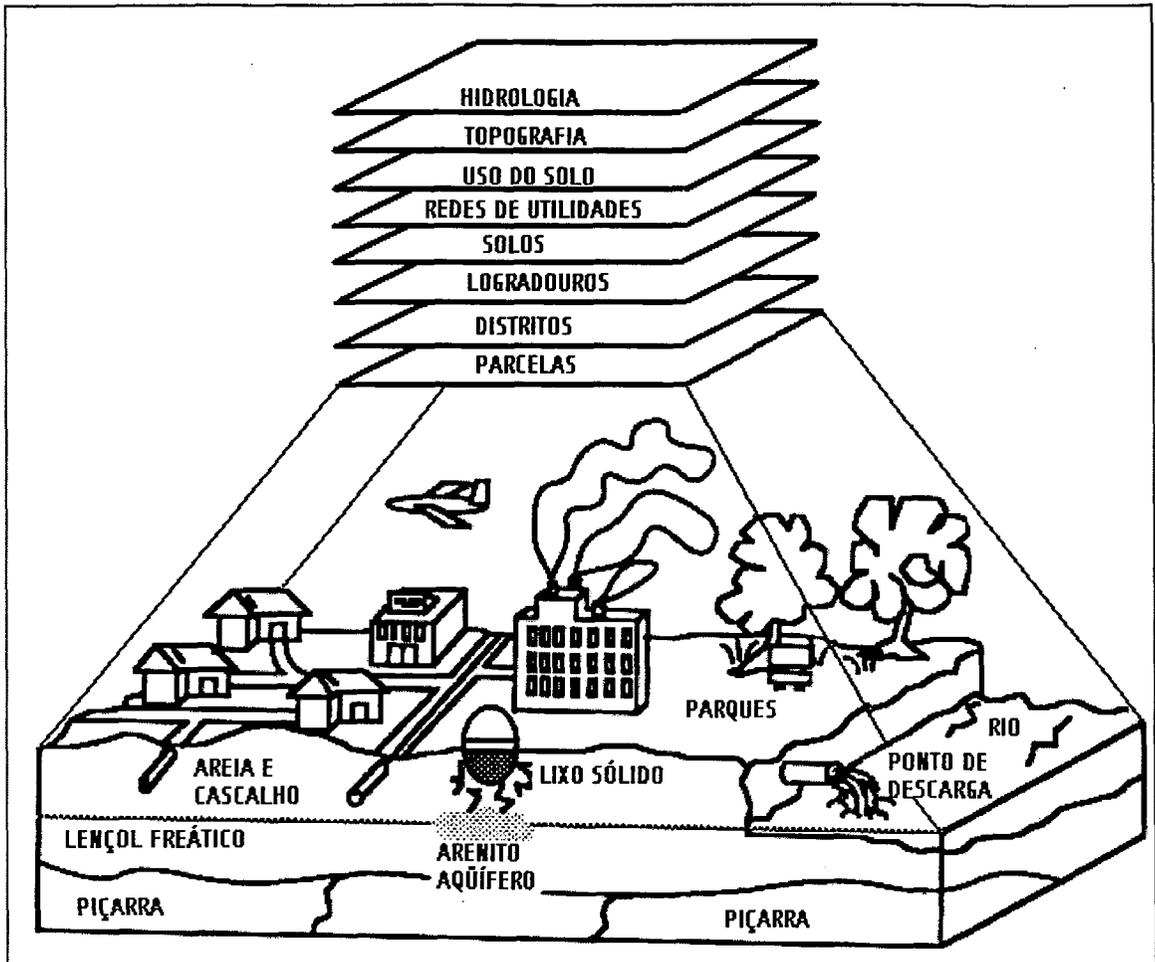
- *Precisão Posicional* - definida como a proximidade da informação localizacional (coordenadas) com a posição verdadeira.
- *Precisão dos Atributos* - definida como a proximidade dos valores dos atributos com seu valor verdadeiro. Deve ser analisada de diferentes modos e depende da natureza dos dados.
- *Consistência Lógica* - a consistência da estrutura de dados diz respeito à consistência da topologia, dependente da existência de polígonos bem escolhidos e definidos e de nós na intersecção dos arcos.
- *Antecedentes dos registros e operações da fonte de dados* - conhecimento da técnica de digitalização, da idade dos dados e quais as etapas do processamento.

#### **4.11.5 Modelo Conceitual da Base de Dados Geográficos**

O gerenciamento de dados é uma atividade fundamental no uso da tecnologia de SIG. Um modelo conceitual da Base de Dados Geográficos deve ser concebida dentro de padrões estabelecidos e linhas de aplicações definidas (para a entidade e atributos), sem duplicação e redundância de dados, aplicando-se os conceitos de metadados e modelo conceitual. Este modelo especifica o conteúdo da base de dados (semântica) e a estrutura de metadados para aqueles dados. A interpretação semântica envolve uma descrição dos tipos de dados existentes, especificando as classes de entidades e atributos e seus relacionamentos.

O modelo metabanco de dados baseia-se em camadas (*layer-based*, ou *overlay*), (figura 4.7), separando os temas individuais em conjuntos registrados em níveis.

Figura 4.7 - O mundo real representado em um número de níveis de dados selecionados.  
 Fonte: *Understanding GIS-The ARC/INFO Method*, 1990.



Instituições nacionais que lidam com dados geográficos, na condição de geradoras destes dados ou de usuária deles, já sentiram a necessidade de se estabelecer, de forma organizada e prática, padrões de conteúdo para *metadados geoespaciais digitais* (em outras palavras, dados sobre dados a partir de um dicionário digital de dados) (RIBEIRO, 1996).

Ainda segundo o mesmo autor, um aspecto muito importante para o desenvolvimento de bases de dados de utilização por diversos grupos de usuários, com múltiplos interesses, é a documentação de seu conteúdo. Sem documentação apropriada torna-se difícil para os usuários localizar os dados necessários para suas aplicações, bem como entender seu significado. Uma vez encontrados os dados, normalmente é necessário conhecer como foram coletados e que acurácias possuem. As descrições destes dados armazenados são comumente denominadas *metadados*. O propósito para o

estabelecimento destes padrões é fornecer terminologia e definições comuns para conceitos relacionados a estes metadados geoespaciais.

A razão principal para a documentação destes dados é a manutenção dos investimentos das organizações em seus dados geoespaciais, as quais, frequentemente, com o decorrer do tempo, ficam sujeitas a superposição de esforços de coleta e manutenção de seus dados, vulneráveis a problemas de inconsistências e, principalmente, pagarão um alto custo pelo não uso ou uso impróprio desta informação (RIBEIRO, 1996).

#### 4.11.6 Modelagem de Dados Geográficos

O sucesso da implementação em computador de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) é dependente da qualidade da transposição de objetos do mundo real e suas interações, para uma base de dados informatizada (DAVIS Jr., 1994).

A modelagem de dados surge como uma ferramenta conceitual para o auxílio na organização, formalização e na padronização da representação de objetos do mundo real, sendo portanto, um conjunto de conceitos usados para descrever a estrutura de um banco de dados.

O universo a ser modelado para aplicações de geoprocessamento integram os mais diferentes tipos de dados provenientes de diversas fontes como mapas, imagens de satélites, cadastros. A convivência de objetos 'localizáveis' ou seja, que possuem uma localização espacial e os 'não-localizáveis' é muito comum. As técnicas tradicionais de modelagem de dados não são adequadas ao tratamento de dados geográficos.

Um modelo de dados geográficos deve ser capaz de (BORGES & FONSECA, 1996):

- representar os diferentes tipos de dados (ponto, linha, área, imagem, modelo digital de terreno, alfanumérico);
- suportar relacionamentos espaciais de rede, hierárquicos e relacionais;
- ser independente da implementação;
- tratar dentro do mesmo modelo, os dados com representação gráfica e os alfanuméricos juntamente com seus relacionamentos; e

- representar a forma gráfica dos objetos, de forma a distinguir no modelo, os objetos que são espaciais e os que são alfanuméricos. Isso facilita a visualização e o entendimento do universo modelado.

#### 4.11.7 Bancos de Dados Corporativos

Para um sistema de gerenciamento de bancos de dados relacionais, necessitam-se tres aspectos mínimos (SCHUCH, 1997):

- Distribuição de tabelas:* Distribuição de todas as tabelas em um grupo interconectado de plataformas diferentes é o primeiro passo, permitindo acessar todos os dados a partir de uma plataforma de forma clara ao usuário (ele não precisa saber e nem se preocupar onde os dados estão);
- Distribuição de colunas de tabelas:* Distribuição de colunas de qualquer tabela em grupo interconectado de plataformas diferentes, permite acessar todos os dados a partir de uma plataforma de forma clara. Por exemplo, cliente (nome, número da conta histórico de pagamento) e dados de facilidades (histórico de chamadas de problemas) podem ser armazenados a quilômetros do servidor mas estão armazenados na mesma tabela do sistema de gerenciamento de bancos de dados relacionais, de forma clara;
- Distribuição de porções de tabelas:* . Pode ser um aspecto difícil. Permite divisão de uma tabela, uma parte em um lugar e outra em outro. Por exemplo, dados de uma central de linhas telefônicas armazenadas localmente no escritório central e dados de outra central de linhas em outro, mas o escritório central pode acessar todos os dados de forma clara como se tudo estivesse em uma tabela com os mesmos atributos.

#### 4.12 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DE SIG

À medida em que são realizados projetos de maior porte e cresce a experiência das equipes multidisciplinares e a importância do Geoprocessamento nas

organizações, a ênfase passa para a construção e manutenção de grandes bases de dados espaciais. Numa visão retrospectiva e prospectiva sobre a tecnologia de SIG, consideram-se tres gerações de sistemas (CÂMARA & FREITAS, 1995):

- Primeira Geração

Iniciada na década de 80, caracteriza-se por sistemas herdeiros da tradição de cartografia automatizada. O suporte de banco de dados é limitado (alguns podem operar com SGBD tabulares) e o paradigma típico de trabalho é o mapa, chamado 'cobertura' ou 'plano de informação'. É usada principalmente em projetos isolados; os levantamentos de inventário, na maioria das vezes, não tem a preocupação de gerar arquivos digitais de dados.

*Tecnologia:* Enfatizam o aspecto do mapeamento e procuram criar um ambiente de trabalho de rápido aprendizado. Após definir a área de trabalho e a projeção cartográfica a ser usada, o sistema já permite a entrada de dados, assemelhando-se assim a ambientes de CAD. Por força da concepção, tais ambientes não possuem suporte adequado para construir grandes bases de dados espaciais, destacando-se um problema, em especial, que não pode ser atendido por esses sistemas: a manutenção da identidade dos objetos geográficos entre projetos de um mesmo banco de dados que cobrem áreas geográficas distintas.

*Utilização:* O primeiro e natural uso dos SIGs na maioria das organizações é como ferramenta para produção de mapeamento básico. Tanto na montagem de mapas de cadastro de lotes de um município, como no monitoramento do desflorestamento da Mata Atlântica, este tipo de trabalho gera mapas temáticos ou cadastros, geralmente inéditos.

- Segunda Geração

Chegou ao mercado no início da década de 90. São sistemas concebidos para uso em conjunto, em ambientes cliente-servidor. Usualmente, funcionam acoplados a gerenciadores de banco de dados relacionais (como *Oracle* e *Ingres*) e incluem pacotes adicionais para processamento de imagens.

*Tecnologia:* Foram pensados para dar suporte, total ou parcial, a ambientes cliente-servidor mantendo a continuidade de informações entre mapas contíguos. Operam normalmente em conjunto com um gerenciador de banco de dados

relacional, que armazena as informações descritivas sobre os objetos geográficos. Apresentam ainda linguagens de consulta, manipulação e representação de objetos espaciais de grande poder expressivo. As linguagens de consulta são baseadas em SQL (*Structured Query Language*) e a manipulação de dados geográficos é baseada em álgebra de mapas (CÂMARA *et al.*, 1995).

Em aplicações como redes elétricas ou telefônicas, a gerência de dados é ainda mais sofisticada e inclui técnicas de controle de transações que isolam uma parte do banco de dados para trabalho localizado (*check-in, check-out ou versioning*) e de integridade (armazenamento de dados nos 'campos longos' dos banco de dados).

Para aplicações em meio-ambiente e cadastro, é imprescindível dispor de funções para o processamento de imagens geradas por satélites e aviões. Alguns sistemas dessa geração integram imagens e dados temáticos de forma bastante adequada.

*Utilização:* Apesar dos grandes benefícios do ambiente cliente-servidor para as aplicações do Geoprocessamento, seu uso efetivo ainda é restrito no Brasil. As principais razões são de ordem institucional e financeira.

Um excelente exemplo do uso de SIG em ambiente cliente-servidor é o sistema SAGRE, desenvolvido pelo CPqD/Telebrás. A partir do suporte oferecido por um SIG (*Vision*) e por um SGBD com campos longos (*Oracle*), foram construídas facilidades para operação e gerenciamento de redes telefônicas. Estes ambientes estão sendo instalados em todas as concessionárias de telefonia do Brasil.

- Terceira Geração

Pode-se prever seu aparecimento para o final do milênio. Será herdeira do enorme interesse dos usuários em redes locais e remota de computadores, e no uso da WWW - *World Wide Web*. O crescimento dos bancos de dados espaciais e a necessidade de compartilhamento com outras instituições requerem tecnologia como banco de dados distribuídos e federativos (*enterprise database*). Os sistemas deverão seguir os requisitos de interoperabilidade para permitir o acesso de informações espaciais por SIGs distintos.

O Quadro 4.1 mostra a evolução da tecnologia SIG nas últimas duas décadas:

**Quadro 4.1 - Evolução da tecnologia de SIG. Fonte: Câmara & Borges, 1995.**

<b>EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA 'SIG'</b>				
<b>GERAÇÃO</b>	<b>TECNOLOGIA</b>	<b>USO PRINCIPAL</b>	<b>AMBIENTE</b>	<b>SISTEMAS</b>
1ª 1983-90	CAD Cartografia	Desenho de Mapas	Projetos Isolados	Pacotes Separados
2ª 1990-97	Bdados, Imagens	Análise Espacial	Cliente- Servidor	Software Integrado
3ª 1997- ...	Sistemas Distribuídos	Centro de Dados	WWW	Multi-Servidor Interoperabilidade

#### 4.12.1 Requisitos para a Próxima Geração

A maior parte dos sistemas comerciais é capaz de resolver adequadamente os problemas de projetos simples de mapeamento e análise espacial, mesmo em ambientes limitados como microcomputadores. No entanto, com o aguçamento da percepção dos problemas ecológicos, urbanos e ambientais, cresce a necessidade de entender processos de mudança de forma cada vez mais detalhada. O novo paradigma para sistemas de Geoprocessamento no final da década de 90, parte de um grande banco de dados geográficos, podendo conter dados sobre toda uma cidade de grande porte ou sobre uma grande região como a Amazônia, e tem dimensão da ordem de centenas de *Gigabytes*. Os principais requisitos da nova geração de SIG são (CÂMARA & FREITAS, 1995):

- **Definição de Esquema Conceitual**

Num SIG é fundamental a modelagem conceitual da realidade geográfica, permitindo a caracterização dos objetos geográficos e seus relacionamentos. O esquema conceitual e sua representação no computador devem ser separados, para a criação de interfaces próximas ao mundo real e a integração de dados geográficos de fontes distintas. A nova geração de SIG deve permitir ao usuário definir seu esquema conceitual com técnicas típicas de modelagem orientada-a-objetos, permitindo expressar relacionamentos de especialização e agregação.

- **Identidade de Objetos**

O processo de entrada e carga de dados num SIG se dá na prática, a partir de mapas em projeções cartográficas, definindo recortes arbitrários no espaço e podendo

dividir objetos geográficos. Para o caso de grandes bases de dados geográficos, o que se procura é criar um ambiente aonde se possa ter acesso aos objetos, sem estar limitado.

• **Folheamento (*browsing*)**

O folheamento pode ser visto como uma seleção baseada em apontamento: uma interface interativa permite ao usuário percorrer o banco de dados. No caso de Geoprocessamento, o que se faz é apresentar uma visão geral do conteúdo do banco. O usuário pode selecionar objetos na tela e apresentar seus atributos (espaciais ou não) e escolher uma região de interesse para uma análise mais detalhada.

Prover mecanismos de folheamento é importante, pois não se pode supor que o usuário saiba *a priori* quais os tipos de dados disponíveis e como ter acesso a eles. As ferramentas de navegação permitem o acesso aos dados com base em sua localização espacial. Uma seqüência de mapas índices pode ser um mecanismo eficiente de folheamento, com uma possível hierarquia do tipo país-estado-município.

• **Gerência de Transações**

Em Geoprocessamento, o conceito de ‘transação’ tem um significado distinto daquele empregado num ambiente comercial. Uma abordagem inicialmente proposta é a idéia de uma *transação longa*, com as noções de *check-out* e *check-in*.

A extração dos dados de interesse do banco de dados geográfico (*check-out*) envolve a definição da área geográfica de interesse, que deve de preferência, ser escolhida sem delimitação prévia de recobrimento espacial. Os dados da região são copiados para uma área de trabalho separada, onde o usuário pode manipulá-los e depois devolvê-los para o banco (*check-in*). Durante a sessão, a área extraída do banco fica sujeita a um controle de acesso.

• **Linguagem de Consulta e Manipulação**

A atual geração de linguagens de consulta em SIG baseia-se em extensões de linguagem *SQL* com operadores espaciais. Com a falta de padronização na área, cada sistema usa sua própria extensão *SQL*.

Os trabalhos mais recentes nesta área (CÂMARA *et al.*, 1994), indicam a necessidade de combinar as operações de consulta espacial (expressas em *SQL* com extensões) com operações de apresentação e manipulação de dados espaciais.

### • *Ambientes Distribuídos e Federativos*

As indicações tecnológicas e de usuários apontam que o paradigma cliente-servidor será substituído pelo conceito de arquiteturas orientadas a serviços. A idéia é substituir o esquema rígido que concentra todo o processamento de dados e consultas num único servidor, por uma arquitetura flexível e distribuída.

Com o aumento da capacidade computacional das estações de trabalho, a distinção entre os desempenhos dos ambientes cliente e servidor diminuiu bastante. Assim, é importante distribuir o processamento ao longo da rede, para aproveitar todo o potencial dos computadores. No conceito de arquitetura distribuída, o coração é uma 'malha de interoperabilidade' responsável pelo anúncio dos serviços disponíveis na rede e pela comunicação entre clientes e servidores. Este serviço de conexão entre os diversos programas implementa um 'modelo de objetos', uma representação que transcende os limites de um único aplicativo e uma única linguagem, também chamado de *request broker*.

#### 4.12.2 Projeto OpenGIS®

O mercado mundial de Geoprocessamento se desenvolveu sem se preocupar com a necessidade de integração de informações geográficas entre sistemas. Formatos e estruturas de dados incompatíveis tem dificultado a integração de informações geográficas e limitado o uso da tecnologia. O Projeto OpenGIS® (GIS Aberto) começou em 1993, apoiado por órgãos públicos e empresas comerciais que se reuniram para criar e fazer propostas técnicas de um formato aberto para *softwares* de Geoprocessamento. O OGC (OpenGIS Consortium) foi fundado em Agosto de 1994 para, através de uma estrutura formal, desenvolver de fato as especificações técnicas para criar um formato padrão. Agora o OGC gerencia o Projeto OpenGIS®, por consenso de organizações-chave comerciais, acadêmicas e governamentais da comunidade de informações Geográficas. Assim, está criando especificações de estruturas computacionais e interfaces de *softwares* nunca antes pensadas, pré-requisitos necessários para a integração das tecnologias de Geoprocessamento. O OGC instrui a indústria e promove desenvolvimento de associações e parcerias comerciais para atender à exigência do mercado por novos produtos e serviços baseados em geotecnologias. O OGC foi fundado para responder às seguintes necessidades (FATORGIS, 1997):

- Usuários precisam integrar informações geográficas de arquivos de dados heterogêneos cujos formatos incompatíveis e estruturas de dados tem interoperabilidade impossível. Essa barreira tem limitado seriamente o uso da tecnologia;
- A comunidade tem grande necessidade de melhor acesso a fontes de geodados públicos e privados;
- Agenciadores e produtores precisam desenvolver acesso padronizado para especificações de Geoprocessamento;
- A indústria precisa incorporar geodados e recursos de Geoprocessamento em projetos de infra-estrutura nacionais e de informação, para que sejam encontrados e usados facilmente como qualquer outra rede de dados de processamento. Para cumprir esse nível de integração, precisa sincronizar tecnologia do Geoprocessamento com os padrões de informação emergentes baseados em conceitos de sistemas abertos, processamento distribuído e estruturas de componentes compartilhadas;
- O OGC reúne a síntese técnica de GIS, GPS, Imageamento da Terra e bancos de dados espaciais com realidade virtual, multimídia, redes computacionais e aplicações em *desktop* não-espaciais.

O comitê técnico do OGC criou um resumo das especificações, guia detalhado para escrever *softwares* de Geoprocessamento interoperáveis. Para produtos novos essas necessidades devem ser implementadas sobre as plataformas de computação distribuídas aceitas pela indústria, como OLE/COM da Microsoft®, CORBA® do Object Management Group e os padrões 'Java' e 'http' da Internet.

Do ponto de vista dos usuários, esse tipo de cooperação é vantajosa porque enfoca o desenvolvimento de esforços para encontrar soluções a partir de suas próprias necessidades. Com a melhoria da interoperabilidade, usuários não estão mais presos a um só fornecedor. O desenvolvimento de padrões aumenta o número de serviços, utilidades e conveniências oferecidas e novos padrões encorajam comerciantes a diferenciar suas ofertas de produtos para encontrar um novo leque de produtos (FATORGIS, 1997).

O OGC registrou a marca OpenGIS® para compelir empresas comerciais a usar a definição quando estiverem hábeis a colocar selos de autenticidade de acordo

com o nível de acesso de dados e Geoprocessamento Distribuído do produto. A marca OGC em produtos dará aos usuários informações precisas sobre o tipo e grau de interoperabilidade adquiridos (FATORGIS, 1997).

