

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**Aplicação de Geoprocessamento no processo de
Modernização da Gestão Municipal.**

Cristiane Vaz Domingues

**Campinas
2005**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**Aplicação de Geoprocessamento no processo de
Modernização da Gestão Municipal.**

Cristiane Vaz Domingues

Orientadora: Prof^a. Dra. Maria Teresa Françoso

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Transportes.

Campinas, SP

2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

D713a

Domingues, Cristiane Vaz

Aplicação de geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal / Cristiane Vaz Domingues.--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Maria Teresa Françaço.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Administração pública. 3. Administração municipal. I. Françaço, Maria Teresa. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Geoprocessing application in the modernization process of public management

Palavras-chave em Inglês: Geographic Information System (GIS), Municipality management, Public management

Área de concentração: Transportes.

Titulação: Mestrado

Banca examinadora: Diógenes Cortijo Costa, Jorge Pimentel Cintra.

Data da defesa: 30/08/2005

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

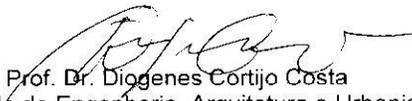
**Aplicação de Geoprocessamento no processo de
Modernização da Gestão Municipal.**

Cristiane Vaz Domingues

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof^a. Dra. Maria Teresa Françoso
Presidenta e Orientadora
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Diogenes Cortijo Costa
Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo
Universidade Estadual de Campinas



Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra
Escola Politécnica da USP
Universidade de São Paulo

Campinas, 30 de agosto de 2005.

Dedicatória

Ao meu marido Cláudio, pela ajuda, estímulo e paciência e a meu filho Vítor pela compreensão.

Agradecimentos

Aos meus pais pelos ensinamentos de vida.

À minha irmã, Sílvia pelo apoio.

À Prof^a Maria Teresa Françoso pela oportunidade, confiança e orientação deste trabalho.

Ao amigo Marco Antonio Néia, pela grande contribuição neste trabalho.

A empresa Engefoto Engenharia e Aerolevanteamento S.A., pelas informações sobre o assunto.

A Prefeitura Municipal de Santo André, em especial na pessoa de Sandra Aquiles Moreira e Donizetti Costa, pelo auxílio na viabilização deste trabalho.

E a todos que direta ou indiretamente colaboraram na elaboração deste trabalho.

Sumário

	Página
Lista de Tabelas _____	<u>viii</u>
Lista de Figuras _____	<u>ix</u>
Listas de Abreviaturas e Símbolos _____	<u>x</u>
Resumo _____	<u>xi</u>
1. Introdução _____	<u>01</u>
2. Objetivos _____	<u>06</u>
3. Geoprocessamento voltado a aplicações municipais _____	<u>07</u>
3.1 Considerações iniciais _____	<u>07</u>
3.2 Banco de dados _____	<u>10</u>
3.2.1 Base de dados alfanumérica _____	<u>16</u>
3.2.2 Base cartográfica digital _____	<u>17</u>
3.2.2.1 Escalas apropriadas x tipos de aplicações _____	<u>20</u>
3.2.2.2 Obtenção da base cartográfica _____	<u>25</u>
3.2.2.3 Atualização e manutenção do banco de dados _____	<u>30</u>
4. Implantação de SIG em município de médio porte – Estudo de caso na Prefeitura de Santo André _____	<u>33</u>

4.1 Contexto Histórico	33
4.2 Premissas básicas	34
4.3 Implantação	36
4.4 Aplicações de impacto	43
4.5 Considerações finais	54
5. Modernização da gestão municipal utilizando ferramentas de geoprocessamento	59
5.1 Considerações preliminares	59
5.2 Objetivo de implantação de um SIG	62
5.3 Visão política	63
6. Proposta para implantação de um SIG em prefeituras	66
6.1 Premissas básicas	66
6.2 Etapas estratégicas para a implantação do SIG	67
6.3 Estruturação básica do banco de dados	69
6.3.1 Base cartográfica digital	70
6.3.2 Base de dados alfanumérica	73
6.4 Conclusão	75
7. Considerações finais	77
Referências bibliográficas	81
Bibliografia complementar	85
Abstract	88

Listas de Tabelas

	Página
Tabela 3.1 - Valor médio do km ² para restituições na escala 1:1.000 e 1:2.000	<u>22</u>
Tabela 4.1 - Objetivos, metas e resultados do projeto SIG 1989-2004	<u>34</u>
Tabela 4.2 - Estrutura inicial das informações	<u>39</u>
Tabela 4.3 – Feições – periodicidade de atualização	<u>40</u>
Tabela 4.4 – Feições de impacto	<u>48</u>
Tabela 6.1 – Informações mínimas da base de dados alfanumérica	<u>73</u>
Tabela 6.2 – Informações complementares da base de dados alfanumérica	<u>74</u>

Listas de Figuras

	Página
Figura 4.1 – Distribuição de renda por setor censitário (1991) _____	44
Figura 4.2 – Compatibilização de limites: bairros, orçamento participativo, setor censitário 1991 e 2000 _____	45
Figura 4.3 – Quadra fiscal – intranet _____	47
Figura 4.4 – Planilha de campo _____	49
Figura 4.5 – Ampliações do trecho do logradouro e dados da base de dados _____	50
Figura 4.6 – Traçado das vias com as respectivas fotografias _____	51
Figura 4.7 – Quadra fiscal com a localização dos postes _____	52
Figura 4.8 – Ficha cadastral _____	53
Figura 4.9 – Relatório do consumo de energia elétrica _____	54
Figura 4.10 – Distribuição dos usuários _____	57

Listas de Abreviaturas e Símbolos

CAD -	Computer Aided Design
CODESUL -	Conselho de Desenvolvimento e Integração Sul
Codlog -	Código do logradouro
EIA -	Estudos de Impactos Ambientais
GIS –	Geographic Information System
GPS -	Global Position System
IBGE -	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPTU -	Imposto Predial e Territorial Urbano
PMAT -	Programa de Modernização da Administração Tributária e Gestão dos Setores Sociais Básicos
PNAFM -	Programa Nacional de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros
PVG -	Planta de Valores Genéricos
SAD 69 -	South American Datum 69
SGBD -	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SIG -	Sistema de Informações Geográficas
TI -	Tecnologia da Informação
UTM -	Universal Transverso de Mercator

RESUMO

DOMINGUES, Cristiane Vaz. *Aplicação de Geoprocessamento no processo de Modernização da Gestão Municipal*. Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2005. 88 pág. Dissertação (Mestrado).