## **5 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES**

### **5.1 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ**

A prefeitura municipal junto com suas secretarias, mantém acervo de um grande volume de informações necessárias para a execução das diversas tarefas administrativas. Os dados alfanuméricos (como o cadastro de contribuintes), na sua maioria, são tratados de forma automatizada. Constata-se, porém, a falta de integração entre as secretarias e a inexistência de uma organização adequada de manutenção e conseqüente dificuldade de acesso e manipulação das informações.

Os dados que exigem expressão gráfica são efetuados manualmente em mapas analógicos. A atualização deste acervo torna-se quase impraticável devido ao crescente aumento de informações a serem complementadas ou modificadas. Uma dificuldade adicional é causada pela descentralização dos mapas, que são distribuídos pelos vários setores responsáveis.

No levantamento de informações realizados na prefeitura, o primeiro passo foi diagnosticar a situação das informações existentes no SISTEMA DE INFORMAÇÕES CADASTRAIS:

- O cadastro do município é considerado como o órgão que manipula as informações para a cobrança imobiliária, através da inscrição do imóvel, seja terreno ou construção, cuja única finalidade é a cobrança do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU);
- A base cartográfica está desatualizada há vários anos, com informações dispersas e duplicadas em várias áreas. Não há homogeneização no formato de armazenamento e atualização, configurando uma situação caótica.

O Sistema de Informações Cadastrais é dividido da seguinte forma:

#### **a) Sistema Cartográfico Cadastral:**

Possui somente plantas e mapas analógicos - que são utilizados diretamente ou enviados para o recadastramento - feitos pelo IPUF (Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis) que efetua grande parte do mapeamento da

Associação dos Municípios da Grande Florianópolis (GRANFPOLIS). Este sistema subdivide-se em:

- ❑ Sistema de Referência Cadastral: as unidades imobiliárias estão codificadas através de registros próprios da prefeitura (por ela especificados), o que possibilita sua localização através de um código único para cada unidade;
- ❑ Zoneamento de Setores Cadastrais: é feito através de setores fiscais identificando os distritos e limites municipais;
- ❑ Cadastro: compõe-se de várias plantas como controle de loteamentos, de referência cadastral (limite real dos setores e nome dos logradouros), plantas de campo (perfil da quadra redesenhado, identificação das ruas e nomes dos logradouros, divisão e número de propriedades e código das inscrições imobiliárias).

**b) Sistema de Informações:**

Possui um conjunto de fichas/boletins cadastrais imobiliários com as informações de cada unidade imobiliária; *software* contendo o registro das informações de cada unidade; cadastro de prestadores de serviços sediados na área urbana; índices remissivos por proprietários e logradouros; emissão de avisos como recibos e fichas financeiras do IPTU e taxas correlatas.

**c) Sistema Administrativo Cadastral:**

Possui os registros dos contribuintes e das unidades imobiliárias cadastradas, planta genérica de valores imobiliários, obtenção de valores unitários e fatores de correção, com o objetivo de cobrança e arrecadação de impostos.

**5.1.1 Secretarias Municipais**

**5.1.1.1 Secretaria Municipal de Planejamento**

Possui somente plantas e mapas analógicos básicos indispensáveis ao planejamento, entretanto, com base cartográfica desatualizada. Utiliza as plantas e mapas do sistema de informação cadastral. Necessita de base cartográfica atualizada.

### **5.1.1.2 Secretaria Municipal de Finanças**

Também utiliza plantas e mapas do sistema de informação cadastral para cobrança de IPTU e taxas correlatas. Necessita de base cartográfica atualizada.

### **5.1.1.3 Outras Secretarias**

As demais secretarias como a *Secretaria Municipal de Obras Públicas*, *Secretaria Municipal de Administração*, *Secretaria Municipal da Saúde*, *Secretaria Municipal de Educação e Cultura*, quando necessitam base cartográfica, utilizam as plantas e mapas do sistema de informação cadastral.

## **5.2 CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS**

### **5.2.1 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A.**

No levantamento de informações realizado para diagnosticar a situação das informações existentes, verificou-se que já existem bases cartográficas digitalizadas para alguns municípios do estado, utilizadas para planejamento, projeto e execução das Redes de Distribuição de Água e Esgoto. Estas bases estão representadas no sistema UTM (*Universal Transversa de Mercator*) e LTM (*Local Transversa de Mercator*). Entretanto, no município de São José, onde se realiza esse trabalho não existe mapeamento digitalizado. As plantas e mapas analógicos de algumas áreas urbanas foram extraviados.

As áreas de cadastro existentes atualmente nessa concessionária, são estanques e pulverizadas, sem normatização, disciplina, tecnologia e pessoal especializado. Apesar da hidrometria chegar a aproximadamente 80% das ligações medidas, as perdas de água continuam elevadas. Dentre os serviços prestados pela empresa, o mais freqüente são as '*ampliações de redes*', autorizadas por várias Unidades de diferentes Diretorias, como a GPR-Gerência de Projetos através dos projetos de ampliações; a GDO-Gerência de Desenvolvimento Operacional através dos '*conhecidos PAR's (Pedidos de Ampliações de Redes)*'; e as Regionais e Filiais diretamente no campo, freqüentemente sem nenhum cadastro. Outro problema diagnosticado é a existência de '*diferentes bases cadastrais*'. A GDC-Gerência de Desenvolvimento Comercial elabora seu cadastro (quadras, setores e ligações), em base

cartográfica diferente daquela que originou o projeto do sistema. Os setores definidos não coincidem com as unidades operacionais e são implantados aleatoriamente. Sobre o 'controle de qualidade da água' que é obrigatório de acordo com a legislação específica e coordenado pelas Regionais, realiza-se através de análises físico-químicas e bacteriológicas. No entanto, transforma-se num problema, pois o intervalo de tempo entre a coleta das amostras e a análise nos laboratórios das Regionais é muito grande, em função das enormes distâncias percorridas sem qualquer definição de rotas econômicas ou otimizadas. Com isso, a coleta de amostras de águas distribuídas para análise, em grande parte das filiais da concessionária, é feita sempre nos mesmos locais e, conseqüentemente a amostra não é representativa (CASAN, 1995).

Apesar das grandes dificuldades, a empresa efetua todas as operações basicamente em dois planos de informação (*layers*), utilizados para gerenciamento de projetos:

*a) Projeto Hidráulico e Sanitário - Esc: 1:10.000*

Contém a base cartográfica, percurso das tubulações, sentidos de fluxo, cotas de terreno, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos. Sua atualização é feita em campo e possui legenda gráfica e alfanumérica. Destina-se à Diretoria de Expansão, para o planejamento das etapas de implantação dos sistemas de distribuição.

*b) Projeto Hidráulico e Sanitário (Planta de Serviço) - Esc: 1:2.000*

Contém a base cartográfica, percurso das tubulações, sentidos de fluxo, cotas de terreno, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos. Possui detalhamento geral e especial (nós). Sua atualização é feita em campo e possui legenda gráfica e alfanumérica. Destina-se à Diretoria de Expansão. Após testada (aproximadamente 6 meses), é enviada à Diretoria de Operações para efetivar o cadastro e a cobranças de taxas.

Está sendo desenvolvido a nível 'estadual' pelas Empresas LYSA-ETEP (LYSA-França e ETEP-Brasil), uma metodologia para o Projeto de Modernização do Setor de Saneamento.

### 5.2.2 CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A

No levantamento de informações realizado para diagnosticar a situação das informações existentes, verificou-se que há base cartográfica restituída em meio digital (somente da cidade de Blumenau-SC, onde se desenvolve um projeto-piloto), utilizada para planejamento, projeto e execução das redes de distribuição.

A base de dados atual da rede de distribuição possui Base Cartográfica analógica, correspondendo há dezenas de pranchas em várias escalas com a representação gráfica da rede elétrica de distribuição, utilizadas para Gerência, Planejamento e Execução.

Os problemas mais comuns diagnosticados acontecem em função da rápida deteriorização da qualidade de fornecimento de energia aos consumidores, como:

- quando da '*explosão do trafo*', a empresa só toma conhecimento se o consumidor telefonar informando o ocorrido, especificando a localização exata através do nome da rua e número da edificação mais próxima;
- a ociosidade da capacidade de transformadores de energia;
- alto índice de avarias nos transformadores;
- grandes perdas elétricas por sobrecarga de transformadores e circuitos;
- lentidão no estudo de manobras na rede;
- dificuldades na gestão dos níveis de tensão, entre outros.

Existem, atualmente, dois tipos de projetos desenvolvidos nos sistemas de distribuição de energia: Sistema de Distribuição da Rede Aérea e Sistema de Distribuição da Rede Subterrânea:

□ *O Sistema de Distribuição da Rede Aérea* utiliza basicamente tres planos de informação (*layers*), todos em escala 1:1.000 como:

a) *Nível Base Cartográfica* contém além dela, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos.

Em alguns municípios, a base cartográfica é restituída ou digitalizada e está representada no sistema *UTM (Universal Transversa de Mercator)*. Sua atualização é feita em campo e não possui legenda gráfica. Destina-se basicamente à Gerência de Distribuição.

b) *Nível Sistema Elétrico* contém todo o cadastro da rede, tais como: posteamento, número do consumidor, transformadores, aterramento, tipo de luminária, etc. Sua atualização é feita em campo, possuindo legenda gráfica e alfanumérica. Destina-se basicamente à Gerência, Planejamento e Execução.

c) *Nível Rota* contém o número da rota, sentido da leitura, logradouro, nome e número da edificação. Está representada no sistema *UTM (Universal Transversa de Mercator)*. Sua atualização é feita em campo e possui legenda gráfica e alfanumérica. Destina-se ao Depto. Comercial para cobranças e Gerência/Planejamento para otimização de rotas.

□ *O Sistema de Distribuição da Rede Subterrânea* utiliza também tres planos de informação (*layers*), sendo a Base Cartográfica e o Sistema de Distribuição em escala 1:250 e a Rota em escala 1:1.000. Possuem legenda gráfica e alfanumérica diferente da Rede Aérea. Estão representados no sistema *UTM (Universal Transversa de Mercator)* e sua atualização é feita em campo. Destinam-se à Gerência, Planejamento e Execução.

Entretanto, na área de estudo não existe atualmente este tipo de sistema. As informações foram levantadas na concessionária central (Florianópolis), que está implantando este sistema de distribuição de energia.

Desenvolve-se a nível 'estadual' o *Projeto Genesis*, que normatizará todas as ações referentes à Gerência, Planejamento e Execução dos projetos propostos.

### **5.2.3 TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina S.A.**

No levantamento de informações realizado para diagnosticar a situação das informações existentes, constatou-se que a mesma possui somente acervo de mapas analógicos, basicamente com quatro (4) planos de informações, os quais servem tanto para planejamento quanto para projeto e execução de serviços em campo. Os cadastros existentes em diversos setores atendem satisfatoriamente suas funções globais, sendo atualizados paulatinamente. A comunicação entre cadastros distintos é difícil, resultando em uma rede de informações complexas, onde os custos de manutenção e atualização do

mapeamento básico são altos e individualizados, os quais são realizados por desenhistas e técnicos. Este processo tem como consequência natural sua desatualização ao longo do tempo, não mais refletindo a realidade de campo, e em algumas situações, tornam-se obsoletos. Os cadastros existentes estão assim definidos:

a) “*Mapa Chave*” - Sua escala é 1:10.000 e serve para identificar divisão de áreas de central, canalização subterrânea existente e projetada, rede primária aérea existente e projetada, armários de distribuição e suas áreas e áreas de tarifas básicas. É usado para Gerenciamento e Planejamento de Redes.

Adaptado dos mapas confeccionados pelas Prefeituras Municipais, com acurácia cartográfica a nível de quadra e sua atualização é efetuada por empreiteiras de mão-de-obra. Possui legenda gráfica e alfanumérica.

b) “*Mapa da Rede Aérea*” - Sua escala usual é 1:1.000 em áreas onde é possível no aglomerado urbano, detalhar áreas de armários e armários, áreas de caixas e caixas, indicações de aterramentos e posteamento. Em áreas urbanas muito densas<sup>1</sup> a escala usada é 1:500.

É adaptado dos mapas confeccionados pelas Prefeituras Municipais, sem acurácia cartográfica e sua atualização é efetuada por empreiteiras de mão-de-obra em função do levantamento da demanda. Possui legenda gráfica e alfanumérica.

c) “*Mapa Chave do Esquema de Cabos Subterrâneos*” - É representado em três escalas distintas: 1:500, 1:1.000 e 1:10.000. Serve para identificação de guaritas, caixas subterrâneas e rotas de cabo primário (rede subterrânea).

É usado para Gerenciamento e Planejamento de Redes. Adaptado dos mapas confeccionados pelas Prefeituras Municipais, com acurácia cartográfica a nível de quadra e sua atualização é efetuada por empreiteiras de mão-de-obra. Possui legenda gráfica e alfanumérica.

---

<sup>1</sup>Áreas onde as unidades comerciais possuem área construída ínfima e eventualmente, mais do que uma linha telefônica.

d) “*Mapa da Canalização Subterrânea*” - Sua escala é 1:1.000 e serve para identificar guaritas e o trajeto das canalizações e eventualmente posição e diâmetro de terceiros.

Adaptado dos mapas confeccionados pelas Prefeituras Municipais, sem acurácia cartográfica - a precisão é dada através da distância entre guaritas, com propósito de dimensionar e quantificar o cabeamento e/ou canalização - e sua atualização é efetuada por empreiteiras de mão-de-obra em função do levantamento da demanda. Possui legenda gráfica e alfanumérica.

Está sendo desenvolvido a nível ‘nacional’ o Projeto SAGRE - (Sistema Automatizado de Gerência de Rede Externa), que normatizará todas as ações referentes à Gerência, Planejamento e Execução dos projetos propostos.

## 6 MATERIAIS E METODOLOGIA

### 6.1 MATERIAIS

Foram necessários além dos *softwares* pertencentes ao Laboratório de Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, do Departamento de Engenharia Civil da UFSC, bibliografia básica, materiais e informações obtidos nas concessionárias de serviços públicos e prefeitura municipal, a fim de que fosse possível a confecção dos mapas temáticos e planos de informação. Separou-se os materiais utilizados em três itens principais:

#### 6.1.1 Base de Dados

- i) Base cartográfica digital na escala 1:2.000, restituída a partir do voo fotogramétrico na escala 1: 8.000 do município de São José-SC, realizado em julho de 1995;
- ii) Plantas, mapas, manuais de normas e especificações obtidos nas concessionárias;
- iii) Plantas, mapas, manuais de normas e especificações obtidos na prefeitura;
- iv) Plantas do cadastro de serviço e operações da área-piloto obtido nas concessionárias;
- v) Plantas e bibliotecas digitais dos cadastros das concessionárias que utilizam *software* CAD/CAM;
- vi) Relação dos níveis de interesse da prefeitura e concessionárias de serviços públicos, integrantes do mapeamento em meio digital da base cartográfica comum;
- vii) Questionário elaborado para levantamento de informações na prefeitura e concessionárias de serviços públicos;
- viii) Estudo Preliminar de projeto de implantação de geoprocessamento na CASAN S/A (*Proposta técnica das Empresas LYSA-ETEP*);
- ix) Estudo Preliminar de projeto de implantação de geoprocessamento na CELESC S/A (*Projeto Genesis*);

- x) Projeto de implantação de geoprocessamento na TELESC S/A (*Projeto SAGRE*);
- xi) CD-ROM do MUBDG (mapa urbano básico digital de Goiânia-GO).

### **6.1.2 Hardware**

- i) microcomputadores Pentium™ (marca registrada da Intel Co.), 166MHz, 32Mb RAM; monitores coloridos 17", discos rígidos de 1,28Gb;
- ii) impressoras HP™ (marca registrada da Hewlett-Packard), Laserjet 'A4' e jato de tinta 'A4' colorida;
- iii) *plotter* colorida jato de tinta 'A0' HP™ (marca registrada da Hewlett-Packard);
- iv) outros (CD-ROM, Zip-drive, disquetes flexíveis, etc.).

### **6.1.3 Software**

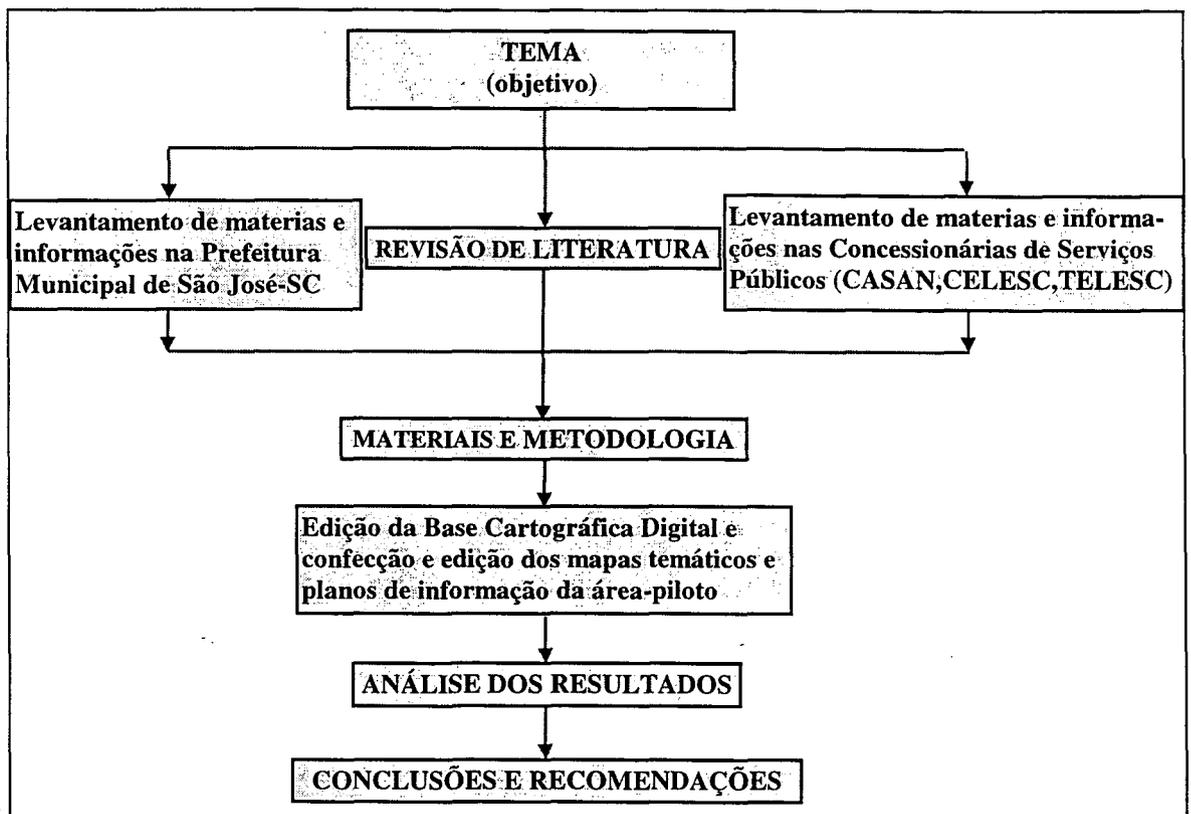
- i) sistemas de mapeamento auxiliado por computador (AutoCAD® R13, marca registrada da Autodesk Inc.; ARC/INFO®, marca registrada da ESRI Inc.);
- ii) sistemas gerenciadores de banco de dados, planilhas, editores de texto (MICROSOFT OFFICE®, marca registrada da Microsoft Corp.);
- iii) sistema operacional WINDOWS95®, marca registrada da Microsoft Corp.).

## 6.2 METODOLOGIA

Apresenta-se nesse capítulo a metodologia aplicada na confecção dos mapas temáticos e planos de informação da prefeitura municipal e concessionárias de serviços públicos, participantes da proposta de unificação da base cartográfica digital, visando a implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário como base de apoio à Sistemas de Informações Geográficas.

A fim de que as etapas de trabalho tivessem uma seqüência lógica com maior produtividade, adotou-se o seguinte organograma:

Quadro 6.1 - Organograma das etapas de trabalho.



Com a definição do tema e da área de estudo, planejou-se três grupos de informações:

- a revisão de literatura, efetuada em trabalhos práticos e teóricos;
- o levantamento de materias e informações na Prefeitura Municipal de São José; e,
- o levantamento de materias e informações nas concessionárias de serviços públicos (CASAN, CELESC, TELESC), onde buscou-se

coletar o 'tipo de informação gráfica', que efetivamente é indispensável à confecção de seus mapas temáticos e planos de informação.

Na seqüência, já com as informações obtidas nas respectivas instituições participantes da proposta de uma Base Cartográfica Digital Comum, definiu-se a metodologia a ser utilizada na edição da mesma e na confecção e edição dos mapas temáticos e planos de informação da área-piloto.

Para melhor compreensão da profundidade e abrangência da pesquisa, fêz-se necessário na revisão de literatura estudos de Fotogrametria, Cartografia, Geoprocessamento, Sistemas de Informações Geográficas, Cadastro Técnico Multifinalitário e Planejamento Urbano.

Posteriormente à análise das ferramentas técnicas a serem utilizadas, realizou-se alguns experimentos de fotointerpretação utilizando-se fotografias aéreas na escala de 1:8.000 realizadas em 1995, avaliando-se a problemática urbana do município de São José - SC.

Como a Prefeitura Municipal contratou o vôo aerofotogramétrico, mapeamento em meio digital e o levantamento cadastral imobiliário de 150 km<sup>2</sup> da área de interesse, foi de fundamental importância avaliar *o quê* o município apresenta em termos de qualidade de informações para o seu planejamento urbano.

Com estas informações disponíveis para a efetivação do trabalho, partiu-se então para as necessidades da Prefeitura Municipal e das concessionárias de serviços públicos.

O rigoroso levantamento de informações nas instituições foi com o objetivo de poder representar de maneira exata qualquer informação espacial desejada. Deste modo, respondeu-se às exigências dos participantes da proposta de unificação da base cartográfica digital, relativas à composição dos diversos níveis de informação (*layers*) e suas respectivas escalas no Sistema de Informações Geográficas.

Uma vez dominando-se o que se dispunha do mapeamento em meio digital e as necessidades das concessionárias, trabalhou-se as informações para mostrar a viabilidade de uma base única de dados que sirva a todos. Esta unificação da base de dados permite uma parceria entre a Prefeitura Municipal e suas secretarias e também com as diferentes concessionárias de serviços públicos.