Este trabalho destaca a importância dos municípios recuperarem sua capacidade gerencial utilizando ferramentas e instrumentos capazes de disponibilizar informações atualizadas sobre o território municipal, proporcionando maior segurança nas tomadas de decisão e no cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos pela administração. Apresenta a importância da estruturação de um banco de dados com informações confiáveis e manutenções sistemáticas, ressaltando o valor de se trabalhar com bases cartográfica e alfanumérica atualizadas. Discorre sobre as estratégias adotadas pela prefeitura de Santo André – SP na implantação do Sistema de Informações Geográficas, apresentando as etapas realizadas e alguns resultados obtidos. Aborda as dificuldades e resistências encontradas no processo de implantação de um SIG. Como resultado, apresenta uma proposta básica de banco de dados para prefeituras, bem como as estratégias de implantação de um SIG e finaliza ressaltando a importância da utilização desta tecnologia num processo de modernização da gestão municipal.

Palavras chave: sistema de informações geográficas – SIG, geoprocessamento, modernização da gestão, modernização administrativa.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente discute-se muito sobre o papel do Estado, fazendo-se constantes comparações com o setor privado, principalmente com relação à qualidade dos serviços prestados. Estas comparações têm levado o setor público a encontrar alternativas para melhor administrar as cidades. Porém, é necessário verificar se a administração pública está preparada para as grandes transformações exigidas em função das reivindicações da população.

Neste contexto, um grande número de municípios está voltado à modernização administrativa, buscando instrumentos e ferramentas mais eficazes para eliminar as deficiências administrativas. A preocupação com o cidadão inverte a prioridade no momento da decisão e leva a uma melhora substancial na prestação de serviços. Buscar a eficiência¹ e a eficácia² exige da administração um vasto conhecimento de seu território com informações atualizadas que mostrem as várias realidades existentes, suas reais potencialidades e os problemas que precisam ser gerenciados.

A realidade urbana apresenta uma dinâmica complexa, caracterizada por constantes e profundas mudanças onde diferentes interesses, de diversos agentes técnicos e políticos, disputam espaços sem muitas vezes terem noção exata do ambiente urbano. Para se administrar bem, é importante possuir um plano estratégico

¹ **Eficiência** significa fazer o máximo possível, da melhor forma e com os menores gastos de recursos e esforços individuais e/ou coletivos.

² **Eficácia** significa atingir os resultados esperados, cumprindo as diretrizes, objetivos e metas assumidos.

o qual deve ser apoiado no conhecimento mais preciso possível do espaço de intervenção para se tornar eficiente e eficaz.

A dificuldade na obtenção de informações confiáveis, a morosidade e a baixa qualidade com que os serviços públicos são normalmente prestados reforçam a imagem negativa das instituições públicas. A ineficiência, aliada à falta de transparência, leva a uma crescente perda de credibilidade da administração e a um distanciamento cada vez maior entre Estado e cidadão. Estes fatos estão relacionados a procedimentos administrativos ineficientes; à utilização de equipamentos obsoletos e insuficientes; e a um quadro de funcionários desmotivados e por vezes despreparados, que acabam impossibilitando o bom gerenciamento do município.

Para melhorar a qualidade dos serviços prestados, é preciso que as administrações públicas recuperem a capacidade gerencial, criando um novo modelo de gestão com maior capacidade de ação, com mecanismos de controle social³ e acesso à informação.

Recuperar a capacidade gerencial exige dos gestores públicos uma visão da cidade como um todo. A dinâmica acelerada do crescimento urbano, com constantes e profundas mudanças, fazem da cidade um lugar onde diferentes interesses de diversos agentes técnicos e políticos disputam espaços. A carência de informações consistentes dentro das administrações públicas e a crescente demanda por integração dos processos de coleta de dados levaram um grande número de municípios a buscar na tecnologia da informação (TI) recursos para planejar as cidades. O uso desta tecnologia deve ser visto como um meio para um fim social devendo contribuir tanto para a promoção de intervenções políticas adequadas, como para a avaliação das mesmas, uma vez, que os governos municipais têm um papel destacado na melhoria da qualidade de vida e no incentivo ao desenvolvimento local.

³ **Controle social** significa a ação da sociedade civil, de acompanhamento e avaliação da ação dos governos e de seus agentes.

O conhecimento preciso do território, com suas diferenças regionais, possibilita a avaliação e o gerenciamento do impacto das políticas públicas no município.

A análise urbana, além de complexa, é um problema notadamente espacial. Daí o emprego do geoprocessamento enquanto instrumento para aquisição, manipulação, armazenamento, combinação, análise e recuperação de informações importantes para direcionar a tomada de decisões.

Muito se tem falado sobre bases cartográficas digitais atualizadas, qualidade na prestação de serviços à população e conhecimento do espaço físico-territorial do município visando a tomar decisões acertadas. Enfim, infinitos são os argumentos que fundamentam e justificam a implantação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Atualmente, projetos como o Programa de Modernização da Administração Tributária e Gestão dos Setores Sociais Básicos (PMAT) e o Programa Nacional de Apoio à Gestão Administrativa e Fiscal dos Municípios Brasileiros (PNAFM) disponibilizam recursos financeiros para dotar e modernizar os municípios nos aspectos administrativos e tributários, possibilitando o aumento da arrecadação. A carência de informações atualizadas é tão grande que instrumentos como geoprocessamento são sugeridas para a obtenção de informações georreferenciadas⁴ sobre o território municipal.

A realidade, entretanto, é a falta de conhecimento por parte dos administradores públicos de como solicitar, adquirir e implantar um SIG; quais as reais potencialidades da ferramenta; como e quando investir na obtenção de bases cartográfica e alfanumérica; quais os objetivos do projeto; quês resultados palpáveis são possíveis de se obter num curto espaço de tempo. Estes questionamentos, quando não esclarecidos e bem planejados, levam ao fracasso a tarefa de implantar um SIG.

⁴ **Georreferenciadas** é o armazenamento da localização de um objeto na superfície terrestre representado num sistema de projeção cartográfica qualquer.

O SIG é uma ferramenta poderosa e deve ser encarada como projeto estratégico da administração. É um projeto do governo implantado de forma matricial com o envolvimento de todas as secretarias, departamentos e setores. É importante mudar o paradigma estabelecido de que a implantação de um SIG está ligada ao aumento da arrecadação.

Diante do exposto, este trabalho pretende mostrar a importância de se utilizar o geoprocessamento como instrumento estratégico disponibilizando informações confiáveis e precisas, capazes de auxiliar os gestores públicos nas tomadas de decisão e no cumprimento dos objetivos e metas propostas.

Assim, o entendimento sobre o geoprocessamento e os esforços no sentido de utilizá-lo de forma abrangente pode proporcionar ao gestor público um instrumento de suporte de grande valia na construção e manutenção do espaço municipal.

O trabalho está estruturado em sete capítulos, dos quais o *primeiro capítulo* apresenta uma introdução expondo a importância dos municípios recuperarem sua capacidade gerencial utilizando ferramentas e instrumentos capazes de disponibilizar informações atualizadas sobre o território municipal, proporcionando maior efetividade nas tomadas de decisão e no cumprimento dos objetivos e metas estabelecidos pela administração e a forma como foi estruturado o trabalho. O *capítulo 2* descreve os objetivos gerais e específicos.

O *capítulo 3* conceitua e apresenta a importância da modelagem e do gerenciamento do banco de dados na disponibilização das informações sobre o meio urbano no qual se pretende intervir. Aborda a importância de se trabalhar com bases cartográficas e alfanuméricas confiáveis, bem como a necessidade de se criar rotinas de manutenção que assegurem a atualização sistemática do banco de dados.

O *capítulo 4* contextualiza as estratégias adotadas pela prefeitura de Santo André na implantação do Sistema de Informações Geográficas, apresentando as

etapas realizadas e alguns resultados obtidos, fruto da experiência da autora deste trabalho.

O próximo capítulo apresenta a importância dos municípios recuperarem a capacidade gerencial utilizando o geoprocessamento como instrumento estratégico de planejamento e gestão do governo como um todo.

O *sexto capítulo* apresenta proposta de implantação de um SIG em prefeituras. Explicita uma estrutura básica de banco de dados gerada a partir da sistematização do levantamento das necessidades dos usuários de geoprocessamento e técnicos de prefeituras. Também sugere o estabelecimento de etapas que possam assegurar a implantação e manutenção do projeto.

Finalizando, o *capítulo 7* faz as considerações finais sobre o trabalho desenvolvido.

2. OBJETIVOS

Este trabalho visa a fornecer subsídios capazes de orientar os gestores públicos na implantação de um SIG como ferramenta estratégica no processo de modernização da gestão. Apresenta uma proposta de implantação de um SIG em prefeituras, bem como, a importância de conceber um projeto estruturado onde todas as áreas tenham acesso aos dados armazenados permitindo tomar decisões com mais confiabilidade.

Como objetivos específicos, pretende-se:

- enfatizar a necessidade e a importância de se trabalhar com bases cartográficas e base de dados alfanumérica atualizadas;
- contextualizar a importância de se utilizar informações georreferenciadas produzidas com qualidade (escala, precisão, exatidão) e submetidas a verificação contínua, contribuindo para a aplicação racional dos recursos públicos;
- contribuir para o segmento das administrações públicas na utilização de SIG voltados para o planejamento, implantação e monitoramento das políticas públicas;
- expor estratégias que considerem a continuidade do projeto independente da administração que venha a assumir.

3 GEOPROCESSAMENTO VOLTADO A APLICAÇÕES MUNICIPAIS

3.1 Considerações iniciais.

A cidade é uma estrutura dinâmica, com profundos contrastes e com acelerado crescimento. Para administrá-la é necessário que se tenha diferentes enfoques sobre um mesmo objeto. Segundo Santos (1994), está condenado a errar em suas análises quem somente considera o lugar, como se ele explicasse tudo por si mesmo, e não a história das relações, dos objetos sobre os quais se dão as ações humanas. O objeto acolhe as relações sociais e estas impactam os objetos.

Saber captar, interpretar, analisar, avaliar e sistematizar a correlação entre as diferentes variáveis existentes em uma determinada região é de grande valia para o gerenciamento das políticas públicas na cidade. Neste sentido, o geoprocessamento confere ao gestor público, independente de sua especialidade, uma leitura da realidade espacial urbana, ou seja, possibilita a visualização e a manipulação de dados georreferenciados de diferentes fontes (processamento digital de imagem, cartografia digital e SIGs) capazes de contribuir para o direcionamento e a racionalização na utilização dos recursos públicos.

Segundo Borges (2000), a manipulação integrada de dados gráficos e não-gráficos, juntamente com a possibilidade de análises espaciais⁵, pode orientar as tomadas de decisão e o planejamento, além de auxiliar na avaliação da eficácia das políticas públicas de intervenção.