A possibilidade de cruzamentos de dados de diferentes setores da administração pública com as diferentes concessionárias de serviços públicos, é possível

através de *softwares* conhecidos como SIG (Sistemas de Informações Geográficas) apoiado em banco de dados, bem como seus aplicativos específicos para a prefeitura e concessionárias, permitindo que as necessidades temáticas de cada participante sejam consideradas como “planos de informação” estabelecendo-se cruzamentos ou superposições julgadas necessárias. Com isto, torna-se possível uma integração eficiente entre os participantes.

As possibilidades de cruzamentos de dados de diferentes setores da administração pública e concessionárias de serviços, permitem uma harmoniosa integração entre os mesmos.

As etapas de trabalho relativas à escolha da área de estudo e demais atividades envolvidas são descritas a seguir:

- a) Avaliação das fotografias aéreas;
- b) Interpretação das fotografias aéreas;
- c) Definição da área-piloto;
- d) Avaliação e edição da Base Cartográfica restituída em meio digital;
- e) Necessidades da prefeitura e concessionárias;
- f) Adaptação para base cartográfica digital comum;
- g) Uso dos *softwares* de CAD / SIG;
- h) Integração entre prefeitura, concessionárias e usuários comuns.

### **6.2.1 Avaliação das fotografias aéreas**

O Relatório Mensal nº 01 - Julho/95, da empresa executora do vôo fotogramétrico, diz: “Os equipamentos e materiais utilizados no processamento dos negativos garantiram os padrões exigidos para trabalhos fotogramétricos, isentando-se de halos, listas luminosas, marcas estáticas, riscos e névoas e, ainda, proporcionou um perfeito equilíbrio de densidade e contraste, não havendo excessos de luz ou sobras densas”. Entretanto, as fotografias apresentam-se com pouca qualidade visual, o que prejudica a restituição fotogramétrica em função da dificuldade de obtenção da estereoscopia, uma vez que não existe homogeneidade entre contraste e brilho na mesma foto. Com isto, a fotointerpretação fica prejudicada pela difícil visualização das feições, as quais podem ser confundidas ou omitidas.

### 6.2.2 Interpretação das fotografias aéreas

Realizou-se a fotointerpretação na região central de dois grandes bairros do município de São José (Kobrasol e Campinas), por apresentarem grande quantidade e qualidade de informações para o planejamento urbano do município, onde diagnosticou-se um acelerado e desordenado crescimento urbano, com grande circulação de veículos e pedestres.

As discussões havidas procuraram identificar o bairro cujas informações fossem do interesse de toda a população e ao mesmo tempo, representasse qualitativa e quantitativamente a variedade dos dados.

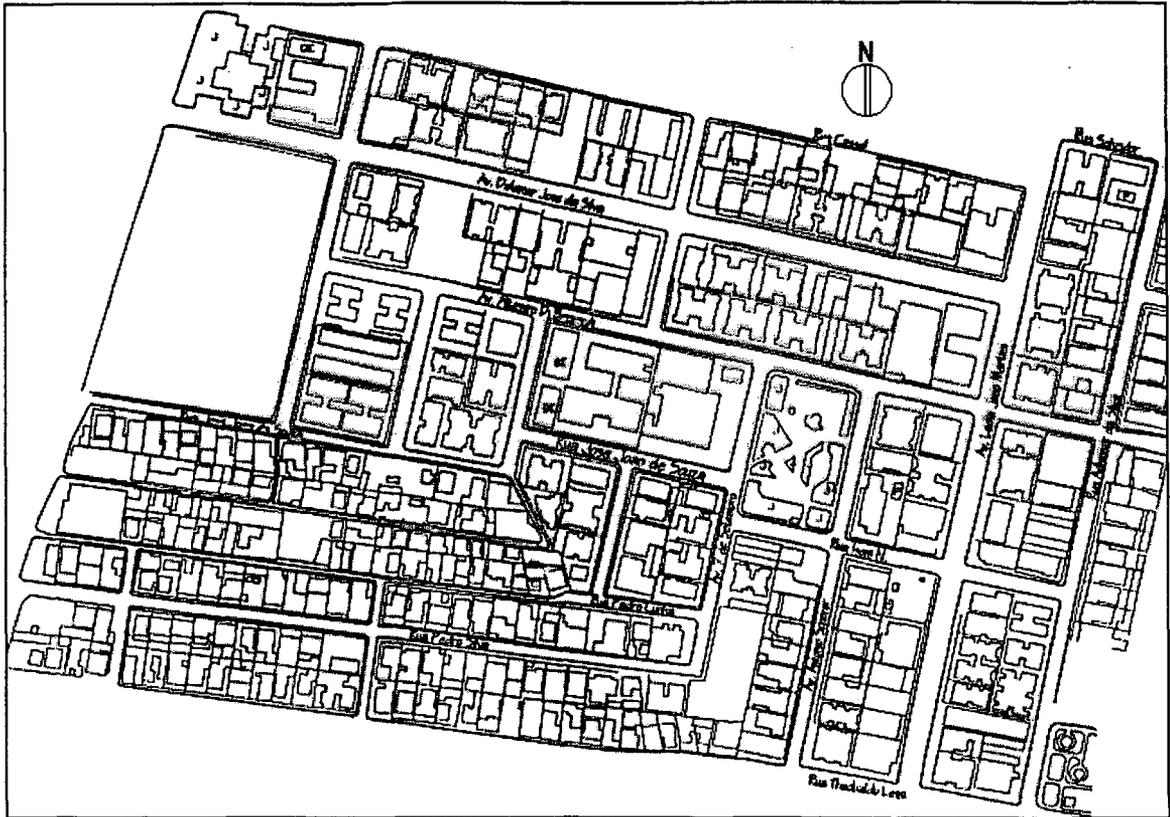
Através de fotointerpretação definiu-se a área-piloto, localizando-a no bairro do Kobrasol, em função da alta densidade demográfica e pela existência nas concessionárias de serviços públicos, dos cadastros em mapas analógicos da área-piloto.

### 6.2.3 Definição da Área-piloto

A área escolhida como piloto para a realização desse trabalho, está localizada no centro do bairro *Kobrasol*, limitada ao Leste pelas quadras periféricas da Av. Lédio João Martins, ao Oeste pelas quadras periféricas da Rua Maria M. de Souza (marginal da BR-101), ao Norte pelas quadras periféricas da Av. Delamar José da Silva, e ao Sul pelas quadras periféricas da Rua Sebaldo Klein, possuindo área aproximada de 0,235 km<sup>2</sup> (figura 6.1). A ocupação é caracterizada por uso misto (residencial, comercial e de prestação de serviços), alguns estabelecidos em edificações mais antigas.

Posteriormente, através do projeto-piloto será possível identificar todos os elementos não levantados para o desenho da base de dados, permitindo também eventuais correções em tempo hábil, tais como possíveis alterações dos recursos solicitados, antes de sua liberação para a consecução do projeto.

**Figura 6.1 - Mapa digital da área-piloto ('scale to fit').**Fonte: Prefeitura Municipal de São José-SC (Aeroimagem S.A.)



#### 6.2.4 Avaliação da Base Cartográfica restituída em meio digital

A fim de se avaliar a correção geométrica da restituição em meio digital, foi necessário realizar alguns levantamentos, como a comparação das medidas de distância entre os mapas fornecidos pela prefeitura e concessionárias com a base cartográfica digital. Localizou-se os pontos de apoio em campo e também no mapa digital para verificação da precisão entre os mesmos. Constatou-se uma boa precisão na correção geométrica, com ínfimos erros na restituição aerofotogramétrica, os quais puderam ser desconsiderados para a confecção dos mapas temáticos e planos de informação.

Entretanto, quando da avaliação da Malha de Coordenadas UTM (canevá), constatou-se que a mesma estava em escala diferente da restituição fotogramétrica. A restituição efetuada estava em escala 1:2.000 enquanto que a Malha de Coordenadas UTM (canevá) estava em escala 1:1.000, mas com seu texto, ou seja, os valores das coordenadas indicando a medida da distância correta (200 m).

### 6.2.5 Edição da Base Cartográfica restituída em meio digital

O estabelecimento de normas e procedimentos para a execução dos serviços é de importância fundamental para que os objetivos e produtos finais sejam alcançados com a necessária qualidade e padronização.

Os arquivos digitais foram fornecidos pela empresa contratada pela Prefeitura Municipal de São José-SC (antes mesmo de ser concluído o trabalho), que utilizou o *software MaxiCAD*<sup>®</sup> com extensão de arquivos \*.CAD. Foi necessário que a empresa restituísse estes arquivos com extensão \*.DXF (*Drawing Exchange Format*) para AutoCAD<sup>®</sup>, pois não foi possível utilizá-los na extensão \*.CAD, em função da UFSC não possuir o *software MaxiCAD*<sup>®</sup>. A base cartográfica digital na escala 1:2.000 tem como sistema de referência de medição o UTM (*Universal Transversa de Mercator*).

Inicialmente, houve a necessidade de correção da Malha de Coordenadas UTM (canevá), pois a mesma estava em escala diferente da indicada na restituição. Efetuado este procedimento passou-se à edição de todos os planos de informação (*layers*) no sistema AutoCAD<sup>®</sup>, identificando-os através de nome e/ou número, cor, conteúdo, entre outros. Na primeira edição, de um total de vinte e quatro, restaram somente dezoito planos de informação, pois vários possuíam apenas nomenclatura sem nenhum símbolo gráfico e foram excluídos. Na seqüência, efetuou-se a edição para o fechamento de linhas e polígonos, que em alguns casos, estes vetores pertenciam a outros planos de informação, tornando-se indispensável que os mesmos compusessem seus planos originais.

Depois de efetuado esse procedimento, criou-se os grupos de planos de informação necessários à cada órgão participante da proposta da base cartográfica digital comum, com a mudança de nomenclatura para os planos distintos. Para cada concessionária de serviços públicos e prefeitura, criou-se arquivos com a Base Cartográfica Digital, adicionando-se à mesma, os demais planos necessários contidos no documento fornecido. Feito isto, executou-se o processo de entrada dos cadastros existentes em mapas analógicos da respectiva área-piloto, relacionados nos levantamentos de campo e conseguidos nas concessionárias e prefeitura, contendo definições de formato, cor, etc. Na seqüência, foram convertidas as bibliotecas digitais de símbolos fornecidas pelas concessionárias. A concessionária de energia possuía sua

biblioteca digital para o *software* MicroStation® com extensão *DGN*. Já a concessionária de saneamento possuía sua biblioteca digital para o *software* AutoCAD® com extensão *DWG*. A concessionária de Telecomunicações não possuía biblioteca digital, sendo necessário confeccionar alguns símbolos utilizados através dos mapas analógicos fornecidos. Do sistema AutoCAD® e formato *DWG*, exportou-se a Base para o formato *DXF* e posteriormente criadas as mesmas *coverages* (planos) em ambiente ARC/INFO®, através do comando '*dxfarc*'. Para tornar apropriada ao SIG, a base cartográfica necessitou de tratamentos como redefinição de planos de informação (*layers*), limpeza do desenho, fechamento de polígonos, etc. As relações espaciais foram obtidas incorporando-se os conceitos do *software* ARC/INFO® para criação de topologia de '*clean*' e '*build*', referente a cada *coverage* do sistema. Dados sobre redes de distribuição das concessionárias (diâmetros, tipo de tubulação, extensão, etc), foram implementados nas tabelas através do comando '*tables*'.

Posteriormente a esse procedimento, iniciou-se a plotagem dos respectivos mapas temáticos e planos de informação da prefeitura e das concessionárias de serviços públicos. Os produtos foram gerados em tamanho 'A1', através de *plotter* jato de tinta colorido.

A saída de dados é tão importante quanto à entrada, manuseio e elaboração. Os produtos tem a possibilidade de serem reproduzidos como meio de divulgação dos resultados. Os *softwares* utilizados trabalham de forma vetorial aproximando muito os produtos finais de uma linguagem gráfica reconhecida no desenho dos mapas e plantas urbanas.

### 6.2.6 Necessidades da Prefeitura Municipal

A realidade urbana sobre a qual a Administração pública atua, tem duas características muito importantes:

- obedece uma concepção unitária; e
- é constante.

Cada um dos elementos estruturais que constituem a cidade (estrutura econômica, administrativa, social, cultural, física, etc.) é um fator determinante em relação aos outros elementos, formando uma rede de correlacionamento funcional. Ao

mesmo tempo, todos esses elementos sofrem mudanças contínuas de acordo com as necessidades da comunidade e as circunstâncias do meio físico. Certos de que a solução para os diversos problemas municipais fundamenta-se nos serviços de informação e que o acervo disponível retrata as deficiências que impedem o seu adequado funcionamento, a Administração Municipal encontra no Geoprocessamento uma forma de sistematizar e processar todos os elementos de informação necessários aos procedimentos administrativos como ao planejamento urbano. Para a prefeitura municipal implantar um SIG, é necessário que seu Banco de Dados Georeferenciado seja composto por dois elementos básicos de características distintas (SIKORSKI, 1991):

- a Base de Referência Espacial e;
- as Informações Relacionadas.

A **Base de Referência Espacial** estabelece uma plataforma comum para todas as informações de interesse, tendo como componentes a *Base Cartográfica* e a *Planta Cadastral Imobiliária*. A *Base Cartográfica* é a representação gráfica do meio físico, localizando geograficamente os elementos restituídos através de coordenadas. Isso possibilita uma correlação espacial precisa entre esses elementos e todos os outros dados geográficos, principalmente os dados oriundos da planta cadastral. Considerada como '*background*' para a inserção dos elementos cadastrais em forma de entidades com suas respectivas chaves de acesso. A *Planta Cadastral Imobiliária* consiste na divisão da área total do município por unidades espaciais organizadas em dois grupos básicos:

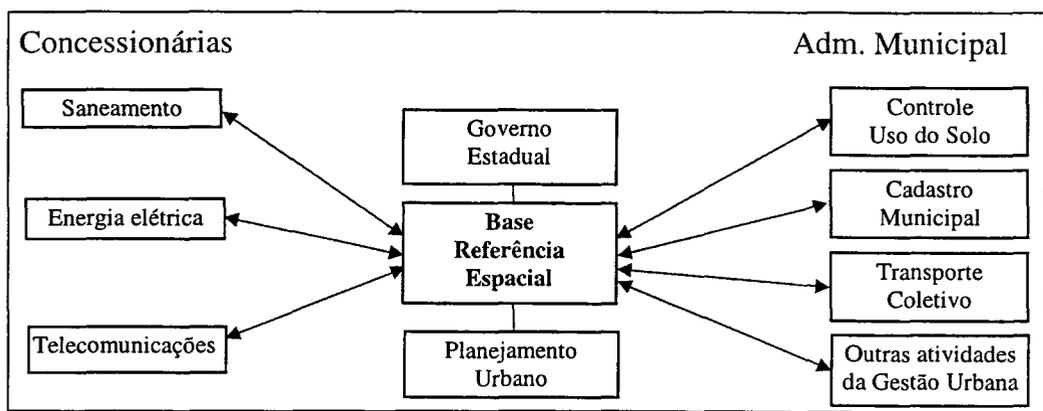
- a quadra com divisas de propriedades (lotes ou parcelas) e;
- as ruas (logradouros), divididas por trechos.

As informações relacionadas codificadas são compostas por elementos expressos tanto de forma gráfica como alfanumérica, e são selecionados a partir de aplicações específicas, as quais, resultam das necessidades e tarefas rotineiras dos órgãos envolvidos. As informações descritivas armazenadas no computador (dados, lotes, proprietários, edificações, uso dos imóveis, nomenclatura de vias, dados censitários, etc), recebem a codificação espacial do cadastro imobiliário, formando uma estrutura de dados georeferenciados. As informações puramente gráficas (Bosques, Fundos de Vale, Áreas Sujetas a Inundação, Sinalização Viária, etc), são relacionadas à

Base de Referência Espacial, assegurando uma completa integração com o banco de dados.

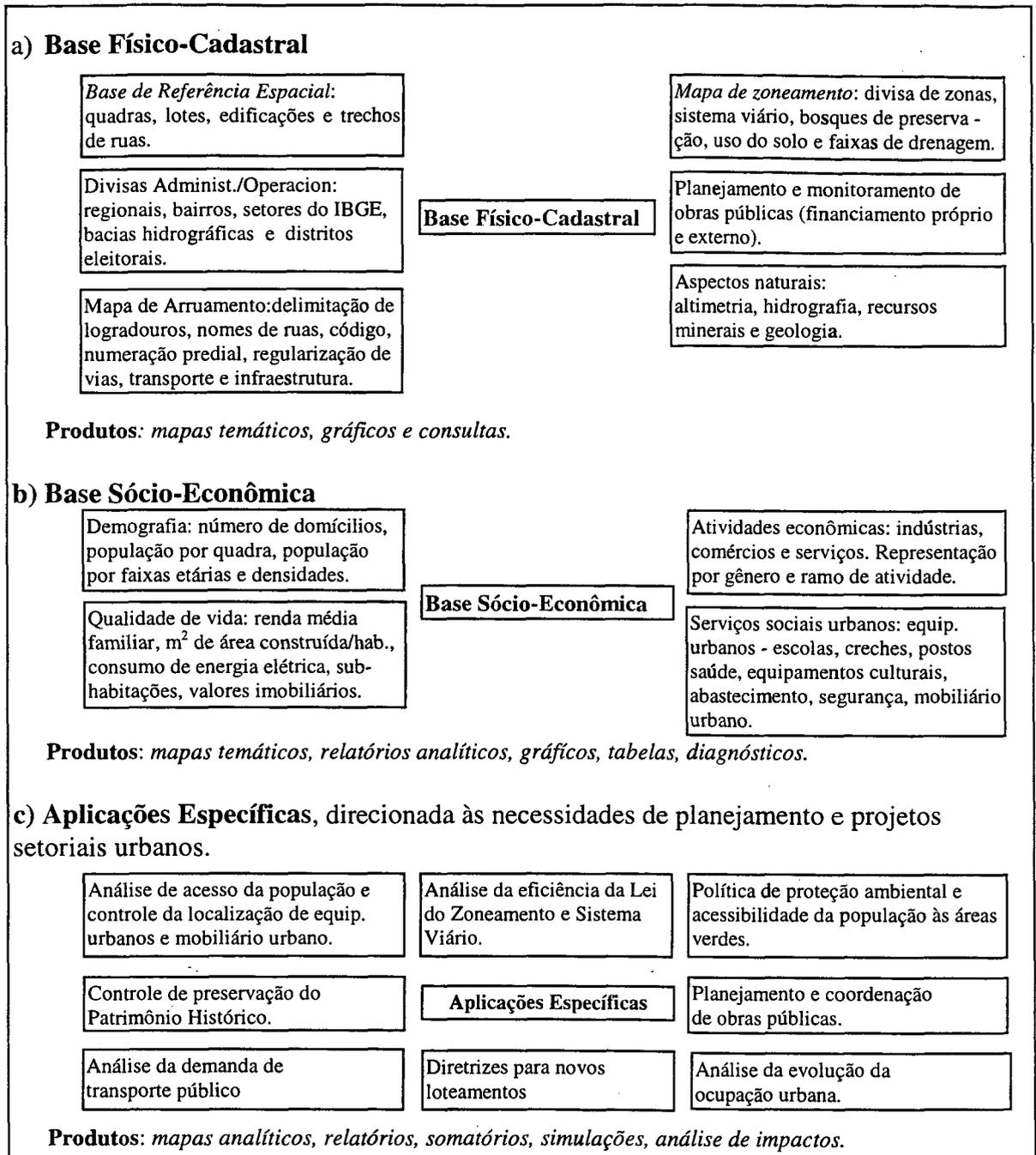
O Quadro 6.2 mostra a ligação da Base de Referência Espacial com as ações do Poder Municipal e Estadual e concessionárias de serviços públicos responsáveis pela definição dos destinos da cidade e pela melhoria de vida da população (SIKORSKI, 1996).

**Quadro 6.2 - Estrutura dos usuários de uma base de referência espacial.**  
 Fonte: Sikorski, 1996.



Dentro do SIG, a partir do mapeamento temático automatizado até os sistemas designados para diagnosticar as características sociais e econômicas da população, destacam-se a seguir os produtos gerados pelo sistema:

**Quadro 6.3 - Produtos gerados pelo sistema no mapeamento temático automatizado e sistemas de diagnóstico das características sociais e econômicas da população.**  
**Fonte: Sikorski, 1996.**



As duas primeiras partes, servem como base comum para todos os usuários potenciais dos órgãos públicos envolvidos e representam um banco de dados orientado para o planejamento urbano.

A terceira parte, fundamentada pelas etapas anteriores, abrange um conjunto de aplicações, orientadas diretamente para as funções específicas de planejamento urbano, viabilizando a execução de procedimentos analíticos automatizados.

### 6.2.6.1 Geoprocessamento em Prefeituras

Para a otimização de recursos e uma produtividade com qualidade dos serviços prestados à população em geral, o Geoprocessamento em prefeituras vem de encontro com as necessidades destas instituições, oferecendo oportunidades para a identificação de problemas de desenvolvimento e de políticas administrativas, auxiliando no acompanhamento e controle de diversas variáveis relacionadas ao meio-ambiente e também, agilizando o processo de planejamento urbano a partir de dados constantemente atualizados.

A integração entre as diversas secretarias através do Geoprocessamento permite acesso ao universo de informações complexas do meio, eliminando a pesquisa e troca de informações através de documentos impressos (registros e mapas analógicos).

Em um planejamento municipal adequado, deve-se primordialmente, levar em consideração o meio-ambiente. Para isto, os mapas temáticos (documentos cartográficos especializados, explicativos e analíticos) são de fundamental importância, porque através deles são representados os aspectos qualitativos e quantitativos, como também valores de atributos e feições espaciais correspondentes ao mundo real.