A tecnologia de geoprocessamento permite a organização dos dados em bases de dados associadas a bases cartográficas, possibilitando aos diferentes agentes urbanos perceberem o espaço com graus de detalhamento distintos. A manipulação e a construção de diversas bases temáticas⁶ proporcionam uma visão inédita sobre a área a ser trabalhada.

A implantação de projeto de geoprocessamento municipal deve ser encarada como tarefa de médio prazo e implica no estabelecimento de rotinas de trabalho, organização e planejamento. Todas as informações geradas em um sistema de informações geográficas devem ser organizadas em um banco de dados de uso corporativo, acessível a todos os setores, órgãos, departamentos, secretarias etc. (OSORIO⁷, 1994 apud FRANÇOSO, 1997). Este banco de dados é constituído pelas bases cartográfica e alfanumérica.

É importante ressaltar que este trabalho parte do pressuposto que a implantação de um SIG deve utilizar bases cartográficas digitais que respeitam os padrões de precisão cartográfica estabelecidos. Bases cartográficas de baixa precisão, ou seja, aquelas oriundas de digitalização de bases no formato analógico (papel, poliéster), ou ainda, bases provenientes da ampliação de mapeamentos elaborados em escalas menores, convertidas sem controle, geram resultados de baixa qualidade que podem comprometer os resultados esperados. Além disto, o

⁵ **Análises espaciais** - é o conjunto de técnicas dedicadas a estudar a organização de entidades geográficas relacionadas a um determinado fenômeno ou variável que ocorre no espaço, descrevendo também os relacionamentos espaciais entre fenômenos e variáveis distintos (DAVIS, 2000).

⁶ **Base temática** – é o conjunto de informações relativo a um tema, a uma variável apresentada num mapa.

⁷ Apud OSORIO, José Manoel Marcondes. *As Prefeituras dizem Sim*. Fator GIS, Curitiba, n.4, p.24-26, jan.fev.março 1994.

gerenciamento de bases cartográficas com diferentes níveis de precisão dificulta a atualização, a integração e o compartilhamento dos dados.

Como destaca Costa (2001) apesar de todo o avanço tecnológico muitas prefeituras, no anseio de implantar SIG's, acabam aceitando produtos de utilização duvidosa.

Lima⁸ (1998) apud Costa (2001), esclarece que “A afirmativa procedente e bem-intencionada, porém, sob certos aspectos, questionável, feita por renomados técnicos de geoprocessamento, de que muito dos objetivos das prefeituras na implantação de um GIS podem ser alcançados com a construção de bases cartográficas mais simples, menos precisas e com um mínimo de informações cadastrais georeferenciadas, quando da escassez de recursos, numa momentânea, porém, reversível, conjuntura da baixa arrecadação de tributos municipais, para que, futuramente, com o incremento dessa arrecadação, seja uma dessas bases aprimorada, abriu espaço para a geração de um produto aberrante e indigesto para a comunidade cartográfica, qual seja, a cartografia alternativa, desprovida de qualquer embasamento técnico, desenvolvida por aventureiros sem formação ou qualificação em cartografia, com o beneplácito dos responsáveis pelas áreas de tributação, de planejamento e de projetos urbanos de várias prefeituras [...]”.

Um SIG implantado sobre bases cartográficas digitais obtidas dentro de padrões de precisão cartográfica estabelecidos, possibilita a obtenção de produtos com qualidade. Françoso (1997) destaca que a implantação de um SIG em módulos, partindo de um projeto simples, com qualidade e consistência dos dados geográficos⁹ possibilita resultados a curto prazo, além de facilitar a implantação de uma estrutura de atualização bastante eficiente.

⁸ Apud LIMA, Divaldo G. Informativo ENEA: *Cartografia a Deus dará*. Fator GIS, Curitiba, v.1, n. 2, p.11, mai.jun.1998.

⁹ **Dados geográficos** - são objetos que têm sua forma geométrica armazenada numa base cartográfica e seus atributos registrados numa base de dados.

A aquisição de uma base cartográfica precisa e atualizada e a estruturação de uma base de dados adequada são os fatores que garantem o sucesso na implantação de um SIG.

3.2 Banco de dados

Banco de dados é o repositório de dados¹⁰ e informações¹¹ de um SIG, que armazena e recupera dados geográficos em suas diferentes geometrias (imagens, vetores, grades), bem como as informações alfanuméricas (também denominados atributos não-espaciais ou descritos), (INPE, 2005).

É composto por uma base cartográfica digital e outra alfanumérica.

O banco de dados deve ser único, centralizado e contemplar dados básicos capazes de atender às diversas aplicações como, por exemplo, uso e ocupação do solo, cadastro imobiliário e mobiliário, localização de infra-estrutura, planejamento urbano, educação, saúde, transporte, trânsito, varrição e coleta de lixo, segurança, abastecimento, entre outras. Os dados devem ser compartilhados com os diferentes setores, departamentos, órgãos, instituições através de uma rede de comunicação (intranet, internet) para descentralização do acesso. Estes dados são gerenciados utilizando os recursos de um SGBD (Sistema Gerenciador de Banco de Dados) que tem como função controlar e manipular os dados, gerenciar as análises espaciais, controlar a integridade dos mesmos.

¹⁰ **Dados** - números, caracteres e símbolos que identificam, qualificam e quantificam fatos ou ocorrências e que, ao serem processados, resultam em informação (TEIXEIRA e CHRISTOFOLETTI, 1997).

¹¹ **Informações** - é um conjunto de dados que possui um determinado significado para um uso ou aplicação em particular, ou seja, foi agregado ao dado um componente adicional, a interpretação (SILVA, 1999).

Os principais desafios que os SGBDs enfrentam são redundância de dados, inconsistência, dificuldade de acesso aos dados, isolamento dos dados, múltiplos usuários, segurança e integridade dos dados (SILVA, 1999).