Considerando-se todas as etapas necessárias à implantação de um SIG, são necessários para a prefeitura municipal, trinta níveis de informação para a restituição aerofotogramétrica, além do apoio terrestre por rastreamento GPS e aerotriangulação, conforme documento fornecido, como segue:

#### • GRUPO CONTROLE

1. Contorno padrão A1
2. Limite do desenho
3. Malha de coordenadas 1:10.000
4. Toponímia de coordenadas 1:10.000
5. Legenda 1:10.000
6. Malha de coordenadas 1:2.000
7. Toponímia de coordenadas 1:2.000
8. Legenda 1:2.000

• **GRUPO LIMITES**

9. Limite Municipal, com toponímia
10. Limite Distrital, com toponímia
11. Limite UEP (Unidade Especial de Planejamento), com toponímia
12. Perímetro Urbano e de Expansão urbana, com toponímia
13. Limite de Parques e Reservas, com toponímia
14. Toponímias de vilas, localidades e balneários

• **GRUPO CADASTRAL**

15. Cercas e muros
16. Linhas de divisa, com toponímia
17. Escolas, Igrejas e Edificações de grande porte, com toponímia
18. Edificações em geral
19. Toponímia de edificações em geral
20. Estádios, Ginásios, Quadras esportivas e piscinas, com toponímia
21. Parques, Praças e jardins, com toponímia
22. Linhas de afastamento, com toponímia

• **GRUPO ALTERAÇÃO DO SOLO**

23. Cortes, Aterros e movimentos de terra
24. Muros de contenção e proteção de encostas
25. Jazidas, pedreiras e saibreiras

• **GRUPO HIDROGRAFIA**

26. Rios, córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
27. Toponímia de rios córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
28. Lagos, lagoas e barragens com toponímia
29. Valas e drenos
30. Pontes, bueiros e pinguelas.

Dentro desses níveis de informação, são utilizados pelas secretarias municipais alguns ou todos os níveis relacionados os quais podem abranger os itens descritos a seguir, e também desenvolvendo-se aplicativos específicos para cada secretaria.

### 6.2.6.2 Secretaria Municipal de Planejamento

Tem por finalidade possibilitar a localização das áreas no espaço urbano, com a identificação e caracterização física do terreno (informações físicas e sociais do entorno), associando as entidades gráficas à correspondente informação alfanumérica, a fim de auxiliar no planejamento físico-territorial de sua ocupação.

É possível o desenvolvimento de um aplicativo, entre outros, que permite a verificação da legalidade ou não, de determinada edificação utilizando como parâmetros a largura da rua, área do lote, afastamento frontal e das divisas do lote e zoneamento na qual está incluída (COSTA *et al*, 1996).

No âmbito municipal (no planejamento e administração municipal), o SIG-Urbano é uma ferramenta útil que pode ser direcionado nas seguintes áreas de estudo e aplicação (SIKORSKI, 1991):

#### *a) Aspectos Naturais:*

- Recursos minerais;
- Bacias Hidrográficas;
- Fundos de Vale;
- Áreas de inundação;
- Cobertura vegetal;
- Declividade (restrições para uso e destinação do solo);
- Localização precisa dos bosques de preservação;
- Características dos bosques;
- Análise de poluição ambiental.

#### *b) Demografia:*

- Distribuição da população residente e domicílios por quadras e setores censitários;
- Densidade por quadra;
- Taxa geométrica de crescimento anual por bairro (percentual)
- População por faixa etária;
- Renda familiar média.

*c) Habitação:*

- Conjuntos habitacionais;
- Planejamento de construções populares;
- Áreas de sub-habitação (áreas invadidas e com intervenção)
- Informações para construções e uso;
- Liberação de alvarás para construção.

*d) Uso do Solo:*

- Zoneamento urbano;
- Reavaliação das diretrizes e normas para ocupação do solo urbano;
- Processos para subdivisão, unificação e regulamentação de imóveis;
- Loteamentos (regulares e clandestinos)
- Processos para aprovações de loteamentos.

*e) Atividades Econômicas:*

- Indústrias;
- Comércio;
- Serviços.

*f) Sistema Viário:*

- Classificação das vias;
- Sentido único de tráfego;
- Sinalização viária;
- Estacionamentos;
- Pontos de Táxi;
- Frota de veículos por bairro;
- Fluxo médio de veículos por dia útil;
- Acidentes de trânsito;
- Monitoramento de tráfego;
- Manutenção da sinalização;
- Planejamento da manutenção de vias e monitoramento da infra-estrutura e pavimentação;

- Planejamento de rotas de transporte otimizadas;
- Análise e estudo de melhorias no trânsito;
- Análise, simulação, planejamento e projeto de novas vias.

*g) Transporte Coletivo:*

- Rede integrada de transporte;
- Transporte coletivo urbano e intermunicipal (itinerário das linhas, número de passageiros por linhas e por trecho, frequência, tempo de viagem, pontos de ônibus, terminais, velocidade média);
- Projeto de linhas convencionais;
- Pontos de paradas de ônibus;
- Tempo de deslocamento;
- Fluxo dos passageiros.

*h) Lazer e Recreação:*

- Áreas públicas de lazer (recreação e esporte);
- Ruas arborizadas;
- Bosques;

*i) Equipamentos Urbanos:*

- Equipamentos Culturais (bibliotecas, cinemas, teatros, auditórios, salas de exposição, museus);
- Equipamentos de Abastecimentos (mercados municipais, CEASA, feiras livres);
- Equipamentos de Segurança (distritos policiais, postos modulares, bombeiros);
- Equipamentos Social e de Saúde Pública (creches, unidades de saúde, unidades sociais, hospitais, laboratórios);
- Outros (postos de combustíveis, estabelecimentos hoteleiros e bancários, templos, cemitérios).

*j) Pavimentação:*

- Padrão de pavimentação (vias de trânsito, calçadas e ciclovias).

*l) Limpeza Pública:*

- Plano de coleta domiciliar (tipo, periodicidade, rotas);
- Planejamento de rotas de coletas otimizadas;
- Planejamento de áreas depositárias;
- Monitoramento dos veículos de coleta;
- Análise de impacto ambiental.

### **6.2.6.3 Secretaria Municipal de Finanças**

Na atual estrutura das prefeituras brasileiras, esta secretaria representa o órgão que detém o maior volume de informações sobre os imóveis urbanos, e cujas atividades cotidianas podem ser significativamente simplificadas através de aplicativos do sistema, e ao mesmo tempo integradas ao processo de atualização automática do banco de dados.

É de fundamental importância que se atualize constantemente o Cadastro Fiscal da Prefeitura Municipal, para fins de arrecadação e conseqüente manutenção do Sistema de Informações Geográficas. São abordados alguns aspectos na 'Definição dos Valores Tributários' como a elaboração da planta de valores genéricos imobiliários, a obtenção de valores unitários, os fatores de correção e os melhoramentos urbanos.

O desenvolvimento de funções que permitem a visualização de regiões de imóveis estratificados conforme valores unitários (ou valores venais), segundo a planta de valores genéricos, possibilita a verificação da existência de regiões ou imóveis super ou subestimados. Um aplicativo pode ser desenvolvido permitindo a comparação dos dados residentes na base corporativa do banco de dados gráfico com a soma calculada pelo sistema, da área de uma edificação, de um terreno e das edificações dentro de um lote, levando-se em consideração o número de pavimentos e áreas vazadas. O acesso às informações de um lote ou edificação é implementada de maneira a ser selecionada a partir de sua inscrição no cadastro do IPTU ou através da seleção na tela, que o associa a seu código de logradouro (COSTA *et al*, 1996).

#### **6.2.6.4 Secretaria Municipal de Obras Públicas**

As informações que provocam alterações nos imóveis cadastrais devem ser registradas nesta secretaria, tais como aprovações de plantas de loteamentos amarrada a Rede de Referência Cadastral Local; o registro de transações (alteração de proprietários dos imóveis); a concessão do 'habite-se'; o lançamento de tributos à implantação de serviços públicos; remembramento ou desmembramento de parcelas; licença de localização de estabelecimentos industriais, comerciais ou de prestação de serviços, entre outros.

Plantas e mapas com planos de informação, como:

- Projetos de rios canalizados e retificados;
- Galerias de águas pluviais, valetas e manilhas;
- Fundo de vale;
- Inundação.

#### **6.2.6.5 Secretaria Municipal de Administração**

É indispensável plantas e mapas com níveis de informação, como:

- Localização das áreas do Patrimônio Municipal;
- Características dos terrenos (situação legal, configuração física, destinação, áreas em metros quadrados, grau de aproveitamento);
- Localização dos edifícios municipais;
- Características técnicas e legais das edificações.

Um aplicativo pode ser desenvolvido permitindo a simulação de um projeto de abertura de uma via, possibilitando executar vários traçados alternativos com larguras diversas. Como produtos complementares, exibe o comprimento da via digitalizada e emite relatórios das áreas afetadas para efeito de desapropriação (COSTA *et al*, 1996).

#### **6.2.6.6 Secretaria Municipal da Saúde**

A natureza dos dados geoprocessáveis de seu interesse e da facilidade de desenvolvimento e operação de aplicativos capazes de gerar, à curto prazo, produtos de grande utilidade, torna esta secretaria usuária potencial do sistema.

Alguns planos de informação, para planejamento e definição no espaço urbano dos Equipamentos Sociais e de Saúde Pública como:

- unidades de saúde, unidades sociais, hospitais, pronto-socorros, laboratórios;
- para planejamento de campanhas de vacinação; e
- planejamento e implantação de creches e escolas através de setores censitários.

#### **6.2.6.7 Secretaria Municipal de Educação e Cultura**

Da mesma maneira que a Secretaria Municipal da Saúde, a natureza dos dados geoprocessáveis de seu interesse e da facilidade de desenvolvimento e operação de aplicativos capazes de gerar, à curto prazo, produtos de grande utilidade.

Alguns planos de informação para planejamento e definição no espaço urbano dos Equipamentos Culturais como:

- escolas, bibliotecas, museus, salas de exposições;
- cinemas, teatros, auditórios.

#### **6.2.7 Necessidades das Concessionárias de Serviços Públicos**

Em um ambiente integrado de geoprocessamento desenvolve-se a necessidade de se dividir esforços e responsabilidades. No Brasil não existe uma legislação que defina responsabilidade na manutenção de informações cartográficas urbanas. Porém, tradicionalmente as prefeituras municipais tentam manter informações cartográficas urbanas. As concessionárias de serviços públicos acabam por utilizar os produtos disponíveis na prefeitura para o desenvolvimento de seus projetos e tarefas (FERRARI, 1996).

As concessionárias de energia e telecomunicações abrem mão de produtos cartográficos com elevada acurácia, utilizando sistemas alfanuméricos ricos em detalhes para localizar seus componentes de rede. Normalmente, estas companhias se satisfazem com plantas sem acurácia e utilizam informações gráficas em forma esquemática, buscando apenas ter condição de avaliar a conectividade entre os componentes da rede.

Por outro lado, as concessionárias de saneamento necessitam de informações cartográficas de elevada acurácia, principalmente nas áreas urbanas onde ainda não exista arruamento definido ou se planeja expansão urbana verticalizada. Os projetos de implantação e/ou redimensionamento das redes carecem de precisão para viabilizar o fluxo dos fluídos nas tubulações de forma segura. Já nas áreas onde o arruamento está definido, a informação da cota sobre o eixo da rua viabiliza o desenvolvimento dos cálculos necessários para o dimensionamento da rede.

Para as concessionárias de serviços, os planos de informação necessários foram também criados, conforme a exigência de cada uma delas.

#### **6.2.7.1 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A.**

A dificuldade de implantação de SIGs em empresas de saneamento básico no Brasil, ainda é relativamente grande. Os modelos de SIGs nessa área, encontram-se no exterior e na maioria das vezes são inadequados à nossa realidade, principalmente na engenharia de abastecimento de água e coleta de esgotos. Somado a isso, a informação em meio digital é praticamente inexistente. A preocupação em aumentar a qualidade do serviço prestado e a produtividade justifica a implantação desses sistemas (SEMASA, 1994).

A Proposta Técnica para o Projeto de Modernização do Setor de Saneamento das Empresas LYSA-ETEP (LYSA-França e ETEP-Brasil), tem objetivos básicos de projeto, os quais referem-se à preparação e implantação de uma metodologia para avaliação de subprojetos, constituindo-se em um estudo normativo incluindo os avanços tecnológicos nos campos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário; também o desenvolvimento de uma metodologia para a identificação de novos projetos que permitam atender o crescimento vegetativo dos serviços nas áreas atualmente servidas pela empresa (CASAN, 1995).

O resumo desses objetivos subdividem-se em quatro fases distintas:

- Fase 1: Coleta e diagnóstico dos dados disponíveis;
- Fase 2: Metodologia para avaliação dos projetos;
- Fase 3: Metodologia para a identificação de novos projetos; e
- Fase 4: Implantação das metodologias.

A Fase 3 estabelece uma metodologia que permite criar um banco de novos projetos devidamente priorizados, nos diversos estágios de identificação, diagnóstico e preparação definitiva para decidir os subprojetos. A identificação correta de novos subprojetos deverá ser embasada no Plano Diretor de Saneamento Básico do Estado, instrumento de planejamento e gestão.

Com o grande desenvolvimento da informática nos últimos anos, dispõe-se hoje, condições de plena utilização, dos meios necessários a manter a atualidade de qualquer plano. À esses meios, atribui-se a denominação de Sistema de Apoio à Decisão - SAD, que tem basicamente três componentes com interação entre si (CASAN, 1995):

- a) banco de dados;
- b) sistema de informações geográficas (SIG); e
- c) modelo matemático de análise de alternativas.

Assim, serão estabelecidos critérios básicos para a montagem do banco de dados, sugeridos fluxos de dados básicos das unidades geradoras (internas ou externas) para a unidade gestora, a forma de arquivo e recuperação, a forma de atualização, divulgação, validação, etc.

As empresas LYSA-ETEP farão o projeto do banco de dados, explicitando seu conteúdo básico, especificando o *hardware* e *software* necessários, definindo os fluxos de informações e dimensionando a equipe necessária com suas qualificações gerais. O outro instrumento do SAD - Sistema de Apoio à Decisão, é um Sistema de Informações Geográficas integrado com um banco de dados que permitirá analisar as alternativas de solução para os problemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, produzindo o plano de ações hierarquizado a partir de dadas condições de contorno (CASAN, 1995).

Com isso, percebe-se que a empresa está em fase de desenvolvimento do 'PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO - FASE 3' na etapa da *Metodologia para Avaliação e Identificação de Subprojetos*, objetivando a

implantação de um SIG. Diferentemente, a concessionária de telecomunicações já possui, inclusive, definições de escalas, formatos e conteúdos dos planos de informação necessários ao projeto de implantação de Geoprocessamento.

Como aplicações prioritárias em uma concessionária de saneamento, destacam-se (SEMASA, 1994):

- *automação do cadastro de redes de água e esgoto*, onde é definida a simbologia de representação. Um aplicativo desenvolvido gera automaticamente registros alfanuméricos para cada tramo da rede, com informações como diâmetro, extensão, material, inclinação, nó inicial e nó final;
- *simulação de manobras na rede de distribuição de água*, onde o principal objetivo é auxiliar operações de manobras e manutenções corretivas das redes de abastecimento de água. O tramo da rede de água supostamente com problema é indicado e o aplicativo fornece algumas saídas:
  - identifica registros a serem temporariamente fechados para manutenção;
  - identifica a zona mínima afetada por uma manobra local, assinalando todos os tramos da rede sob influência direta dos registros a serem fechados;
  - identifica registros ociosos na rede (abertos ou fechados, não influem no resultado).
- *mapeamento automático de bacias e sub-bacias de contribuição e do fluxo dos esgotos*, onde a partir de um ponto de descarga selecionado, é indicada toda a rede de contribuição, delimitando uma sub-bacia. Repetindo o processo para todas as descargas ao longo do córrego, o aplicativo delimita a bacia de contribuição. Ficam sem demarcação redes que contribuam para galerias de águas pluviais ou escoadouros desconhecidos, que auxiliem na operação caça-esgoto.
- *rastreador de fluxo de esgoto*, onde a partir de um ponto de visita da rede, é indicado o fluxo de escoamento até o ponto de descarga. Essa operação pode mapear zonas de influência de descargas acidentais na rede de esgoto;

- *o relacionamento do setor e zona de abastecimento da rede de água com dados de consumo e faturamento.*

Estas aplicações de SIG na área de saneamento dão apoio especialmente à atividades de planejamento, projeto e operações das redes de abastecimento de água e esgoto.

A concessionária de saneamento local possui atualmente um inexpressivo acervo de mapas da área-piloto. Em função disto, foram elaborados os planos de informação correspondentes aos mapas básicos de projetos e operações existentes em outras áreas urbanas, juntamente com as informações contidas no questionário do levantamento de informações. Assim, os planos de informação para essa concessionária, serão confeccionados adequando-os à escalas, formatos e conteúdos, de acordo com os cadastros analógicos existentes. A seguir são descritos os tipos de plantas e documentos que compõem o cadastro de rede externa a ser utilizado:

• **Planta Hidráulica e Sanitária (Base Cartográfica)**

- Descrição: Desenho que indica no MUB<sup>1</sup> a base cartográfica, percurso das tubulações, sentidos de fluxo, cotas de terreno, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos.
- Escala: 1:10.000, 1:1.000
- Formato: A1 (A um)

• **Planta Hidráulica e Sanitária (Planta de Serviço)**

- Descrição: Desenho que indica no MUB base cartográfica, percurso das tubulações, sentidos de fluxo, cotas de terreno, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos. Possui detalhamento geral e especial (nós).
- Escala: 1:2.000
- Formato: A1 (A um)

---

<sup>1</sup> O MUB (Mapeamento Urbano Básico) é uma representação simbólica e bidimensional das quadras, ruas, lotes, edificações e outras entidades que compõem a zona urbana de uma localidade.

Conforme documento fornecido, são necessários para essa concessionária, vinte e um planos de informação para a restituição aerofotogramétrica, além do apoio terrestre por rastreamento GPS e aerotriangulação, descritos a seguir:

- **GRUPO CONTROLE**

1. Contorno padrão A1
2. Limite do desenho
3. Malha de coordenadas 1:10.000
4. Toponímia de coordenadas 1:10.000
5. Legenda 1:10.000
6. Malha de coordenadas 1:2.000
7. Toponímia de coordenadas 1:2.000
8. Legenda 1:2.000

- **GRUPO LIMITES**

9. Limite Municipal, com toponímia
10. Limite Distrital, com toponímia
11. Perímetro Urbano e de Expansão urbana, com toponímia
12. Limite de Parques e Reservas, com toponímia
13. Toponímias de vilas, localidades e balneários

- **GRUPO CADASTRAL**

14. Escolas, Igrejas e Edificações de grande porte, com toponímia
15. Estádios, Ginásios, Quadras esportivas e piscinas, com toponímia
16. Parques, Praças e jardins, com toponímia

- **GRUPO HIDROGRAFIA**

1. Rios, córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
2. Toponímia de rios córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
3. Lagos, lagoas e barragens com toponímia
4. Valas e drenos
5. Pontes, bueiros e pinguelas

#### **6.2.7.2 CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.**

As atividades relacionadas com a engenharia de distribuição de energia elétrica são fortemente dependentes da existência de um cadastro confiável que

represente a situação real existente em campo. Como a rede de distribuição é muito dinâmica, com sua configuração sendo alterada diariamente, os sistemas de geoprocessamento representam uma ferramenta de grande utilidade nesta área, permitindo atualizar o cadastro numa velocidade compatível com as modificações ocorridas em campo. Estes sistemas são uma grande ferramenta para auxiliar na Gerência de Redes de Distribuição, entretanto, a implantação de um sistema deste porte requer um planejamento detalhado e eficaz para que o sistema final atenda as necessidades da empresa (MARQUES et al, 1996).

Desenvolve-se a nível 'estadual' o *Projeto Genesis*, que consiste na aplicação da tecnologia de geoprocessamento na gerência de redes de distribuição da empresa, disposta numa plataforma computacional ligada em rede, na qual os dados serão associados espacialmente, ou seja, serão conhecidos e tratados em função de sua posição geográfica. Serão utilizados recursos de computação gráfica associados a banco de dados de forma dinâmica, o que permitirá consultas sobre dados da rede a partir da imagem gráfica da rede na tela.

O objetivo é integrar as diversas aplicações e sistemas desenvolvidos para atender as funções de gestão da rede de distribuição - planejamento, projeto, construção, manutenção e operação - tornando confiáveis os dados e facilitando pesquisas e consultas rápidas, o que permitirá uma grande melhoria na qualidade dos serviços prestados aos clientes e racionalização dos recursos aplicados na rede, bem como a produtividade nas diversas funções da distribuição.

Os sistemas podem fazer os mais variados cálculos da rede elétrica, desde a obtenção da queda de tensão de um determinado ponto da rede, até identificar quantas vezes o suprimento de energia elétrica de um certo consumidor foi interrompido em um certo período.

A implantação do *Projeto-piloto Genesis* se realiza na cidade de Blumenau, em função da rápida deterioração da qualidade de fornecimento de energia aos consumidores atendidos em baixa e alta tensão do sistema existente, bem como a precariedade no controle deste próprio sistema elétrico, dificultando enormemente a otimização dos poucos recursos disponíveis para atender a expansão do mercado (CELESC, 1996). A seguir são descritos os tipos de plantas e documentos que compõem o cadastro de rede externa a ser utilizado:

## 1. Sistema de Distribuição da Rede Aérea

### • **Planta da Base Cartográfica**

- Descrição: Desenho que indica no MUB edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos.
- Escala: 1:1000
- Formato: A1 (A um)

### • **Planta do Sistema Elétrico**

- Descrição: Desenho que indica no MUB as localizações reais do cadastro das redes primária e secundária (posteameto, número do consumidor, transformadores, aterramento, tipo de luminária).
- Escala: 1:1000
- Formato: A1 (A um)

### • **Planta da Rota**

- Descrição: Desenho que indica no MUB o número da rota, sentido da leitura, logradouro, nome e número da edificação
- Escala: 1:1000
- Formato: A1 (A um)

## 2. Sistema de Distribuição da Rede Subterrânea

### • **Planta da Base Cartográfica**

- Descrição: Desenho que indica no MUB edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos.
- Escala: 1:1000, 1:250
- Formato: A1 (A um)

• **Planta do Sistema de Distribuição**

- Descrição: Desenho que indica no MUB as localizações reais do cadastro da rede (posteamto, número do consumidor, transformadores, aterramento, tipo de luminária).
- Escala: 1:1000, 1:250
- Formato: A1 (A um)

• **Planta da Rota**

- Descrição: Desenho que indica no MUB o número da rota, sentido da leitura, transformador, logradouro e número da edificação.
- Escala: 1:1000
- Formato: A1 (A um)

Toda simbologia pertinente ao Gerenciamento das Redes Aéreas e Subterrâneas foi padronizada para todas as filiais do Estado.