“A redundância dos dados refere-se à presença de um mesmo dado mais de uma vez no acervo da base de dados. A inconsistência é percebida quando várias cópias de um mesmo dado apresentam incoerência entre elas. A dificuldade no acesso aos dados é devida a complicadas rotas de acesso aos dados. O isolamento dos dados decorre da inexistência de caminhos entre dados semelhantes. Múltiplos usuários podem estar acessando o banco de dados simultaneamente e esses dados precisam estar disponíveis em tempo real. A segurança dos dados é fundamental, nenhum usuário deve ter permissão para atualizar, apagar ou transferir dados. A integridade dos dados consiste na inexistência de dados que não reflitam os fenômenos existentes no mundo real” (SILVA, 1999).

Atualmente, a principal diferença entre os sistemas de informações geográficas é a forma como os dados geográficos são gerenciados. Câmara, Ferreira e Queiroz (2005) distribuem os SiGs em três classes de sistemas enfatizando a organização dos gerenciadores de dados geográficos, pois são estes que permitem a organização de grandes bancos de dados em ambientes corporativos.

Primeira geração – GIS DESKTOP

Esta classe de SiGs refere-se a sistemas desenvolvidos a partir do início da década de 80. Os dados geográficos eram armazenados de forma separada, com os atributos descritivos guardados em tabelas e as geometrias em formatos proprietários. Originalmente os sistemas assemelhavam-se a aplicativos CAD (Computer Aided Design), evoluindo para oferecer várias funcionalidades tais como:

- combinação de tratamento de dados vetoriais e matriciais no mesmo ambiente, com uma integração maior entre processamento de imagens e SIG;
- ferramentas sofisticadas de análise espacial;
- integração com os gerenciadores de dados geográficos;
- aumento do potencial de interoperabilidade e da conversão automática de formatos de dados geográficos.

Segunda geração – Bancos de dados geográficos

Estes sistemas surgiram no início da década de 90 e possuem gerenciadores de dados geográficos que armazenam tanto a geometria quanto os atributos dos objetos dentro de um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD). As principais vantagens são:

- evitar os problemas de controle de integridade típicos dos sistemas da primeira geração, permitindo o acesso concorrente aos dados;
- facilitar a integração com as bases corporativas existentes, como sistemas legados¹², que utilizam SGBDs relacionais¹³.

Terceira geração – Bibliotecas geográficas digitais

Uma *biblioteca geográfica digital* ou um *centro de dados geográfico* é um banco de dados geográfico compartilhado por um conjunto de instituições. Esta

¹² **Sistemas legados** - também denominados sistemas corporativos, são sistemas onde estão armazenadas as bases de dados da instituição. Geralmente são sistemas que apresentam uma tecnologia ultrapassada com pouca flexibilidade de comunicação e integração dos dados.

¹³ **SGBD relacional** - é um sistema gerenciador de banco de dados que permite o relacionamento entre as entidades geográficas e seus atributos.

biblioteca caracteriza-se pelo gerenciamento de grandes bases de dados geográficos, com acesso através de redes locais e remotas, com interface via internet. Estes sistemas deverão seguir os requisitos de interoperabilidade¹⁴, de maneira a permitir o acesso de informações espaciais por SIGs distintos.

Além de compartilhar as informações armazenadas, existe a preocupação de integrar os dados dos diversos sistemas legados com o banco de dados. A pouca flexibilidade dos sistemas legados dificulta o desenvolvimento de interfaces para integração e padronização entre bancos de dados. A interoperabilidade em SIG é uma questão cada vez mais importante, principalmente no gerenciamento dos dados advindos de diferentes fontes.

A migração e integração dos dados pertencentes a diferentes fontes trazem o problema da *qualidade dos dados geográficos*¹⁵. Isto permite indicar quando é apropriado intercambiar dados e quais dados podem ser reusados (MEDEIROS e ALENCAR, 1999).

Segundo França (1997) um item fundamental para qualquer projeto de informatização é a qualidade dos dados. Os dados usados em SIGs representam alguma situação do mundo real num determinado momento (tempo). Portanto, é extremamente importante que sejam armazenados somente os dados necessários para as análises e decisões. Armazenar dados que não serão utilizados tem um custo muito alto. A organização do banco de dados é um dos fatores de sucesso de um SIG. O dado deve estar no lugar certo e no tempo certo, ou seja, sempre atualizado (ARONOFF, 1989).

¹⁴ **Interoperabilidade** - refere-se ao estabelecimento de formatos de armazenamento dos dados geográficos e à padronização da comunicação entre banco de dados e SIG, criando protocolos de comunicação.

¹⁵ **Qualidade de dados geográficos** - representa o quanto um conjunto de dados se ajusta às necessidades de determinados usuários considerando-se suas aplicações geográficas (CHRISMAN*, 1984 apud MEDEIROS e ALENCAR, 1999)

* Apud CHRISMAN, N.R. *The role of quality information in the long term functioning of a gis*. Cartographia, p. 79-87, 1993.

É importante construir um banco consistente onde os dados armazenados representem as necessidades solicitadas com rapidez e qualidade. Sem entrar no mérito de avaliar as alternativas tecnológicas disponíveis para a construção de um banco de dados, é fundamental ressaltar algumas considerações, a saber:

- possuir uma base cartográfica única e centralizada;
- conceber a modelagem da base de dados com a participação de equipe multidisciplinar, assegurando a funcionalidade operacional;
- construir uma base de dados sem redundâncias e inconsistências;
- disponibilizar o acesso ao maior número de usuários utilizando os recursos da intranet e internet;
- descentralizar as atualizações criando níveis de segurança de acesso para alterações dos dados;
- assegurar a integridade dos dados armazenados;
- construir um ambiente apoiado em padrões de interoperabilidade que possibilite a utilização de diferentes soluções de SIGs e a integração com bancos de dados corporativos.