De acordo com documento fornecido, são necessários para essa concessionária, vinte e um planos de informação para restituição aerofotogramétrica, além do apoio terrestre por rastreamento GPS e aerotriangulação, descritos abaixo:

• **GRUPO CONTROLE**

1. Contorno padrão A1
2. Limite do desenho
3. Malha de coordenadas 1:10.000
4. Toponímia de coordenadas 1:10.000
5. Legenda 1:10.000
6. Malha de coordenadas 1:2.000
7. Toponímia de coordenadas 1:2.000
8. Legenda 1:2.000

• **GRUPO LIMITES**

9. Limite Municipal, com toponímia
10. Limite Distrital, com toponímia
11. Perímetro Urbano e de Expansão urbana, com toponímia
12. Limite de Parques e Reservas, com toponímia
13. Toponímias de vilas, localidades e balneários

• **GRUPO CADASTRAL**

14. Cercas e muros
15. Escolas, Igrejas e Edificações de grande porte, com toponímia
16. Estádios, Ginásios, Quadras esportivas e piscinas, com toponímia
17. Parques, Praças e jardins, com toponímia

• **GRUPO HIDROGRAFIA**

18. Rios, córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
19. Toponímia de rios córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
20. Lagos, lagoas e barragens com toponímia
21. Pontes, bueiros e pinguelas.

**6.2.7.3 TELESC - Telecomunicações do Estado de Santa Catarina S.A.**

A implantação de sistemas de operação que automatizem funções e atividades de uma empresa de telecomunicações, requer a construção de bases de dados de grande porte, as quais são necessárias para a plena operacionalização dos módulos e aplicativos que compõem cada sistema. Tais bases de dados são, em geral, muito complexas e sua construção exige procedimentos custosos e demorados. O processo de formação das bases de dados, denominado 'conversão de dados' é crítico para o sistema em implantação, pois o desempenho do sistema dependerá da qualidade da sua base de dados, tanto do ponto de vista de sua concepção como dos dados nela registrados, que devem representar o mais fielmente possível a realidade (MAGALHÃES, 1994).

O Projeto SAGRE (Sistema Automatizado de Gerência de Rede Externa)- Mapeamento Automático/Gerência de facilidades (AM/FM) - é um esforço cooperativo do Sistema TELEBRÁS com o objetivo de prover as Operadoras Regionais de Telecomunicações (TELES), ferramentas que automatizem ao máximo os processos de planejamento, projeto, operação e manutenção de suas redes externas. Entende-se por rede externa as facilidades de rede que permitem levar das estações telefônicas aos assinantes os serviços de telecomunicações ofertados. O SAGRE foi desenvolvido sobre duas plataformas de *software* disponíveis comercialmente (MAGALHÃES, 1996):

- um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD); e
- um sistema de informações geográficas (SIG)

No caso do projeto SAGRE, as bases de dados são compostas de elementos que se caracterizam por informações alfanuméricas, gráficos e de conectividade, tornando o processo de conversão mais complexo do que nas situações tradicionais (MAGALHÃES, 1994).

O desafio enfrentado é permitir o uso simultâneo do banco de dados (gráfico e alfanumérico), por projetistas que executam transações longas e dependentes dos dados do cadastro e operadores, que interagem 'on line' com o sistema através de transações curtas mas, em número elevado (MAGALHÃES, 1996).

De acordo com a Especificação Técnica de Conversão de Dados do Projeto SAGRE, a conversão de dados para o Cadastro será baseada no cadastro de rede externa atual.

O **Desenho do Cadastro** é a representação da rede externa através de símbolos e códigos. Fazem parte desta representação as plantas cadastrais de redes aéreas, subterrânea e canalização e vários esquemáticos. Cada planta ou esquemático possui, no canto inferior direito, um **carimbo** com informações para sua identificação.

Além do cadastro de rede externa, podem ser utilizados dados de **Mapeamento Urbano Básico (MUB)**, disponíveis em arquivos em meio magnético, em formato ASCII, padrão gráfico DXF para sistema operacional DOS. A seguir são descritos os tipos de plantas e documentos que compõem o cadastro de rede externa a ser utilizado:

- **Planta Cadastral de Rede Aérea (PCRA):**

- Descrição: Desenho que indica no MUB as localizações reais dos cabos, postes, caixas terminais, potes de pupinização e outros equipamentos instalados na rede aérea, bem como os limites de seções de serviço, de área de estação e do município, além de numeração de imóveis.
- Escala: 1:1000 ou 1:500
- Formato: A0 (A zero)

• **Planta Cadastral de Canalização Subterrânea (PCCS):**

- Descrição: Desenho que indica no MUB as localizações reais de pedestais de armário de distribuição, caixas, canalizações subterrâneas e meio fio.
- Escala: 1:1000, 1:500 ou 1:250
- Formato: A1 (A um)

• **Planta Cadastral de Rede Subterrânea Integrada (PCRSI):**

- Descrição: Desenho que indica de forma esquemática, o trajeto, características e equipamentos de todos os cabos subterrâneos, desde o distribuidor geral (DG) da estação até a última subida de lateral.
- Escala: sem escala.
- Formato: A1 (A um)

• **Mapa Chave:**

- Descrição: Desenho que indica a área geográfica da cidade, dividida em retângulos que representam a área das plantas do mapa da cidade (MC). Os retângulos são subdivididos em quadrículas que representam as áreas de abrangência das PCRA.
- Escala: sem escala
- Formato: A1 (A um)

• **Mapa da Cidade:**

- Descrição: Desenho que indica no MUB, a localização das caixas e canalizações subterrâneas em traço unifilar, bem como os limites de seções de serviço, de área de estação e de área de tarifa básica (ATB).
- Escala: 1:5000
- Formato: A1 (A um)

• **Registro de Túnel de Cabos:**

- Descrição: Desenho que indica o túnel de cabos com informações de localização de ferragens, formação de dutos, percurso dos cabos, localização de emendas (cabeçotes), muflas, assim como identificação, características e distribuições de pares dos cabos alimentadores e troncos.
- Escala: 1:50
- Formato: A1 (A um)

• **Lay-out da Sala do DG:**

- Descrição: Desenho que apresenta a planta do Distribuidor Geral, com localização dos blocos verticais e horizontais, bastidores de pressurização e de extensores de enlace (EE) e repetidores de frequência de voz (RFV).
- Escala: 1:50
- Formato: A2 (A dois)

• **Lay-out do Bastidor:**

- Desenho: Desenho em forma de esquemático, que apresenta o conjunto de módulos de EE, de RFV e de supervisão.
- Escala: sem escala
- Formato: A4 (A quatro)

• **Listagem de Códigos de Logradouros**

- Descrição: Listagem que relaciona os nomes, códigos e tipos dos logradouros e os limites dos números de imóveis dos lados ímpar e par de cada lado do logradouro.

De acordo com documento fornecido (parceria com a prefeitura), são necessários para essa concessionária, vinte e dois planos de informação para a restituição aerofotogramétrica, além do apoio terrestre por rastreamento GPS e aerotriangulação, como segue:

• **GRUPO CONTROLE**

1. Contorno padrão A1
2. Limite do desenho
3. Malha de coordenadas 1:10.000
4. Toponímia de coordenadas 1:10.000
5. Legenda 1:10.000
6. Malha de coordenadas 1:2.000
7. Toponímia de coordenadas 1:2.000
8. Legenda 1:2.000

• **GRUPO LIMITES**

9. Limite Municipal, com toponímia
10. Perímetro Urbano e de Expansão urbana, com toponímia
11. Limite de Parques e Reservas, com toponímia
12. Toponímias de vilas, localidades e balneários

• **GRUPO CADASTRAL**

13. Escolas, Igrejas e Edificações de grande porte, com toponímia
14. Edificações em geral
15. Toponímia de edificações em geral
16. Estádios, Ginásios, Quadras esportivas e piscinas, com toponímia
17. Parques, Praças e jardins, com toponímia
18. Linhas de afastamento, com toponímia

• **GRUPO HIDROGRAFIA**

19. Rios, córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
20. Toponímia de rios córregos, canais, cachoeiras e corredeiras
21. Lagos, lagoas e barragens com toponímia
22. Pontes, bueiros e pinguelas.

### **6.2.8 Adaptação à Base Cartográfica Digital Comum**

A base de todos os procedimentos à implantação do georeferenciamento no planejamento urbano é o *Mapeamento Urbano Básico* (MUB). Este deve ser entendido como uma camada sobre a qual se apresentam os diversos elementos que condicionam a ocupação do território, onde se desenvolvem as atividades humanas e

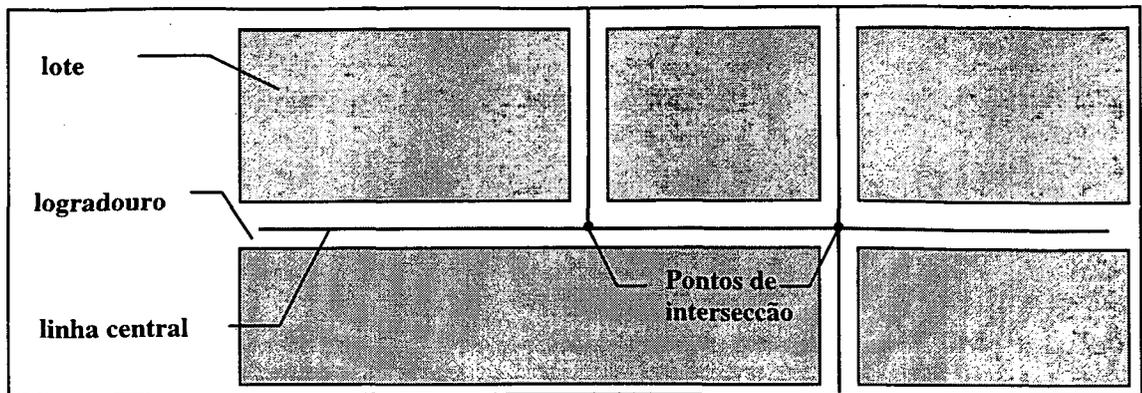
ocorrem os relacionamentos de ordem social e ambiental. O MUB constitui o conjunto de informações gráficas e alfanuméricas referentes à base cartográfica a ser utilizada, em geral relativa às plantas cadastrais. Também sobre esta base são desenvolvidas aplicações como gerenciamento de rede de telefonia, de energia elétrica e de distribuição de água. A modelagem do MUB varia de acordo com as necessidades e objetivos das aplicações do geoprocessamento nas diferentes instituições. Os diferentes usuários possuem diferentes percepções do mundo real, originando muitas vezes, modelos distintos para um mesmo problema, significando que aplicações diversas podem não compartilhar o mesmo modelo no desenvolvimento de suas aplicações (AGUIAR & MEDEIROS, 1996).

Para a prefeitura e concessionárias de serviços, considerou-se os principais elementos do MUB como sendo comuns à todos. Assim, um *logradouro* é qualquer rua, travessa, beco ou avenida, entre outros, constante no traçado urbanístico da cidade. Um logradouro é composto por um ou vários *segmentos de linha central*. Os segmentos de linha central, também chamados de trecho de logradouro ou *center line*, são linhas equidistantes de duas faces de quadra opostas, que passam ao longo do eixo dos logradouros e são delimitadas por pontos de intersecção (cruzamentos de ruas e esquinas) com outros logradouros. Nos pontos de intersecção, os elementos de linha central coincidem graficamente nas extremidades, formando uma rede de conectividade física. Cada linha central está associada ao nome e ao código do logradouro a que pertence. Estas linhas centrais, além de representarem os logradouros, também servem de referência geográfica para sua localização.

Outro elemento importante no modelo de dados do MUB é o *lote*. Um lote é simbolizado pelo seu perímetro completo com uma de suas faces voltada para o arruamento. No banco de dados, à cada lote estão associadas seus dados como numeração predial, proprietário, tipo de edificação, uso do imóvel, entre outros, complementados pelas informações referentes à cada concessionária, formando uma estrutura de dados georeferenciados.

A Figura 6.2 representa graficamente os conceitos de logradouro, linha central e lote.

Figura 6.2 - Representação gráfica de logradouro, linha central e lote.



A entidade *divisa de lote*, representa a testada de um determinado lote em uma determinada quadra. Cada instância desta entidade possui informações relativas ao número do lote na rua, à descrição da divisa e à quadra à qual o lote está associado. Para cada quadra são armazenadas as edificações de destaque nela localizadas.

As divisas de lote são adjacentes aos *eixos do logradouro*. Um eixo de logradouro é uma porção do logradouro definida entre dois cruzamentos consecutivos. Desta forma, um logradouro é formado por um ou mais eixos de logradouro e representa uma via pública. No banco de dados, para cada logradouro, são armazenadas informações como o código, o nome e seu título, entre outras.

As associações existentes entre os elementos *lote e linha central e logradouro e linha central* também representam associações integradas. Já o elemento *mapa cadastral de lote* passa a representar o conjunto de *quadras e logradouros* que compõem uma determinada localidade. As quadras são compostas por lotes, enquanto os logradouros são compostos por linhas centrais.

A determinação dos elementos comuns para os participantes foi baseada nas características de georeferenciamento destes elementos. Desta forma, a unificação básica dos mesmos, possuirá integridade semântica do ponto de vista de localização, o que é de extrema importância em aplicações georeferenciadas.

Na confecção dos planos de informação das concessionárias que possuem base cartográfica digitalizada e/ou restituída digitalmente, e que trabalham com sistemas *CAD*, utilizou-se bibliotecas digitais específicas das mesmas. Em algumas, foi necessário realizar edições pois as mesmas estão em caráter experimental e portanto, faltavam dados necessários à confecção dos planos de informação.

A parceria entre essas instituições torna visível a elevada qualidade dos produtos cartográficos, em função do intercâmbio de informações indispensáveis às suas

necessidades de planejamento e de gerenciamento. Exemplificando, a empresa de energia faz a ligação em um loteamento clandestino a nível de prefeitura, e posteriormente repassa as informações à mesma para a efetivação de sua regularização ou não da área. Com isso, a prefeitura tem condições, se legalizado o loteamento, de realizar sua amarração à Rede de Referência Cadastral Local, o lançamento do IPTU, entre outros. Por outro lado, a prefeitura pode comunicar a empresa de energia que o loteamento é clandestino e que não poderá ser legalizado, não devendo a mesma efetuar a ligação de energia na área.

### 6.2.9 Uso dos softwares de CAD / SIG

A utilização destes *softwares* foi de fundamental importância para a confecção dos mapas temáticos e níveis de informação georeferenciados, de maneira rápida e com elevada qualidade gráfica. A velocidade e a facilidade com que um desenho pode ser preparado, modificado e analisado usando-se um computador, oferece uma vantagem fenomenal sobre a preparação manual.

#### 6.2.9.1 Software de CAD - *Computing Aided Design* (AutoCAD®)

Os sistemas CAD são um conjunto de *hardware* e *software* para a automação do processo de construção de desenhos geométricos e projetos de engenharia, constituído geralmente por três módulos:

- a) *Módulo de Desenho*: conjunto de primitivas gráficas para desenhos de arcos, linhas, círculos, polígonos e pontos, que permitem construir todo o desenho por um processo interativo (sistema/usuário). Possui periféricos para captura das coordenadas cartesianas que definem as entidades gráficas.
- b) *Módulo de Edição/Manipulação*: rotinas computacionais (como eliminação, duplicação, união, divisão e rotação de objetos, inserção de textos elaboração de *layout*), para efetuar correções sobre o desenho construído. As funções de manipulação permitem navegação e ampliação de imagem, cálculos de área, perímetros e distâncias.

c) *Módulo de Reprodução*: rotinas para reprodução do desenho construído, em escalas e cores apropriadas, por meio de uma impressora ou *plotter*.

O desenho digital construído é composto por um conjunto de entidades gráficas armazenadas em camadas ou planos de informação (*layers*). Cada camada pode representar uma determinada classe do desenho, podendo ser manipulada, editada, visualizada ou reproduzida de forma integrada ou individual.

Seu uso efetivo trouxe versatilidade na confecção de mapas, facilitando a fase de edição e atualização. No entanto, o CAD nada executa automaticamente, sendo um sistema meramente gráfico.

O padrão mais adotado hoje para intercâmbio de informações gráficas é o *DXF* (*Drawing eXchange Format*), definido pela empresa americana Autodesk como subsídio à importação e exportação de gráficos para seu sistema de desenho assistido por computador, o AutoCAD®. Entretanto o *DXF* tem limitações para representação e transferência de atributos associados às entidades gráficas, não tendo preocupação quanto à topologia de representação gráfica e quanto à consistência do conteúdo de cada camada (*layer*), ao contrário do que se espera em um SIG, que cada camada deveria conter apenas um tipo de objeto.

Os problemas característicos no trabalho realizado em um sistema CAD, é que a distribuição em camada não corresponde a que é necessária a um SIG, p. ex., se as edificações e lotes estão em uma mesma camada e se deseja sua separação em outras, o lado coincidente (edificação e lote) deverá ser redesenhado na nova camada correspondente.

Também as limitações dos sistemas CAD, quanto a forma de armazenamento de entidades gráficas, podem gerar grandes diferenças entre a informação para SIG e a produzida pelo CAD. A separação de entidades gráficas em camadas por esses sistemas, não corresponde necessariamente, a uma estrutura de banco de dados como no SIG. Quando necessita-se converter dados CAD para SIG, o CAD está despreparado para gerenciar dados de um nível como entidades pertencentes a um mesmo modelo de dados, além de dispensar o gerenciamento de relações topológicas entre os objetos, ao contrário do SIG.

### 6.2.9.2 Software de SIG - Sistemas de informações Geográficas (ARC/INFO®)

O *software* ARC/INFO® é superior em relação a outros sistemas quanto à detalhes e funções para lidar com arquivos pesados e integração a outros dados, não apenas digitalização em *desktop*. O *software* faz operações como conversão *raster/vector*, ligação de margens, automação, análises de dados e mapas de alta qualidade, entre outros.

Este sistema, prioritariamente vetorial, alia avançadas estruturas topológicas para explicitar o relacionamento espacial entre entidades e símbolos da realidade geográfica em observação à estrutura de dados relacionais, que viabilizarão a associação de atributos aos símbolos gráficos utilizados (ponto, linha, polígono e anotação) elevando-os, mediante o fornecimento dessa inteligência aos símbolos em questão, à condição de efetivos modelos estatísticos e/ou dinâmicos da realidade em estudo.

O primeiro passo em um projeto de SIG é criar uma base de dados do mapa digital. Para mapas serem automatizados, é necessário ser explícito sobre a informação a ser armazenada, como serão estruturados e gravados os dados, e qual é a expectativa de uso da base de dados do mapa. O SIG tem um modelo de dados específico para representação de mapas no computador.

Uma vez entendido como os mapas digitais são criados e armazenados é possível iniciar a construção da base de dados necessária para a realização do projeto.

Uma estrutura básica permite ao SIG responder os tipos de problemas e soluções das tarefas requeridas pelos usuários, como (THE ARC/INFO METHOD, 1990):

#### 1. Conceitos de Mapa Básico - Há dois tipos básicos de informação em mapas:

- ❑ Informação espacial descrevendo a situação e forma das feições geográficas e seus relacionamentos espaciais à outras entidades; e a
- ❑ Informação descritiva sobre estas feições.

a) *Feições de um mapa*: A informação transmitida por um mapa é representada graficamente como uma série de componentes do mesmo. A informação locacional é representada por **pontos**, com feições tais como poços e polos de telefones; **linhas**,

com feições como rodovias, riachos e redes de utilidades; e **áreas**, com feições como lagos, limites municipais e regiões censitárias;

- Feições de ponto: É representada por uma locação discreta definindo um objeto do mapa cujo limite ou forma é muito pequeno para ser mostrado como uma linha ou uma feição de área. Ou, deve representar um ponto que não tem área, como a elevação do pico de uma montanha. Um símbolo especial geralmente descreve uma locação de ponto;
- Feições de linha: É uma série de coordenadas ordenadas que, quando conectada, representa a forma linear de um objeto de um mapa muito limitado para ser mostrado como uma área. Ou, deve ser uma feição que não tenha espessura, como uma linha de contorno. No ARC/INFO®, linhas são indicadas também como arcos;
- Feições de área: É uma figura fechada cujo limite engloba uma área homogênea, como um estado, cidade ou um corpo d'água.

b) *Relacionamentos Espaciais* - O relacionamento espacial entre feições de um mapa são também representadas graficamente sobre o mesmo, mas dependem de um 'map reader' para interpretá-las. Por exemplo, pode-se olhar para um mapa e dizer se uma cidade está muito próxima a um lago; encontrar a distância relativa ao longo de rodovias entre duas cidades, como também o caminho mais curto para se chegar à elas; identificar o hospital mais próximo e as ruas usadas para dirigir-se até lá; estimar a elevação de um lago pelas linhas de contorno circunvizinhas, entre outras. Este tipo de informação não está representada explicitamente no mapa. Ao contrário, deve-se derivar ou interpretar este relacionamento espacial dos mapas gráficos.

c) *Símbolos e Níveis representam a Informação Descritiva* - Como o *display* gráfico, os mapas representam expressivamente locações de feições e suas características, assim as interpretações podem ser feitas facilmente. As características de feições de mapas, ou seja, seus atributos, são representados como símbolos gráficos. Por exemplo, ruas são desenhadas com várias espessuras de linhas, padrões, cores e níveis, representando diferentes tipos; riachos são desenhados com linhas azuis e são classificados com seus nomes; locações de escolas são descritas usando-se um símbolo especial; lagos são sombreados de azul; áreas florestais, verde; etc. Deste

modo, as feições geográficas podem ser mostradas simultaneamente com seus dados descritivos associados.

## 2. Armazenando Dados Geográficos:

Uma base de dados de um mapa digital consiste em dois tipos de informação: espacial e descritiva. Estas são armazenadas como uma série de arquivos no computador e contém outras informações descritivas ou espaciais sobre as feições do mapa. O poder de um SIG consiste em ligar estes dois tipos de dados e em manter o relacionamento espacial entre as feições do mapa. Esta integração de dados abre um caminho para variadas e poderosas formas de ver e analisar seus dados. Pode-se acessar a informação na base de dados tabular através do mapa, ou se gerar mapas baseados sobre estas informações.