Existem alguns desafios como o aspecto da *temporalidade* das informações, o uso da *ontologia* para guiar a solução dos problemas semânticos e as *múltiplas representações* de um mesmo objeto, que os SIGs atuais ainda não apresentam soluções.

O primeiro aspecto possibilitará armazenar sistematicamente no banco de dados as informações registrando as transformações ocorridas no meio físico ao longo do tempo.

A ontologia¹⁶ utilizada no desenvolvimento de SIGs pode ajudar a entender como diferentes comunidades compartilham informações, permitindo descobrir certas distorções presentes nos processos cognitivos de apreensão do mundo geográfico, fornecendo padrões para o desenvolvimento de SIGs (SMITH & MARK¹⁷, 1998 apud FONSECA, EGENHOFER e BORGES, 2000).

O banco de dados dentro de um SIG deve considerar não apenas o conjunto de dados descritivos de um objeto e seu relacionamento com os demais, mas também exige escolher uma representação para cada um deles. Esta representação deve ser adequada às finalidades da aplicação, porém ocorre que aplicações distintas podem ter necessidades da mesma informação, mas em diferentes representações e escalas. O ideal seria poder armazenar apenas uma das representações e deduzir as demais a partir da representação primária, evitando manter dados redundantes (DAVIS, 2000).

Compreender o conteúdo de um banco de dados é, atualmente, um pré-requisito para que uma visualização possa ser obtida (DAVIS, 2002). É necessário conhecer os níveis ou camadas (*layers, levels*) e quais informações estão armazenadas nos mesmos para que as análises possam se concretizar.

O acesso, manipulação e atualização dos dados só serão possíveis se a base de dados for modelada adequadamente, simplificando o uso, facilitando as consultas e análises.

¹⁶ **Ontologia** – é a descrição de uma certa realidade com um vocabulário específico. Este vocabulário define entidades, classes, propriedades, predicados e funções e as relações entre estes componentes (FONSECA, EGENHOFER e BORGES, 2000).

¹⁷ Apud SMITH, B; MARK, D. *Ontology and Geographic Kinds*. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPATIAL DATA HANDLING. Vancouver, Canadá, 1998. p. 308-320.

3.2.1 Base de dados alfanumérica

A base de dados é um conjunto de informações alfanuméricas que descrevem determinadas entidades do mundo real. Para que estes dados possam ser utilizados adequadamente, a etapa de modelagem deve ser muito bem estruturada, pois direciona a definição da base de dados, bem como especifica a biblioteca de funções e parâmetros que devem ser utilizados junto com os dados na base de dados (MEDEIROS e PIRES, 1998).

A modelagem de dados utiliza a abstração de conceitos sobre objetos existentes no mundo real para auxiliar na compreensão do sistema que se pretende modelar (DAVIS, 2000). É uma ferramenta conceitual que auxilia na organização, formalização e padronização da representação das entidades ou fenômenos existentes no mundo real de forma consistente e estruturada. Descreve a organização lógica da base de dados, bem como define as operações de manipulação de dados. Durante o desenvolvimento de uma aplicação específica, o processo de modelagem, quando bem conduzido, produz uma visão abstrata da realidade. Isto facilita o acesso e a reutilização dos dados, bem como a expansão do banco de dados e a sua integração com outros criados para aplicações distintas, mas que descrevem a mesma realidade (CÂMARA, CASANOVA et., 1996).

Sem entrar no mérito de descrever as possíveis modelagens de dados existentes que possibilitam a organização das bases de dados, é aconselhável saber que o modelo mais utilizado para a estruturação de base de dados para SIG é o modelo *relacional*, existindo ainda outros tipos, como o modelo de dados em rede, hierárquico, orientado a objeto. No modelo relacional, os dados são organizados em tabelas (relações). As tabelas têm várias colunas (atributos), as quais descrevem uma entidade do mundo real (MEDEIROS e PIRES, 1998). Este modelo pode operar

com duas ou mais tabelas, através de ligações estabelecidas de campos¹⁸ comuns. Como todos os demais modelos, apresenta vantagens e desvantagens na sua utilização.

Os dados e informações que compõem a base de dados alfanumérica são definidos a partir do conjunto de especificações e necessidades básicas dos diferentes setores de uma prefeitura.

Para construir uma base de dados voltada ao SIG, é necessário conhecer previamente o fluxo da informação, visando a identificar os detentores dos dados, levantar os documentos utilizados, detectar as deficiências no processo, identificar os objetivos, sistematizar os problemas e elencar as possíveis soluções. O conhecimento destes fluxos possibilita detectar duplicidades e os percursos muitas vezes desnecessários da informação. A partir deste levantamento é possível definir o universo de informações que farão parte da base de dados, estabelecendo novos procedimentos, racionalizando o fluxo e criando novas rotinas de trabalho.

Todo o trabalho de definição dos fluxos deve ocorrer com a participação dos técnicos dos setores envolvidos, estabelecendo regras e normatizando os novos procedimentos. O objetivo principal é criar uma base de dados única incorporando novos dados e interligando com informações advindas dos sistemas corporativos, proporcionando mais consistência à base e disponibilizando informações com mais qualidade.

3.2.2 Base cartográfica digital

A implantação de um sistema de informações geográficas necessita de dados e informações confiáveis e precisas. Isto significa dizer que, além da organização da

¹⁸ **Campo** - entendido como espaço físico dentro da base de dados para armazenamento de um tipo de dado.

base de dados, a base cartográfica digital atualizada é outro importante fator. Bases desatualizadas não retratam a realidade urbana e rural. Portanto, são incapazes de proporcionar uma análise espacial confiável.

A principal preocupação dos planejadores ao utilizar as bases cartográficas disponíveis tem sido o alto grau de desatualização das mesmas. Embora seja possível encontrar bases cartográficas digitais, grande parte dos municípios brasileiros não possuem nenhum tipo de mapeamento.