*a) Topologia:* Em mapas digitais, os relacionamentos espaciais são descritos usando-se topologia, que é um procedimento matemático para defini-los explicitamente. Para os mapas, a topologia define conexões entre características, identifica polígonos adjacentes e pode definir características, tais como uma área ou como uma série de outras (linhas).

Os tres maiores conceitos topológicos de SIG do ARC/INFO® são:

- Arcos conectam-se um ao outro como nós (conectividade);
- Arcos que conectam-se em torno de uma área definem um polígono (definição de área);
- Arcos tem direção e lados esquerdo e direito (contigüidade).

- *Conectividade:* Por definição, os pares de pontos  $x$ ,  $y$  ao longo do arco, chamados *vértices*, definem a forma do arco. Os pontos finais do arco são chamados *nós*. Cada arco tem dois nós: um 'do-nó' e um 'para-nó'. Arcos podem juntar-se somente em seus pontos finais, ou nós. O ARC/INFO® sabe que, por ajuste, todos os arcos que encontram qualquer nó, se conectam um ao outro.

- *Definição de Área:* Polígonos são representados como uma série de coordenadas  $x,y$  que se conectam para circundar uma área. Alguns sistemas armazenam polígonos nesse formato. O ARC/INFO® entretanto, armazena os arcos definindo o polígono, ao

contrário do que uma série fechada de pares x,y. Uma lista de arcos que completa cada polígono é também armazenada e usada para construir o polígono quando necessário.

- *Contigüidade*: Por causa que cada arco tem direção (um 'do-nó' e um 'para-nó'), o ARC/INFO® mantém uma lista de polígonos nos lados esquerdo e direito de cada arco. Assim, todos os polígonos dividindo um arco comum são adjacentes.

b) *Organizando Informações de Mapas*: As feições de mapas são organizadas logicamente dentro de uma série de camadas ou planos de informação (*layers*). Um mapa-base pode ser organizado em camada tais como, riachos, solos, redes de utilidades e limites administrativos. Adicionalmente, áreas muito pequenas, comumente correspondendo à mapas em folhas de papel, podem muitas vezes serem combinadas espacialmente em unidades maiores ou 'área de estudo'. Cada camada no ARC/INFO® é chamada '*coverage*' (cobertura), que consiste de feições geográficas ligadas topologicamente e seus dados descritivos associados armazenados como um mapa automatizado.

c) *Representando dados descritivos no computador*: Atributos descritivos associados com feições de mapas são armazenados no computador muito similarmente como as coordenadas são armazenadas. Por exemplo, os atributos para uma série de linhas representando rodovias podem incluir *tipo de rodovia, material da superfície, espessura, numero de acessos e nome*.

- *Tabela de Atributos de Feições*: O ARC/INFO® armazena a informação descritiva para uma feição em um arquivo de dados tabular em que um '*registro*' armazena toda a informação sobre uma ocorrência de uma feição (um ponto, arco ou polígono) e um '*ítem*' armazena um tipo de informação (atributo) para todas as feições na base de dados. Estes arquivos são conhecidos como *Tabela de Atributos de Feições*.

d) *Conectando atributos e feições* - Há tres características notáveis nesta conexão:

- Um relacionamento um-a-um entre feições no mapa e registro na tabela de atributos de feições;
- A ligação entre a feição e o registro é mantido através do identificador único atribuído para cada feição;

- O identificador único é fisicamente armazenado em dois lugares: nos arquivos contendo o par de coordenadas x,y e com o registro correspondente na tabela de atributos de feições. O ARC/INFO® automaticamente cria e mantém esta conexão.

Uma vez que esta conexão é estabelecida, pode-se perguntar para mostrar no mapa informações de atributos, ou criar um mapa baseado nos atributos armazenados na tabela de atributos de feições. No Quadro 6.4 mostra-se os mais importantes conceitos de armazenamento de dados de SIG e sucintamente, como o ARC/INFO® implementou-os.

**Quadro 6.4 - Armazenamento e implementação de dados no software ARC/INFO®.**

Fonte: The ARC/INFO Method, 1992.

SIG - CONCEITOS		ARC/INFO® - IMPLEMENTAÇÃO
<i>tipos de informação em mapas:</i>		
especial descritiva		ponto, arco e feições de polígonos caracteres ou feições de atributos numéricos
armazenamento de dados espaciais		pontos - pares de coordenadas x,y arcos - series de pares de coordenadas x,y polígonos - séries de arcos englobando uma área
topologia		conectividade - lista de arcos conectados à cada nó definição de área - lista de arcos definindo um polígono contigüidade - polígonos dos lados esquerdo/direito do arco
armazenamento de dados descritivos		registro e ítem em uma base de dados tabular
associando dados espaciais e dados descritivos		identificador único armazenado em dois lugares: com o dado espacial e com o dado descritivo na base de dados tabular

### 6.2.10 Integração entre prefeitura, concessionárias e usuários comuns

Por uma questão de racionalização de esforços, a solução mais indicada para que uma parceira se torne efetivamente concreta, é a cooperação. Estas instituições buscam fazer parcerias para garantir o acesso à informações que permitam compor uma base cartográfica digital comum necessária para apoiar o georeferenciamento de suas informações. É importante que a prefeitura se prepare, adquirindo conhecimentos em Geoprocessamento, para extrair maiores benefícios da parceria. Desta forma, a prefeitura se tornará um parceiro ativo nas negociações com as concessionárias e poderá

interferir nos rumos do trabalho de modo a obter informações mais adequadas às suas necessidades. As negociações poderão incluir possibilidades de interferências por parte do município, na distribuição dos recursos das concessionárias destinados à cidade. Com isto, a administração municipal por meio dos instrumentos de planejamento urbano, consegue melhorar os rumos do crescimento da cidade. As necessidades também podem ser melhor delineadas, desenvolvendo-se uma visão crítica sobre as informações disponíveis e a maneira como são acessadas. Em seguida, com base na análise das aplicações pretendidas e prioridades do governo, determinar maneiras de compor a base de dados mais adequada aos objetivos da administração (DAVIS Jr., 1995).

As parcerias são sempre encaradas como uma oportunidade de racionalização de esforços com vantagens óbvias para todos. Mas a efetivação da parceria e o mais importante, a sua manutenção satisfatória, exigem mais que paciência, disposição técnica e vontade política. Essencial é o bom senso. Para a Administração Pública e concessionárias de serviços públicos, a adesão à proposta de unificação da base cartográfica digital, visando a implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário como base de apoio à Sistemas de Informações Geográficas, propiciará uma drástica redução dos esforços e dos custos para a disponibilização de informações indispensáveis ao auxílio na tomada de decisão de forma eficiente e qualitativa, agilizando o processo de planejamento urbano e prestação de serviços a partir de dados constantemente atualizados. Para o usuário comum, o fato inédito do acesso rápido e eficiente à informação georeferenciada em formato digital de seu município, será uma maneira de consulta para seus requerimentos, que atualmente, são extremamente dificultados pela burocracia dominante nas instituições.

## 7 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo analisam-se os resultados obtidos através dos dados levantados, ferramentas utilizadas e a consecução dos objetivos propostos, subdividindo-os em partes, analisadas quanto:

- a) às necessidades de cada participante;
- b) às necessidades em comum;
- c) à divisão de custos;
- d) às escalas convenientes à cada participante;
- e) à conveniência de superávit vs. deficiência em qualidade;
- f) à conversação entre os participantes;
- g) à atualização como apoio à integração;
- h) aos objetivos específicos;

Comprovou-se o valor do Cadastro Técnico Multifinalitário em base cartográfica digital comum, em escala grande 1:2.000, na integração entre Prefeitura Municipal e concessionárias de serviços, objetivando-se o detalhamento do planejamento físico-territorial urbano pela Prefeitura, e também o detalhamento de plantas de serviços e operações, referentes à gerência, planejamento e execução dos projetos propostos pelas concessionárias.

A existência de um Cadastro Técnico Multifinalitário como base de apoio à Sistemas de Informações Geográficas em sistema de condomínio entre prefeituras e concessionárias, preenche uma lacuna existente no planejamento tradicional, oferecendo maior detalhamento e diversidade de informações constantemente atualizadas.

Com todo investimento feito pela Prefeitura Municipal de São José-SC, para a implantação do Cadastro Técnico Urbano, espera-se que além da constante atualização de informações, aumente a arrecadação tributária e se extraia o máximo de possibilidades de sua utilização.

Alguns problemas contratuais entre a prefeitura municipal e a empresa executora da cartografia digital e cadastro, prejudicaram consideravelmente o acesso aos dados necessários, pois o voo fotogramétrico foi realizado em julho de 1995 e até o momento pouco material utilizável para o planejamento estava disponível na prefeitura.

## **7.1 NECESSIDADES DE CADA PARTICIPANTE**

### **7.1.1 PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ**

Através do levantamento de informações e pelos documentos fornecidos pela prefeitura, foi possível identificar as necessidades relativas à 'Base Cartográfica' - a qual representa graficamente o meio físico - e localizar geograficamente os elementos restituídos através de coordenadas. Isto possibilitou uma correlação espacial precisa entre estes elementos e todos os outros dados geográficos, como também, a 'Planta Cadastral Imobiliária' composta por unidades espaciais organizadas em quadras com divisas de propriedades (lotes ou parcelas) e ruas (logradouros), divididas por trechos.

Os imóveis urbanos, unidades territoriais elementares da estrutura fundiária de uma cidade, quando associadas à características do terreno e alguns atributos especiais (paisagem, infra-estrutura, equipamentos urbanos) criam, como produto final, extraordinário banco de informações que, apresentado de forma gráfica, permite fácil manuseio pelas diversas instituições governamentais e comunidade (LOPES, 1996).

Há a necessidade de que o gerenciamento da Base Cartográfica Digital Comum seja executado pela Prefeitura Municipal, porque os elementos essenciais de planejamento urbano possuem características geográficas peculiares à cada município. Sendo assim, a prefeitura terá maior interesse no levantamento destes elementos, ao contrário das concessionárias, as quais os deixarão em segundo plano, pois não são indispensáveis ao seu gerenciamento - o qual pode ser centralizado - havendo lentidão no repasse das informações atualizadas, caracterizando assim, um gerenciamento ineficiente. Conseqüentemente, a Base Cartográfica Digital Comum, tornar-se-á padrão à esta concessionária à qual esteja vinculada.

### **7.1.2 CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A.**

Através do levantamento de informações e pelos documentos fornecidos pela empresa, foi possível identificar as necessidades relativas à Base Cartográfica representando graficamente:

- *Planta Hidráulica e Sanitária (Base Cartográfica)*: percurso das tubulações, sentidos de fluxo, cotas de terreno, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos.

- *Planta Hidráulica e Sanitária (Planta de Serviço)*: percurso das tubulações, sentidos de fluxo, cotas de terreno, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos. Possui detalhamento geral e especial (nós).

Como a empresa ainda está em fase de desenvolvimento do 'Projeto de Modernização do Setor de Saneamento (*Metodologia para Avaliação e Identificação de Subprojetos*), os planos de informação para essa concessionária, foram confeccionados adequando-os à escalas, formatos e conteúdos, de acordo com os cadastros analógicos existentes.

### 7.1.3 CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.

Através do levantamento de informações e pelos documentos fornecidos pela empresa (Projeto Genesis), foi possível identificar as necessidades relativas ao *Sistema de Distribuição da Rede Aérea* contendo as seguintes informações:

- *Nível Base Cartográfica*, edificações notáveis, quadras, usos especiais do solo e limites definidos e indefinidos.
- *Nível Sistema Elétrico*, cadastro da rede, como: posteamento, número do consumidor, transformadores, aterramento, tipo de luminária, etc.
- *Nível Rota*: número da rota, sentido da leitura, logradouro, nome e número da edificação.

Quanto ao *Sistema de Distribuição da Rede Subterrânea*, seria possível sua representação, entretanto, o município ainda não dispõe efetivamente deste sistema.

### 7.1.4 TELESC - Telecomunicações de Santa Catarina S.A.

Através do levantamento de informações e pelos documentos fornecidos pela empresa (Projeto SAGRE), é possível identificar as necessidades relativas à:

- *Planta Cadastral de Rede Aérea (PCRA)*: localizações reais dos cabos, postes, caixas terminais, potes de pupinização e outros equipamentos

instalados na rede aérea, bem como os limites de seções de serviço, de área de estação e do município, além de numeração de imóveis.

- *Planta Cadastral de Canalização Subterrânea (PCCS)*: localizações reais de pedestais de armário de distribuição, caixas, canalizações subterrâneas e meio fio.
- *Planta Cadastral de Rede Subterrânea Integrada (PCRSI)*: indica de forma esquemática o trajeto, características e equipamentos de todos os cabos subterrâneos, desde o distribuidor geral (DG) da estação até a última subida de lateral.
- *Mapa Chave*: indica a área geográfica da cidade, dividida em retângulos que representam a área das plantas do mapa da cidade (MC). Os retângulos são subdivididos em quadrículas que representam as áreas de abrangência das PCRA.
- *Mapa da Cidade*: localização das caixas e canalizações subterrâneas em traço unifilar, bem como os limites de seções de serviço, de área de estação e de área de tarifa básica (ATB).
- *Registro de Túnel de Cabos*: indica o túnel de cabos com informações de localização de ferragens, formação de dutos, percurso dos cabos, localização de emendas (cabeçotes), muflas, assim como identificação, características e distribuições de pares dos cabos alimentadores e troncos.
- *Lay-out da Sala do DG*: apresenta a planta do distribuidor geral, com localização dos blocos verticais e horizontais, bastidores de pressurização e de extensores de enlace (EE) e repetidores de frequência de voz (RFV).
- *Lay-out do Bastidor*: esquemático que apresenta o conjunto de módulos de EE, de RFV e de supervisão.
- *Listagem de Códigos de Logradouros*: Listagem que relaciona os nomes, códigos e tipos dos logradouros e os limites dos números de imóveis dos lados ímpar e par de cada lado do logradouro.

## 7.2 NECESSIDADES EM COMUM

A tecnologia disponível já apresenta uma grande flexibilidade e adaptabilidade, mas persiste a necessidade de se definirem orientações e estratégias que

permitam uma abordagem integrada. A definição teórica e formal de um conjunto de procedimentos visa fornecer um apoio para essa integração facilitando o entendimento e compatibilização das diferentes perspectivas e agentes envolvidos.

Pelo levantamento de informações nas instituições participantes da proposta de unificação da base cartográfica digital e pelo documento fornecido pelas mesmas, há um significativo número de exigências comuns relativas à base cartográfica, como a quantidade de níveis a ser restituída digitalmente, escalas, entidades, atributos, confiabilidade das informações, manutenção e atualização permanente das mesmas, entre outras.

Assim, é plenamente viável a operacionalização em uma Base Cartográfica Digital Comum realizada através de uma parceria entre prefeitura municipal e concessionárias de serviços públicos. No entanto, é indispensável que exista 'vontade política' e superação das 'brigas de egos' existentes, visando a produtividade dos órgãos participantes e também a qualidade de vida da população em geral.

### **7.3 DIVISÃO DE CUSTOS**

A quantidade de níveis de informações e exigências comuns entre prefeitura e concessionárias de serviços públicos no projeto de Sistema de Informações Geográficas são consideráveis, podendo-se com isso, definir os percentuais de custo para cada órgão envolvido.

Com o investimento feito pela Prefeitura Municipal de São José-SC contratando o vôo aerofotogramétrico, mapeamento em meio digital e o levantamento cadastral imobiliário da área de interesse e posteriormente a implantação do Cadastro Técnico Urbano, não seria justo para o município ceder sua Base Cartográfica Digital e banco de dados gratuitamente à outras instituições.

Como não existem referências para a definição de parâmetros de estimativa de custos, pode-se firmar convênios com o objetivo de classificar as informações segundo restrições de acesso (confidencial, reservado, restrito, público, livre) e uso (essencial, complementar), caracterizando o acervo e a forma de acesso e uso das informações de cada órgão, para posteriormente, através dessas especificações indicar a fração de custo à cada participante.

Há a possibilidade de que o custo da base cartográfica digital para as concessionárias de serviços públicos, possa ser quantificado em percentual, em função do consumo dos produtos e serviços que a prefeitura municipal vier a usufruir de cada concessionária.

Outra possibilidade é o exemplo do município de Florianópolis, que está firmando contrato para a divisão dos custos visando a obtenção de base cartográfica digital comum em parceria com as concessionárias de serviços, onde foram divididos os percentuais em função dos planos de informação de interesse à cada participante. A proposta prevê, inicialmente, a divisão de percentuais equivalentes à precisão e à quantidade de planos de informação à cada participante, assim distribuídos:

- ❑ 50,96% (cinquenta vírgula noventa e seis por cento) para a prefeitura;
- ❑ 28,42% (vinte e oito vírgula quarenta e dois por cento) para a concessionária de águas;
- ❑ 10,31% (dez vírgula trinta e um por cento) para a concessionária de energia; e
- ❑ 10,31% (dez vírgula trinta e um por cento) para a concessionária de comunicações.

No caso das concessionárias de serviços, a divisão de percentuais de custo para a obtenção da base cartográfica digital comum não poderá ser equivalente, uma vez que a concessionária de águas necessita base cartográfica com maior precisão e detalhamento (cotas, curvas de nível, etc.) a qual deverá ter, em contra-partida, um maior desembolso em relação às outras concessionárias.

#### **7.4 ESCALAS CONVENIENTES À CADA PARTICIPANTE**

No documento fornecido pelos participantes da proposta de unificação da base cartográfica digital, as escalas convenientes à cada instituição já estavam identificadas, facilitando sobremaneira o trabalho de confecção dos planos de informação. Estas escalas estão ligadas diretamente à escala da base cartográfica restituída em meio digital (1:2.000) para a prefeitura, isto é, a partir da escala da base cartográfica, é realizada a ampliação e/ou redução das escalas desejadas.

Vale salientar que a variação da ampliação e/ou redução das escalas não é significativa, considerando-se que a *escala grande* requerida por algumas instituições é

1:1.000 (e em alguns desenhos esquemáticos, escala 1:500). O detalhamento de algum ponto nas redes de distribuição, quando necessário, é realizado ampliando-se ainda mais a base cartográfica, em escala 1:20 - se o fechamento de polígonos for mantido - ou realizado um novo desenho independente da base cartográfica.

Por outro lado, a escala pequena tem variação até a escala 1:10.000, requerida por algumas instituições, onde são identificadas apenas as macro-regiões, não encontrando problemas significativos, pois a redução equivale a cinco vezes à escala original.

Para as concessionárias de serviços públicos, é possível que a base cartográfica na escala 1:1.000 seja mais conveniente. No entanto, foi tecnicamente viável a utilização da base cartográfica em escala 1:2.000.

Entretanto, não se pode conceber, que em determinadas instituições, geram-se mapas em escala 1:750.000 a partir de levantamentos aerofotogramétricos realizados em escala 1:25.000, ou seja, uma redução de trinta vezes a escala original, acarretando problemas de ilegibilidade e/ou interpretação, desperdício de recursos, entre outros. A solução seria a utilização de imagens de satélites em escala 1:250.000 e reduzi-las três vezes, obtendo-se assim, o detalhamento desejado.

## **7.5 CONVENIÊNCIA DE SUPERÁVIT vs. DEFICIÊNCIA EM QUALIDADE**

Percebe-se que a realização de um trabalho em parceria como a contratação conjunta de levantamentos aerofotogramétricos e conseqüente restituição em meio digital da base cartográfica para uso comum, reduz sensivelmente o preço final individual à cada participante.

Por outro lado, se uma concessionária de serviços públicos dispuser de um orçamento 'X' para o desenvolvimento de um projeto de Cadastro Técnico individual, onde o mesmo terá um custo superior ao orçamento disponível, por exemplo '2X', será realizado um trabalho inferior à qualidade necessária relativa às suas exigências, em função da diminuição de planos de informação restituídos e suas respectivas entidades, entre outros.

O município de Florianópolis estuda a divisão dos percentuais de custos em função dos planos de informação de interesse à cada participante, onde foram eliminados vários itens da restituição digital necessária, em conseqüência dos mesmos

disponem de poucos recursos para a efetivação do Cadastro Técnico apoiado em base cartográfica digital comum.

Vale salientar que, esta parceria discute a contratação de um vôo fotogramétrico em escala 1:15.000 e restituição digital em escala 1:5.000, com o objetivo de compor uma base cartográfica digital única. Entretanto, sabe-se que a escala final restituída, ou seja, 1:5.000, não preenche os requisitos mínimos necessários à efetivação do Cadastro Técnico Urbano, em função da impossibilidade de representação de características intra-lotes.

## **7.6 CONVERSAÇÃO ENTRE OS PARTICIPANTES**

A informação disponibilizada em um Sistema de Informações Geográficas - SIG, com base cartográfica digital comum em escala 1:2.000, caracteriza-se por entidades geográficas ou espaciais tais como uma área na região urbanizada do município com as respectivas coordenadas geográficas, o uso do solo, a rede viária, a rede de distribuição de energia, de água, de telecomunicações, etc. As informações podem ser de natureza gráfica (a composição de novos mapas gerados pelo cruzamento entre mapas temáticos e/ou planos de informação) ou alfanumérica (dados de natureza diversa armazenados em sistemas de banco de dados) e também, imagens digitalizadas (fotografias aéreas, de satélites, etc.).

As condições de acesso à essas informações, o tipo de informação disponível, a natureza e as vias de acesso às bases de dados, são definidas pelas concessionárias de serviços e prefeitura, as quais são produtoras e/ou detentoras dessas informações.

Cada órgão detém e é responsável pela informação que fornece ao banco de dados, viabilizando o acesso à informação através de mecanismos de consulta e assegurando a padronização da apresentação dos dados disponíveis, visando a garantia da segurança e da confiabilidade da informação. O acesso à base de dados comum pode ser organizado por temas, sobre a informação alfanumérica geo-referenciada e em formato digital, a qual é desenvolvida pelos parceiros e permite consultas à base de dados gráficos e alfanuméricos.

Com isso, o aspecto inovador do trabalho, é conter fontes de informação geo-referenciada em formato digital (base de dados gráfica e alfanumérica) baseado em informação distribuída.

## 7.7 ATUALIZAÇÃO COMO APOIO À INTEGRAÇÃO

A dinâmica da modificação de áreas terrestres acarreta uma contínua desatualização da base cartográfica. Durante sua elaboração, a integridade da informação entra em deterioração desde a etapa da tomada das fotografias aéreas.

Ao final da cobertura aerofotogramétrica, algumas imagens dos fotos podem não mais representar a realidade terrestre. Esta desatualização prossegue durante o apoio geodésico e topográfico, aerotriangulação e restituição. Geralmente, na edição preliminar dos arquivos magnéticos para verificações de campo e complementares da reambulação já encontram-se mudanças significativas.

No Brasil, trabalhos de restituição da cartografia em meio digital ocorrem anos após o término do vôo fotogramétrico, concluindo-se que há impossibilidades de recuperação da integridade da informação fotogramétrica e seus desdobramentos. Assim, é grande a preocupação quanto à implementação de programas de atualização cartográfica, pois o tema, geralmente, é deixado a um plano secundário. A base cartográfica pode ser atualizada por vários processos diferentes, destacando-se dois importantes (TAVARES, 1993):

- a) *Processo Contínuo*: são identificados todos os agentes modificadores, os quais são cadastrados no próprio SIG, tais como transportes, saneamento básico, meio ambiente, suprimentos de água e de gás, geração e suprimento de energia elétrica, telecomunicação, empresas privadas da construção civil, entre outros;
- b) *Processo Periódico*: são elaborados programas de atualização, baseados na utilização de imagens fotogramétricas combinadas com imagens de sensores orbitais, ou mesmo, aerotransportados. No sentido macro, imagens de satélites são úteis para identificar e delimitar modificações significativas, como a implantação de novas vias, distritos industriais, grandes áreas de lazer, remoção de favelas,

retificações de cursos d'água, grandes travessias, etc. Servem ainda para atualizações das bases em escalas 1:50.000 e menores.

No detalhe, porém, somente coberturas aerofotogramétricas estão aptas a solucionar o problema no enfoque integrado, ou levantamentos convencionais para pormenores localizados.

O ideal é se adotar procedimentos combinados, usando-se todas as modalidades, cada uma adequada ao grau de modificações, no enfoque macro e microrregional e ao tipo e dimensões da modificação, levando-se em conta aspectos específicos dos acidentes da sub-área.

Estabelecer uma estrutura adequada de gerenciamento e manutenção da base cartográfica e das suas articulações com todo o complexo que envolve as atividades do Geoprocessamento, é uma tarefa difícil que exige treinamento de pessoal, desenvolvimento tecnológico, equipamentos e metodologias eficientes, o que resulta na necessidade de investimentos. É indispensável que nesta parceria se estruture um eficiente esquema de informações funcionando permanentemente (conhecida a modificação, é preciso levantá-la e atualizá-la, inserindo-a na base de dados). E que, todas as operações relativas ao processo de manutenção e atualização dos elementos informacionais, se desenvolvam em uma estrutura descentralizada, apoiando-se nas equipes técnicas de cadastro da prefeitura e das concessionárias componentes do sistema. Para que todos os usuários desfrutem dessa gama de informações, é necessário que exista um apoio integrado na constante manutenção e atualização dos dados.

## **7.8 QUANTO AOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Com a confecção dos planos de informação e mapas temáticos, através das bibliotecas digitais de símbolos e pelos cadastros analógicos fornecidos pelos participantes, foi possível demonstrar o tipo de informação gráfica necessária à prefeitura e concessionárias de serviços públicos.

Através de manipulação da simbologia gráfica das entidades de mapeamento urbano básico, das entidades cadastrais e dos dados das redes de distribuição, foi possível demonstrar como o fluxo e o cruzamento de informações entre concessionárias de serviços públicos e prefeituras municipais propiciam a agilização de problemas de planejamento e gerência através de consultas rápidas e confiáveis.

## 8 CONCLUSÕES

Apresentam-se nesse capítulo as conclusões absorvidas no uso de um Cadastro Técnico Multifinalitário como base de apoio à Sistemas de Informações Geográficas, conforme análises efetuadas anteriormente e também considerando-se os diversos temas abordados.

### 8.1 Quanto ao uso de SIG - Sistemas de Informações Geográficas

O surgimento dos Sistemas de Informações Geográficas foi um marco dentro das Geociências, tendo desenvolvimento simultâneo com outras ciências e dentro destas, de técnicas sofisticadas de análise e tratamento de informações gráficas e alfanuméricas. Seu desenvolvimento pode ser vinculado aos avanços na Cartografia, Geografia e Informática.

As concessionárias de serviços públicos são usuárias potenciais de sistemas SIG, pela grande massa de dados que gerenciam na área de redes de infraestrutura. As prefeituras municipais fazem parte de um grupo cada vez maior de usuários de geoprocessamento. As potencialidades da tecnologia se aplicam a praticamente todas as áreas da administração municipal, dando respaldo às decisões e embasamento para planejamento de áreas vitais como saúde, urbanismo, tributação, transporte coletivo e muitas outras.

Entretanto, apesar de todo este esforço, observam-se dificuldades na implantação desta tecnologia em prefeituras municipais, devido principalmente à:

- a) falta de vontade política;
- b) desinformação dos decisores políticos;
- c) indefinição de instrumentos que assegurem a continuidade do projeto até sua efetiva implantação;
- d) imagem negativa de experiências mal sucedidas;
- e) escassez de recursos financeiros, tecnológicos e humanos;
- f) falta de integração entre as secretarias;
- g) falta de base cartográfica adequada;
- h) duplicidade e confiabilidade de informações;
- i) falta de acultramento, entre outras.

No entanto, estas dificuldades podem ser superadas por um planejamento estratégico adequado, resultando na eliminação de deficiências, observando-se as condicionantes pré-existentes e ao mesmo tempo, usufruindo-se as potencialidades e recursos da administração municipal. Isto, aliado à conscientização dos usuários e à assessoria de técnicos capacitados, torna visível as vantagens da aplicação da tecnologia para o desenvolvimento dos municípios. É indispensável que as prefeituras tenham ampla visão dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, os quais tem fundamental importância para a implementação de um SIG.

A tecnologia SIG tem uma característica multidisciplinar que a torna complexa e requer conhecimento abrangente dos temas relacionados. Geralmente este aspecto dificulta o acesso da maior parte das pessoas, restringe sua compreensão, limitando a aplicação correta.

## **8.2 Quanto ao CTM - Cadastro Técnico Multifinalitário**

A grande ocupação de áreas de risco nas cidades pelas construções clandestinas, onde sua ocupação é proibida por lei é, atualmente, apenas um exemplo da deficiência do monitoramento da ocupação e uso do solo baseada em mapas acurados.

O CTM é a ferramenta mais eficaz para o planejamento urbano, por caracterizar-se de um conjunto de mapas com elevada acurácia associados à mapas temáticos, os quais são analisados conjuntamente para posterior tomada de decisão. Estes mapas podem ser confrontados com imagens aéreas (satelitárias ou convencionais) extraíndo-se grande volume de informações para o monitoramento da expansão urbana, aumentando consideravelmente sua eficiência, quando se dispõe de uma base cartográfica acurada e detalhada, executada através de métodos fotogramétricos.

É impraticável a implantação de um SIG em municípios, sem que antes estejam disponíveis informações requeridas para cada usuário, como também os objetivos pretendidos. A implantação de um Cadastro Técnico Multifinalitário faz-se então necessária, pois além de auxiliar na definição do banco de dados, permite também, uma sensível redução nos custos envolvidos para sua obtenção.

Na administração de um município, a informação confiável é indispensável para seu desenvolvimento e o Cadastro Técnico Multifinalitário compreende a técnica de gerenciar de forma otimizada a coleta, a manipulação, a

manutenção e o uso destas informações que compõem a base de dados. É o CTM quem realiza considerações a respeito do ciclo econômico de vida da informação, bem como o custo associado em obtê-la. As considerações a respeito do custo da obtenção e do ciclo econômico de vida da informação, é efetuado pelo CTM.

### **8.3 Quanto à Base Cartográfica Digital Comum**

O desafio de formar um banco de dados gráfico confiável e padronizado aos participantes envolvidos nesta parceria, pode ser vencido pela integração de esforços do setor público, que pode economizar quantias significativas a partir da implantação da Base Cartográfica Digital Comum entre prefeitura municipal e concessionárias de serviços. A integração de uma base cartográfica única, visa a aplicação de seu resultado de modo a elevar significativamente a qualidade de vida da população em geral. O *know how* necessário para dominar o geoprocessamento envolve treinamento especializado, e depende da habilidade do responsável em formular as consultas corretas e saber interpretar os resultados.

Considerando-se o fator econômico, a base cartográfica digital em escala 1:2.000 a princípio, supre todas as necessidades da prefeitura municipal e também das concessionárias de serviços públicos com relação ao Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano.

No entanto, tratando-se da parte técnica, deve-se investigar com mais abrangência se a base cartográfica em escala 1:1.000 é mais conveniente às concessionárias de serviços públicos, relativa ao detalhamento de redes de distribuição.

É indispensável que a Base Cartográfica Digital seja executada com elevada acurácia, a fim de que as concessionárias que a utilizem em escala maior que a restituída para o município de São José - SC (escala 1: 2.000), possam dimensionar e quantificar com segurança seus cadastros e mapas de serviços e operações. Desta forma, é possível a utilização com eficiência e produtividade da base cartográfica digital comum entre prefeitura e concessionárias de serviços públicos. Tendo-se em vista que a interoperabilidade entre bases de dados georeferenciadas é uma necessidade crescente entre as diversas instituições que trabalham com informações georeferenciadas, espera-se que as instituições envolvidas possam implementá-la com sucesso.

Somado a isso, os recentes progressos nas tecnologias de rede, Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados Distribuídos (SGBDD) e de comunicação, tem conduzido mudanças no processamento dos dados em sistemas convencionais, atenuando os problemas de acesso remoto à diversas bases de dados, heterogêneas e distribuídas, de modo a permitir o compartilhamento de dados entre a comunidade de usuários.

Com a tecnologia de banco de dados, existe a possibilidade de que em um ambiente denominado *Multi Base* ou *Multidatabase*, proporcionar o compartilhamento de dados armazenados em SGBDs locais, que gerenciam uma coleção de dados e aplicações específicas, fazendo as bases de dados operarem umas com as outras comportando-se como se fossem parte de uma única base de dados.

## 9 RECOMENDAÇÕES

A implantação sistemática de um Cadastro Técnico Multifinalitário em prefeituras municipais, objetiva a formação de um banco de dados básico, planejado de forma a atender ao maior número de usuários e que esteja disponível para que urbanistas auxiliados por essa indispensável ferramenta - os SIGs - organizem, controlem e executem um planejamento urbano adequado.

### 9.1 Quanto ao Projeto de um SIG - Sistemas de Informações Geográficas

Geralmente, um projeto de SIG pode ser organizado dentro de uma série de etapas lógicas, cada qual construída sobre a etapa prévia. Muitos projetos de SIG se encarregarão em seguir uma seqüência similar. Entretanto, é preciso estar atento, pois muitas considerações influenciam o desenho e a implementação de um projeto específico. Os quatro passos principais em um típico projeto de SIG:

1. Determinar os objetivos;
2. Construir a Base de Dados;
3. Analisar os dados; e
4. Apresentar os resultados das análises.

#### *1. Determinar os objetivos*

Na determinação dos objetivos do projeto, questões importantes a considerar são:

- *Qual o problema a ser solucionado? Como ele é solucionado atualmente? Há métodos alternativos para a solução dos problemas usando-se SIG?*
- *Quais são os produtos finais do projeto - relatórios, mapas de trabalho, mapas com qualidade de apresentação? Com que frequência esses produtos podem ser gerados?*
- *Quem é o público-alvo para produtos finais - técnicos, planejadores e tomadores de decisão e/ou o público geral?*
- *Há, ou haverá, outros usuários para estes mesmos dados? Se há, quais podem ser as necessidades específicas?*

Estas questões afetam o escopo do projeto e sua implementação.

## **2. Construir a Base de Dados**

Este é o ponto mais crítico e muitas vezes o que dispende o maior tempo do projeto. A perfeição e a acurácia da base de dados determina a qualidade das análises e dos produtos finais. As etapas envolvidas no desenvolvimento de uma base de dados digital são:

- *Desenho da base de dados* - determinar os limites da área de estudo, que sistema de coordenadas será usado, que níveis de dados (*layers*) serão necessários, que características terá cada *layer*, que atributos serão necessários para cada tipo de feição e como os atributos serão codificados e organizados;
- *Automatizando os dados*. Isto envolve vários passos:
  - Preparar os dados espaciais dentro da base de dados - digitalizando e/ou convertendo dados de outros sistemas;
  - Tornar os dados espaciais usáveis - verificando e eliminando erros, e então criando a topologia;
  - Preparar os atributos dos dados dentro da base de dados - entrando com o atributo do dado no computador e associando os atributos com as feições espaciais;
- *Gerenciar a base de dados* - colocando os dados espaciais dentro das coordenadas do mundo real, juntando níveis adjacentes e gerenciando a base de dados.

## **3. Analisar os dados**

É aqui onde o verdadeiro valor de um SIG aparece. Tarefas analíticas que são extremamente consumidoras de tempo ou impossíveis de serem feitas manualmente, podem ser realizadas muito eficientemente usando-se um SIG. Quadros alternativos podem também ser testados fazendo-se revisões menores no método analítico. O SIG pode ser usado em conjunto com o conhecimento dos objetivos do projeto e da base de dados desenvolvida.

#### **4. Apresentar os resultados das análises**

Um SIG oferece muitas opções para criação de relatórios e mapas personalizados. Os produtos finais devem relatar diretamente para os objetivos do projeto e do público-alvo, ambos determinados no início do projeto. A habilidade em resumir e apresentar resultados compreensíveis das análises gráficas e tabulares, aqui são chaves, e ajudarão a determinar os efeitos de suas análises no processo de tomada de decisão.

#### **9.2 Recomendações Gerais**

- ❑ que se expanda o desenvolvimento e se acelere a criação e a implementação de padrões, procedimentos e especificações técnicas para dados digitais referenciados espacialmente;
- ❑ que as concessionárias de serviços públicos e prefeituras municipais discutam meios de padronização de suas informações gráficas, a fim de agilizar a produção e tomada de decisão, como também para que o intercâmbio das mesmas possa ser fluente, rápido, preciso e reconhecido nos SIG (Sistemas de Informações Geográficas);
- ❑ É indispensável que todas as operações relativas ao processo de manutenção e atualização dos elementos informacionais, se desenvolvam em uma estrutura descentralizada, apoiando-se nas equipes técnicas de cadastro da prefeitura e das concessionárias componentes do sistema;
- ❑ que na implantação de sistemas de geoprocessamento em prefeituras, os responsáveis se mobilizem para que na eventual mudança de governo, o processo não seja interrompido por demagogias, resultando na perda de grandes investimentos e trabalhos;
- ❑ que sejam introduzidos sistemas CAD e SIG em prefeituras, através de cursos para formação e conscientização do uso destas ferramentas.
- ❑ que as normas cartográficas brasileiras sejam revisadas, com o objetivo de simplificar a simbologia gráfica - que é muito rebuscada - para o uso em SIG;

- ao adquirir um *software* SIG desenvolvido modularmente, o comprador deve definir se realmente existe a necessidade de comprar todos os módulos disponíveis no pacote;
- que o *software* SIG possua módulo garantindo a integridade quanto à segurança de acesso aos dados geográficos e alfanuméricos e recuperação em falhas de *hardware* e *software*;
- que as informações cartográficas estejam bem definidas no edital de licitação para a obtenção do *software* de SIG, como também, constar que a conversão e a base de dados seja dirigida à um SIG específico; devendo o edital ser elaborado por técnicos experientes evitando despreparo na proposta;
- que no edital para a conversão de dados conste especificações quanto à inteligência da simbologia;
- quando da restituição em meio digital do Mapa Urbano Básico (MUB), as curvas de nível sejam desprezadas, em função de seu custo elevado, constando somente a cota nos cruzamentos ou eixos dos logradouros (excetuando-se para usos em obras de engenharia de transportes);
- que, com equipamentos técnicos apropriados seja possível a troca real de informações e o desenvolvimentos e procedimentos de consulta, captura e uso da informação geográfica em formato digital via Internet.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, V. X. *Cartografia Digital*. 2º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal. Curitiba, 1991.
- AGUIAR, C. D. e MEDEIROS, C.B. *Construção de um modelo básico unificado a partir de sistemas stand-alone*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- ANJOS, R. S. A. *Expansão urbana no Distrito Federal e entorno imediato: Monitoramento por meio de dados de sensoriamento remoto*. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Univesidade de Brasília. Brasília, 1991.
- ARONOFF, D. *GIS - A management perspective*. Ottawa, Canadá; Wal Publications, 1990.
- BÄHR, H. P. *Semantic modelling for map and image data in GIS*. Cografi Bilgi Sistemleri Semposyumu, Istambul, Anais, 1996.
- \_\_\_\_\_. *Dados - Elementos cruciais do cadastro Técnico*. 2º.COBAC, Anais do Congresso, Florianópolis, 1996.
- \_\_\_\_\_. *Elementos Básicos do Cadastro Territorial*. 1o. Curso Intensivo de Fotogrametria e Fointerpretação Aplicados a Regularização Fundiária, 1o. Curso Intensivo de Cadastro Técnico de Imóveis Rurais. Curitiba, 1982.
- BARR, et al. *Procedures and standards for a multipurpose cadastre*. Washington, D.C.: National Academy Press. 1983.
- BLACHUT, T. J. et al. *O Cadastre: Various functions characteristics, thecniques and planning of a land records systems*. Canada, 1974.
- \_\_\_\_\_. *Urban surveying and mapping*. New York, Springer - Verlag, 1979.
- \_\_\_\_\_. *Cadastre for developing Countries based on orthophoto techniques*. The Canadian Surveyor, vol.39; 1985
- BOLSTAD, P. V. e SMITH, J. L. *Error in GIS*. Journal of Forestry. November, 1992.
- BORON, A. *Homogenity pf geometry of images scanned using UMAX 1200 SE*. Proceedings of geodesy and enviromental engineering commission, vol. 38, Krakow, Poland, 1995.
- BORGES, K. A. V. e FONSECA, F. T. *Modelagem de dados geográficos em discussão*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.

- BOULDER, F. L. *Digital photogrammetric systems. Papers. In Digital photogrammetric systems.* Eds. Ebner, H; Frirsch, D.; Heipke, C. Wichmann, 1991.
- BRUNETTI, M. F. *Um pouco mais sobre o sistema UTM.* Revista Fator GIS, nº.05, Sagres Editora, 1994.
- BURROUGH, P. A. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.* New York: Oxford University Press, 1987.
- CÂMARA, G. *Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas: visão atual e perspectivas de evolução.* In: *Sistema de Informações Geográficas: aplicações na agricultura.* Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1993.
- CÂMARA, G. e FREITAS, U.M. *Perspectivas em SIG.* Revista FatorGIS, n.10, Sagres Editora, 1995.
- CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento S.A. *Perspectiva da Introdução do Geoprocessamento.* Coordenadoria de Cadastro Integrado. Florianópolis, 1995.
- CARDIERI, F. L. *Carta da densidade da ocupação do solo urbano.* Revista Brasileira de Cartografia. Brasil, 1977.
- CAUVIN, C. e RIMBERT, S. *La lecture numérique des cartes Thematiques.* Fribourg, Ed. Universitaires, 1976.
- CENEVIVA, W. *Registro de imóvel: O Sistema alemão e o brasileiro.* In: Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano, 1987, Curitiba. Anais. Instituto de Terras, Cartografia e Florestas, 1987.
- CORTEZ FILHO et al, *Implantação do SIGeo-Guarulhos.* GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- COSTA, S. M. F. e CINTRA, J. P. *Atualização cartográfica de mapas com imagens de satélite visando o reconhecimento de áreas urbanas.* IV Conferência Latinoamericana sobre SIG, 2. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. Anais, São Paulo, 1993.
- COSTA, S. O., MENDONÇA M. L., PEIXOTO, A. L. *Projeto piloto de geoprocessamento: Resultados e avaliações. Município do Rio de Janeiro.* GIS BRASIL 94, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- CRÓSTA, A. P. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto.* Instituto de Geociências. UNICAMP. Campinas, SP. 1992.

- DALE, P. F. e MCLAUGHLIN, J. D. *Land Information Management: an introduction with special reference to cadastral problems in Third World countries*. New York: Oxford University Press, 1990.
- DAVIS Jr., C. *Convênios: Vitória do bom senso*. Revista FatorGIS, n.11, Sagres Editora, 1995.
- DAVIS Jr., C. e BORGES, K. A. V. *GIS Orientado a objetos na prática*. GIS BRASIL 94, Anais do Congresso, Curitiba, 1994.
- DE MAN, W. H. E. *Establishing a geographical information system in relation to its use: a process of strategic choices*. Introductory reading in Geographical Information System. Tylor & Francis. London-New York-Philadelphia. 1990.
- EDELSTEIN, H. *Relational vs. Object-Oriented*. In DBMS, November 1991.
- EGENHOFER, M. J & HERRING, J. R. *High-level spatial data structures for GIS*. In: Maguire D J. Goodchild M F. Rhind D W(eds) *Geographical Information Systems; principles and applications*. Longman, London, 1991.
- ESPTEIN, E. F. e DUCHESNEAU, T. D. *The use and value of a geodetic reference system*. Report prepared for the F.G.C. Committee. National Geodetic Information Center, National Oceanic and Atmospheric Administration, Rockville, Md., 1984.
- FERRARI, C. *Curso de planejamento municipal integrado*. 6s. ed. São Paulo, Pioneira, 1988.
- FERRARI, G. V. *Implantação do Geoprocessamento: algumas reflexões básicas*. 2°.COBRAC, Anais do Congresso, Florianópolis, 1996.
- FOSTER, B. C. *An examination of some problems and solutions in monitoring urban from satellite plataforms*. International Journal of Remote Sensing. 1985.
- GILDA, B. *Questões de organização regional*. São Paulo, Nobel. Ed. Universidade Federal de São Paulo, 1983.
- GRAÇA, L. M. A. *O uso de scanners para a digitalização de cartas topográficas para a implantação de um sistema de geoinformações urbanas*. In: Iº Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo, 1990.
- HENSSEN, J. *Basic principles of the main cadastral systems in the world*. Modern Cadastres and Cadastral Innovations. Annual Meeting of Commision 7, International Federation of Surveyors (FIG), Working Group "Cadastre 2014". Delft, The Netherlands. May 16, 1995.