Os dados utilizados em um SIG podem ser originários de diversas fontes, genericamente classificadas em *primárias* (que incluem levantamentos topográficos convencionais, levantamentos aerofotogramétricos e produtos do sensoriamento remoto) e em *secundárias*, envolvendo mapas e estatísticas, as quais são derivadas das fontes primárias (TEIXEIRA, MORETTI e CHRISTOFOLLI, 1992).

Estes dados representam elementos do mundo real em um determinado instante no tempo. É sempre uma abstração da realidade, pois nem sempre é necessário ou conveniente representar o todo e sim parte da realidade com as informações importantes para os interesses propostos. A decisão de representar somente o que é de interesse é condicionante para o custo efetivo de implantação do SIG (ARONOFF, 1989).

A maioria das bases cartográficas disponíveis estão em meio analógico, sendo necessária a conversão¹⁹ dos dados para meio digital. Antes de converter os dados, é necessário que se avalie desde a atualização dos dados até a qualidade e confiabilidade dos mesmos.

¹⁹ **Conversão de dados** - nada mais é que passar os dados que estão armazenados em papel para o meio digital. É a criação de entidades gráficas/cartográficas digitais a partir de material analógico para possibilitar seu uso em SIGs (LAZZAROTTO, 1997).

Como destaca Costa (2001) a simples conversão de um mapeamento analógico para digital não modifica a situação da desatualização. É preciso que os usuários de SIG se conscientizem da necessidade de estabelecer rotinas de atualizações.

Segundo Peixoto (2000), quando os dados com os quais se trabalha não são confiáveis, o simples fato de transferi-los para uma base digital não é capaz de atribuir-lhes uma qualidade que é inexistente em sua essência. É fato que o processo de informatização e conversão contribui para a consistência dos dados, porém, na maior parte das vezes, serve para evidenciar as inconsistências e incoerências anteriores que passavam despercebidas. Alguns erros encontram-se presentes nas informações analógicas anteriores e outros podem ser introduzidos durante o processo de conversão. Para este último tipo de ocorrência devem estar voltadas as preocupações durante um processo de conversão, como a calibração da mesa digitalizadora, o formato da imagem digital (*tif,gif*) a ser vetorizada, o estabelecimento de parâmetros para a vetorização semi-automática e automática, entre outros. Detalhes sobre os métodos de conversão de bases analógicas para meio digital podem ser consultados em Nero (2000).

Outra ponderação a ser feita é a conversão de bases cartográficas muito antigas. Essas bases, em geral, não possuem informações de como foram elaboradas (sistema de projeção, rede de referência etc.). Não se conhece a exatidão dos dados, nem os métodos de obtenção, equipamentos utilizados etc.. Assim sendo, para áreas onde a ocupação territorial é mais intensa e dinâmica (urbana), informações confiáveis e com qualidade se tornam prementes, não sendo aconselhável a utilização das referidas bases.

Além dos cuidados com a conversão de dados, o controle de qualidade é um fator determinante no processo de aquisição de produtos cartográficos digitais e na qualidade dos resultados. Destaca Nero (2005) que a precisão e acuraria necessária ao arquivo digital dependem da finalidade do produto. Assim, o usuário deve saber

claramente qual o erro que ele pode aceitar, de modo a não rejeitar desnecessariamente produtos de classe B, C ou mesmo inferior. Caso necessite de maior precisão deve rever a qualidade do material original e minimizar os erros do processo. Estas especificações técnicas são apresentadas no Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984 que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.

3.2.2.1 Escalas apropriadas x tipos de aplicações

No mapeamento aerofotogramétrico, a altura do vôo é determinada a partir da escala de restituição²⁰ especificada para o produto. A escala por sua vez, deve ser definida em função da finalidade para a qual este produto se destina. Isto quer dizer que a escolha da escala definirá a qualidade do resultado a ser obtido. Para representar cada nível de detalhamento, existe uma escala apropriada. Escalas como 1:2.000, 1:1.000, 1:500 são utilizadas para gestão da cartografia urbana, do cadastro técnico, de projetos executivos, para estudos de sinalização semafórica, horizontal e vertical, de redes de água, esgoto, iluminação pública e telefonia, de coleta de lixo e varrição pública, de equipamentos públicos (escolas, hospitais, postos de saúde, parques, praças etc) entre outros. As escalas 1:10.000, 1:5.000 são também consideradas cartas cadastrais, utilizadas principalmente para estudos de bairros, planos diretores municipais, planta de valores genéricos (PVG), estudos de impactos ambientais (EIA), sobre cadastro fundiário, hidrografia, vegetação e inúmeros outros temas. As escalas menores são utilizadas para estudos macro regionais.

Tomando-se por base a pesquisa realizada por Françoso (1997) a qual reuniu as experiências de implantação de SIG em cidades de médio porte do estado de São Paulo, pode-se observar que a maior parte dos municípios que possuem bases

²⁰ **Restituição** - é a coleta das informações em estações fotogramétricas, onde o operador registra as coordenadas das feições (OLIVEIRA, NUBIATO, 2005).

cartográficas²¹ digitais optaram pela elaboração da mesma na escala 1:2.000, adotando “Córrego Alegre” (Hayford Internacional) como datum horizontal. Observa-se também que a partir de 1996 os municípios passaram a adquirir vãos aerofotogramétricos na escala 1:5.000 e a restituir seu território na escala 1:1.000, utilizando sistema de projeção UTM (Universal Transverso de Mercator), SAD 69, de acordo com as especificações estabelecidas pelo IBGE.

Acredita-se que a escolha da escala 1:2.000, principalmente pelos municípios da região metropolitana de São Paulo, seguiu orientações estabelecidas pelo Sistema Cartográfico Metropolitano, pois na época a contratação de uma base cartográfica na escala 1:1.000 tinha custo extremamente proibitivo, chegando a mais que o dobro do mesmo produto na escala 1:2.000.