- HEIPKE, C. *State-of-the-art of digital photogrammetric workstations for topographic*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, vol. 61, n.1, Ottawa, Canada, 1995.
- HILHORST, J. G. M. *Planejamento Regional*. Enfoque sobre sistemas. 3a.Edição, Ed. Zahar, Rio de Janeiro, 1981.
- ITC - International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. *Elements of computer-assistent cartography*. apostila, UFPR, 1982.
- KORTE, G. B. *The GIS Book*. Santa Fé, USA, On Word Press, 1992.
- LINGNAU, C.; ANTUNES, A. F. B. *Análise da confiabilidade temática de resultados obtidos por meio de classificação digital de imagens Landsat-5 TM*. 2º.COBRAAC, Anais, Florianópolis, 1996.
- LEIVA, J. G. *Cartographics Trends*. Revista de geografia norte grande. Pontifícia Universidade Católica do Chile. Vol 11, 1984.
- LOCH, C. *Cadastro Técnico Multifinalitário, como base a organização espacial do uso da terra a nível de propriedade rural*. Tese para professor titular, UFSC, Florianópolis-SC, 1993.
- \_\_\_\_\_. *Cadastro técnico multifinalitário rural e urbano*. Florianópolis, UFSC/FEESC, 1989.
- \_\_\_\_\_. et al. *Cadastro Técnico de uma Região Prioritária de Santa Catarina*. COLECATE, Florianópolis, 1984.
- \_\_\_\_\_. *A interpretação de imagens aéreas*. UFSC, Florianópolis, 1984.
- \_\_\_\_\_. et al. *Cadastro Técnico e serviço de infra estrutura*. in: XVI Congresso Brasileiro de Cartografia, Rio de Janeiro, Anais, Vol. 3, 1993.
- LOCH, R. E. N. *Algumas Considerações Sobre a Base Cartográfica*. in: 1º Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, Anais, Florianópolis, 1994.
- LOPES, L. H. A. *Preenchimento de vazios e renovação urbana. Estudos dos efeitos das ocupações em áreas de solo criado*. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) UFSC.
- MAGALHÃES, G. C. *Projeto Sagre - Estágio Atual*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- \_\_\_\_\_. et al. *Especificação técnica de conversão de dados - Proposta da TELEBRÁS - Projeto SAGRE*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.

- MARQUES, A. L., STALCHMIDT, A., CORRÊA, G. C., FIGUEIREDO, H. *Sistema de mapeamento, cadastramento e de geoprocessamento aplicado à distribuição de energia da COPEL*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- MAYORAL, S. M. *El sistema de información territorial cadastral - Características, organización e implantación*. Revista do Instituto Geográfico e Cadastral, n.9, Lisboa, Portugal, 1989.
- MCLAUGHLIN, J. *Land information management: a canadian perspective*. Journal of Surveying Engineering, Vol. III(2), 1985.
- MELLO, M. P. *Cartografia - Uma visão prospectiva*. Cadernos de Geociências do IBGE. Rio de Janeiro, n.º.1, 1988.
- MIGNONE, C. F. *O Cadastro Rural*. In: SILVA, P. C. *Cadastro e Tributação*. Brasília. Fundação Petrônio Portella, 1982. (Curso de Direito Agrário, 4).
- MONTEIRO, G. G. *Cadastro Técnico Municipal*. 1990.
- MONTGOMERY, G. E. e SCHUCH, H. C. *GIS Data Conversion*. Fort Collins, CO, USA: GIS World Inc. 1993.
- NOVAK, K. *Rectification of digital imagery*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 1992.
- OLIVEIRA, D. S. *Planejamento municipal, textos de administração municipal*. IBAM, 3a. ED. Rio de Janeiro, 1991.
- PEUQUET, D. J. *Representations of geographic space: toward a conceptual syntesis*. Annal of the Association of American Geographers 78, 1988.
- PHILIPS, J. *Os dez mandamentos para um cadastro moderno de bens imobiliários*. 2.º.COBRAC, Anais, Florianópolis, 1996.
- PROURB. *Programa de apoio ao desenvolvimento urbano das cidades de pequeno porte de santa catarina*. Edital de concorrência 01/91 da Prefeitura Municipal de Orleans, 1991.
- RATTNER, H. *Planejamento urbano e regional*. C.E.N., São Paulo, 1978.
- RENUNCIO, L. E. *Integração do cadastro técnico multifinalitário a sistemas de informações geográficas visando a implantação de um reservatório para abastecimento de água no município de Cocal do Sul-SC*. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) UFSC.
- REVISTA FATOR GIS, n.º.19, Sagres Editora, 1997.

- RIBEIRO, G. P. *Descrição e documentnação de bases de dados geográficas cadastrais por meio do estabelecimento de metadados geoespaciais digitais*. 2º.COBAC, Anais do Congresso, Florianópolis, 1996.
- RIEBOLD, V. *Base Cartográfica*. in; 1º Seminário Paranaense de Cadastro Técnico e Planejamento Municipal, Anais, Curitiba, 1990
- ROCHA, D. M. *Sistema de Informações Geográficas das áreas pobres do Recife: GIS-ZEIS*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- ✓ RODRIGUES, M. *Introdução ao Geoprocessamento*. Iº. Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. Campinas, SP, Escola Politécnica-USP, 1990.
- ROLNIK, R. *O que é cidade*. 2a. Ed. Brasiliense, São Paulo, 1988.
- RUTKOWSKI, E. B. *Cadastro Técnico Rural, Situação e Expectativa*. In: Seminário Nacional de Cadastro Técnico Rural e Urbano, I, Curitiba, 1987.
- SANTOS, A. A. *Representações cartográficas*. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, Ed. Universitária, 1985.
- SANTOS, E. A. e SANTOS, A. *TELESP-Aculturamento interno da instituição*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- SATO, S. S. *Aplicação e análise da ortofoto digital na definição de limites de propriedades imobiliárias - estudo de caso: Imóveis da Universidade Federal de Santa Catarina*. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) UFSC.
- SCARABELLI FILHO, S. et al. *Sistema Municipal de Informações Geoprocessadas- Prefeitura do município de Jundiá-SP*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- SCARIM, J. L., TEIXEIRA, L. A. *Digitalização e conversão Raster/Vector de mapas*. Revista Fator GIS, nº.06, Sagres Editora, 1994.
- SCHUCH, H. C. *A Distribuição da informação*. Revista Fator GIS, nº.17, Sagres Editora, 1997.
- \_\_\_\_\_. *Bancos de dados Corporativos*. Revista Fator GIS, nº.18, Sagres Editora, 1997.
- SEIXAS, J. J. *Urban information system for Civil engineering*. Enschede, 1976. Dissertação. Mestrado. International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC). Master of Science in Photogrammetric Engineering.
- SEMASA - Serviço Municipal de Água e Saneamento de Santo André-SP. *Sig aplicado ao saneamento básico*. Revista Fator GIS, n.06, 1994.

- SEVERINO, J. *Planejamento e administração da empresa rural*. Curitiba, UFPR/CCA, 1986.
- SIKORSKI, S. R. *Implantação de geoprocessamento em Curitiba - Experiência IPPUC*. Seminário e Work Shop sobre Geoprocessamento, Anais, Recife, 1991.
- \_\_\_\_\_. *Geoprocessamento como instrumento de planejamento urbano*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- SILVA, T. F. *Um Conceito de Cadastro Metropolitano*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná, 1979.
- STAR, J., ESTES, J. *Geographic Information System*. London, Prentice-Hall International, 1990.
- STRAUCH, J. C. M. et al. *Questões envolvidas na interoperabilidade entre bases de dados de SIGs heterogêneos e distribuídos*. GIS BRASIL 96, Anais do Congresso, Curitiba, 1996.
- TAVARES, P. *A qualidade da base de dados gráfica para o Geoprocessamento*. Revista FatorGIS, n.03, Sagres Editora, 1993.
- TAVARES, P. E. M. e FAGUNDES, P. M. *Fotogrametria, sociedade brasileira de Cartografia*. Rio de Janeiro - RJ, 1991.
- TEIXEIRA, A. A., MATIAS, L. F., NOAL, R. H., MORETTI, E. *A história dos SIG's*. Revista Fator GIS, n.º.10, Sagres Editora, 1995.
- \_\_\_\_\_. *Qual a melhor definição de SIG*. Revista Fator GIS, n.º.11, Sagres Editora, 1995.
- TEOTIA, H. S. *Sistema de Informações Geográficas - SIG: parte I - fundamentos*. 1993.
- THE ARC/INFO METHOD. *Understanding GIS*. Environmental Systems Research Institute, Inc. 1990.
- TOMLINSON, R. F. e BOYLE, R. *The state of development of systems for Handling Natural Resources Inventory Data*. Cartographica, 1981.
- TROCHA, W. *Automation of pattern measurement at investigations of scanner image geometry*. Proceedings of geodesy and environmental engineering commission, vol. 38, Krakow, Poland, 1995.
- WILLIAMSON, I. P. *Appropriate cadastral systems*. Modern Cadastres and Cadastral Innovations. Annual Meeting of Commission 7, International Federation of Surveyors (FIG), Working Group "Cadastral 2014". Delft, The Netherlands. May 16, 1995.

## 11 ENDEREÇOS ELETRÔNICOS NA INTERNET

### a) Sistemas de Informações Geográficas e Mapeamento

- i) <ftp://ftp.blm.gov/pub/gis>
- ii) <ftp://edcftp.cr.usgs.gov/pub/software/topo>
- iii) <ftp://jupiter.derv.dnd.ca/pub/gis/vpfview>
- iv) <ftp://moon.cecer.army.mil/grass>
- v) <ftp://charon.er.usgs.gov/pub/pub>
- vi) [ftp://ftp.noaa.gov/Access\\_Tools](ftp://ftp.noaa.gov/Access_Tools)
- vii) <ftp://ftp.csn.org/COGS/Landsat>
- viii) <ftp://ftp.csn.org/COGS/Mapping>
- ix) <http://www.soest.hawaii.edu/soest/gmt.html>
- x) <http://www.gisnet.com/gis/ores/gis/data.html>
- xi) <http://www.ssec.wisc.edu/~billh/vis.html>
- xii) <http://www.usgs.gov/research/gis/software.html>
- xiii) <http://www-nmd.usgs.gov/www/html/software.html>
- xiv) <http://dinamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/>
- xv) <http://www.cs.wisc.edu/computer-vision/projects/gsnake.html>
- xvi) <http://www.chemie.uni-marburg.de/image.html>

### b) Transformações e Conversões Cartográficas

- i) <ftp://edcftp.cr.usgs.gov/pub/software/gctpc>
- ii) <ftp://kai.er.usgs.gov/pub/PROJ.4>
- iii) <ftp://ftp.ngs.noaa.gov/pub/pcsoft/utms>
- iv) <http://www.epa.gov/region10/www/softlib.html>
- v) [http://www.ngs.noaa.gov/PC\\_PROD/pc\\_prod.html](http://www.ngs.noaa.gov/PC_PROD/pc_prod.html)
- vi) <http://www.connect.net/jbanta>

### c) Modelo Digital de Terreno

- i) <ftp://ftp.blm.gov/gis/microdem.zip>
- ii) <ftp://ftp.cica.indiana.edu/pub/pc/win3>
- iii) <http://edcwww.cr.usgs.gov/doc/edchome/ndcdb/ndcdb.html>

d) Técnicas de Imageamento/Mapeamento/ SIG Especializado

- i) <ftp://princeton.edu/pub/Graphics/RTNews/RTNv5n3.Z>
- ii) <ftp://ftp.mv.com/pub/ddi/dec94>
- iii) <ftp://shelf.ersc.weic.edu/pub/>
- iv) <ftp://netlib.att.com:netlib/voronil/sweep2.Z>
- v) <ftp://pasture.ecn.purdue.edu/pub/mccauley/grass.voroni>
- vi) <ftp://ftp.mv.com/pub/ddj>
- vii) <http://www.pact.srf.ac.uk/~simonw>
- viii) <http://www-mipl.jpl.nasa.gov/cartlab/geotiff/geotiff.html>
- ix) <http://www.dcs.ed.ac.uk/%7Emxr.gfx>
- x) <http://lake.mit.edu/~glenn/kirill/saga.html>
- xi) <http://www.ecse.rpi.edu/Homepages/wrf/pnpoly.html>
- xii) <http://mcmcweb.er.usgs.gov/sdts>

## 12 ANEXOS

- a) Questionário para o Levantamento de informações dos cadastros da prefeitura e concessionárias.
- b) Planta da Base Cartográfica - esc: 1:2.000 - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ-SC.
- c) Planta Cadastral Imobiliária - esc: 1:2.000 - PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ-SC.
- d) Planta da Rede de Distribuição (Planta de Execução) - esc: 1:2.000 - CASAN S.A.
- e) Planta da Rede Primária Aérea - esc: 1:2.000 - CELESC S.A.
- f) Planta Detalhe da Rede Primária e Secundária - esc: 1:1.000 - CELESC S.A.
- g) Planta da Rede Subterrânea - esc: 1:1.000 - TELESC S.A.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO

“LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES  
SOBRE O CADASTRO TÉCNICO NA PREFEITURA E  
CONCESSIONÁRIAS DE SERVIÇOS PÚBLICOS”

Essa pesquisa é parte integrante da dissertação de Mestrado do curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, opção Cadastro Técnico Multifinalitário, que desenvolve-se em uma área-piloto no bairro do Kobrasol / São José-SC, visando descrever, analisar e representar em base cartográfica digital comum, os principais elementos existentes (e projetados) na organização do Cadastro Técnico Multifinalitário Urbano da prefeitura e concessionárias de serviços públicos, a fim de construir ‘planos de informação’ e ‘mapas temáticos’ em um Sistema de Informações Geográficas.

### QUESTIONÁRIO

#### Mapas e Cartas:

- Como se chama ?
- Qual a escala ?
- Para que serve ?
- Qual o conteúdo ?
- Em que sistema está representado ?
- Qual a precisão ?
- Leitura do conteúdo ?
- A quem se destina ?

#### Legenda :

- Gráfica e/ou alfa-numérica ?
- Existe na forma digital ?
- Simbologia

#### Outros:

- Quem confecciona ?
- Existe sob forma digital ?
- Como se faz a atualização ?
- Com que frequência se atualiza?



**CARACTERISTICAS TECNICAS**

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERIDADOR - UTM  
ORIGEM DA QUILÔMETRAGEM UTM EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL  
ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 KM E 500 KM, RESPECTIVAMENTE.  
MERIDIANO CENTRAL: 49 W  
COEFICIENTE DE DEFORMAÇÃO LINEAR (K): 0,99967668  
DATUM VERTICAL: IBITUBA-SC  
DATUM HORIZONTAL: SAO-59  
COBERTURA AEROFOTOGRAMÉTRICA EM ESCALA 1:8.000  
DATA DO VOO: 04/95  
APOIO HORIZONTAL E VERTICAL, REAMBULAÇÃO E RESTITUIÇÃO REALIZADOS EM 1996.



ARTICULAÇÃO DAS FOLHAS

A	B	C
D	E	F
G	H	I



**DADOS DE PROJETO**




ESTADO DE SANTA CATARINA  
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ  
LEI N. 1604 de 17 de Abril de 1985

**BASE CARTOGRAFICA**

Base Cartográfica	DESENHO	DATA	ESCALA	NOME DO ARQUIVO
AEROFOTOGRAFIA/1995			1:2.000	




**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**  
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERIDIANO - UTM  
ORIGEM DA QUILÔMETRAGEM UTM EQUADOR E MERIDIANO CENTRAL.  
ABSCISSAS AS CONSTANTES DE 10.000 KM E 500 KM, RESPECTIVAMENTE.  
MERIDIANO CENTRAL - 49° W  
COEFICIENTE DE DEFORMAÇÃO LINEAR (%): 0,99997668  
DATUM VERTICAL: IMBUIBA-SO  
DATUM HORIZONTAL: SAO-89  
COBERTURA AEROFOTOGRAFICA EM ESCALA 1:8.000  
DATA DO VOO DE 06/05/89  
APOIO HORIZONTAL E VERTICAL, REAMBULACAO E RESTITUCAO  
REALIZADOS EM 1998.

ESCALA GRAFICA  
0 100 200m

ARTICULACAO DAS FOLHAS

A	B	C
D	E	F
G	H	I

ESTADO DE SANTA CATARINA  
PREFEITURA MUNICIPAL DE SAO JOSE

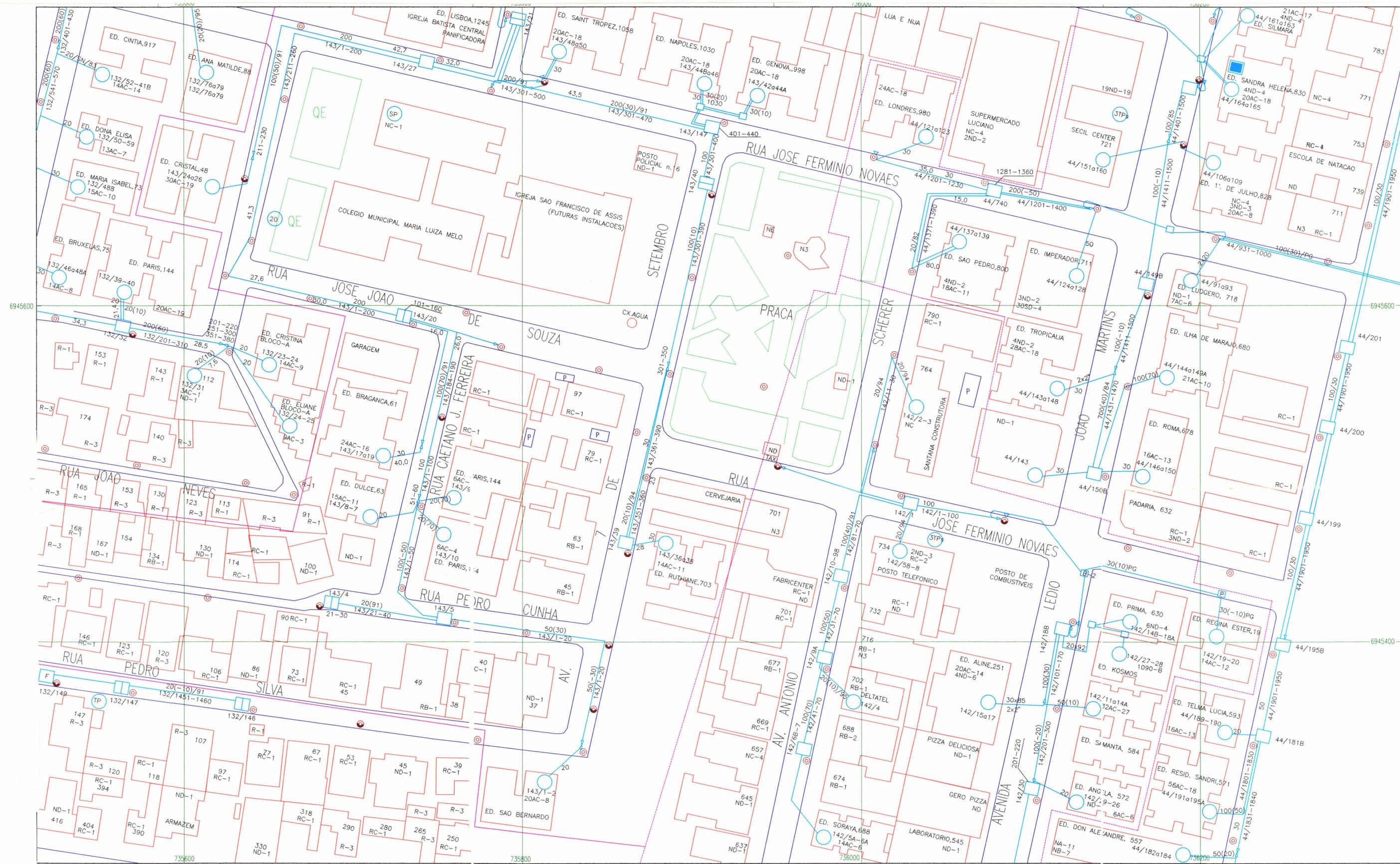
PLANTA CADASTRAL IMOBILIARIA  
QUADRAS, LOTES FISCAIS E  
LINHA CENTRAL DE LOGRADOURO

Base Cartográfica: AEROMAGEM/1998      DESENHO:      DATA:      ESCALA: 1:2.000      NOME DO ARQUIVO:









No.	MODIFICACOES-HISTORICO	DATA	DES.	VERIF.	ENG.

ARTICULACAO DAS FOLHAS

53	54	55
67	68	69
81	82	83



LEGENDA

- TERMINAL-CX. SUBTERRANEA
- TELEFONE PUBLICO
- POSTO DE CONCRETO
- POSTO DE CONCRETO PROJETADO
- ARMAO DE DISTRIBUICAO
- ARMAO DE EQUIP. SUBTERRANEO
- CX. SUBTERRANEA EM REDE SUBT.
- CX. INTERNA PREDIA SUBTERRANEA
- REDE SUBTERRANEA
- DIVISAO DE AREAS DE ARMAIOS E AREAS DE TRAFEGO BASICAS (BTS)

CARACTERISTICAS TECNICAS

PROJECAO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR - UTM  
 ORIGEM DA QUILOMETRAGEM UTM EQUADOR E MERIDIANO CEN. REAL.  
 ACRESCIDAS AS CONSTANTES DE 10.000 KM E 500 KM.  
 RESPECTIVAMENTE:  
 MERIDIANO CENTRAL: 49° W  
 COEFICIENTE DE DEFORMACAO LINEAR (K): 0,99987888  
 DATUM VERTICAL: SIRGAS-BR-00  
 DATUM HORIZONTAL: SAD-69  
 COBERTURA AEROFOTOGRAFICA EM ESCALA 1:8.000  
 DATA DO VOO: 08/95  
 APOSE HORIZONTAL E VERTICAL, REAMBULACAO E RESTITUCAO  
 REALIZADOS EM 1996.



TELECOMUNICACOES DE SANTA CATARINA S.A.

SAO JOSE  
 REDE SUBTERRANEA

DTDR

1:1.000

RA