Embora seja consenso que as bases cartográficas restituídas na escala 1:1.000 são mais adequadas que as 1:2.000 para atender às demandas da administração municipal, uma prefeitura deve optar pela solução economicamente viável, capaz de atender à maior parte das demandas das diversas secretarias e setores. Como exemplo, a prefeitura da cidade de São Paulo iniciou em 2003 o projeto de mapeamento do município e contratou, através do consórcio CONCIDADE, a aquisição de uma base cartográfica na escala 1:1.000, entre outros produtos. Atualmente este mapeamento encontra-se na fase conclusiva.

Além disto, através da experiência na prefeitura de Santo André, foi possível observar que a base cartográfica na escala 1:2.000 não atende às necessidades de projetos executivos (drenagem, água, esgoto etc), de urbanização de favelas, estudos de viabilidade econômica, diretrizes viárias, entre outros. Segundo Costa (2001) a utilização de bases cartográficas na escala 1:2.000 são inadequadas para as

²¹ **Base cartográfica** – conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal que, apoiadas na rede de referência cadastral, apresentam no seu conteúdo básico as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de anteprojetos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades projetuais que devam ter o terreno como referência (ABNT, 1998).

atividades de gerenciamento municipal como o cadastro de imóveis, equipamentos urbanos e projetos de sistema viário.

O grande problema é que este produto induz grande parte dos técnicos à prática de ampliações, o que evidentemente levará a erros, visto que a exatidão com que foram elaboradas permanece dentro dos limites dos processos de sua construção, especialmente quando se trata de levantamentos aerofotogramétricos cuja escala das fotos permite no máximo a restituição de plantas topográficas com ampliação de quatro vezes, por exemplo, fotos obtidas em escala 1:8.000 possibilitam obtenção de bases em escala de 1:2.000, como destaca Costa (2001). As fotos obtidas na escala 1:5.000 ou maior permitem ampliações de até cinco vezes.

Atualmente a contratação de um mapeamento na escala 1:1.000 é aproximadamente 20% mais caro que o 1:2.000 com o mesmo nível de detalhamento. A tabela abaixo mostra os valores por km² para o mapeamento na escala 1:1.000 e para o mapeamento na escala 1:2.000.

Informações	Escala da foto	Escala de restituição	Valor do km² (R\$)
Restituição simplificada e ortofoto	1:5.000	1:1.000	7.500,00
Restituição simplificada e ortofoto	1:8.000	1:2.000	6.200,00
Restituição completa e ortofoto	1:5.000	1:1.000	13.500,00
Restituição completa e ortofoto	1:8.000	1:2.000	11.500,00

Tabela 3.1 – Valor médio do km² para restituições na escala 1:1.000 e 1:2.000.

Fonte: Engefoto Engenharia e Aerolevantamento S.A., maio/2005.

A restituição simplificada, mencionada na tabela 3.1, corresponde à vetorização de informações como limites básicos (municipal, bairros, mananciais etc.), sistema viário e de transporte (túneis, viadutos, ferrovias, aeroportos, portos, eixos de logradouros, arruamento), hidrografia (rios, córregos e represas), perímetro da cobertura vegetação, edificações representativas, altimetria, torres e linhas de alta

tensão, toponímias de logradouros, de edificações representativas e outras. A opção simplificada possibilita a implantação de um SIG no município de maneira modular, permitindo complementar a base digital com a inserção de novos dados através da digitalização das entidades detectadas nas ortofotos. Isto significa dizer, que a ortofoto possui grande quantidade de dados que podem ser capturados e armazenados na base cartográfica de acordo com as necessidades da prefeitura. Informações como limite de lotes, edificações, postes, árvores podem ser digitalizados e inseridos no banco de dados, observando determinados parâmetros e procedimentos que assegurem a precisão estabelecida na base original.

A restituição completa apresenta uma gama maior de informações encontradas nas fotografias aéreas como:

- limites – municipal, manancial, regional, área urbana, área rural;

- hidrografia – rios, córregos, lagos, represas, açudes, valas, drenos, canais, barragens;

- sistema viário e de transporte:
 - ✓ arruamentos com representação de hierarquização de via (principal, secundária, local, entre outras), com informação de vias pavimentadas com ou sem meio fio, vias não pavimentadas, vias projetadas, trilhas e caminhos;

 - ✓ ferrovias – trilhos e estações da estrada de ferro;

 - ✓ ciclovias;

 - ✓ pinguelas, pontes, viadutos, túneis, galerias, passarelas;

 - ✓ escadarias, rampas plataformas;

- ✓ eixos de logradouros.
- edificações de qualquer natureza, que podem ou não ser solicitadas, dependendo da necessidade destas informações;
- limites materializados de propriedade, fechamento por cercas, muros etc.;
- limites de quadras, materialização do limite predial (limite interno);
- vegetação – perímetro da cobertura vegetal, de área de cultura, árvores isoladas e áreas verdes;
- toponímia do sistema viário, de edificações públicas, parques e outras informações que forem consideradas relevantes;
- posteamento de energia elétrica e iluminação pública;
- altimetria;
- torres e linhas de transmissão;
- portos, aeroportos, helipontos;
- outros elementos locais de grande relevância para o mapeamento em questão.

No caso de imagens orbitais de alta resolução, escalas entre 1:5.000 a 1:10.000 podem ser uma excelente opção, pois apresentam um custo reduzido e maior área recoberta. Podem ser utilizadas como apoio para elaboração de planos diretores, delimitações de bacias de abastecimento, programas de saneamento ambiental, suporte para viabilizar projetos de estradas etc.. E importante ressaltar a

necessidade de corrigir o efeito relevo, através de programas apropriados para modelagem digital.

Na faixa de 1:25.000 a 1:50.000, as imagens de satélite constituem uma boa alternativa, inclusive na produção de cartografia sistemática (SILVA, 2004).

Nem sempre a disponibilidade de recursos é compatível com as reais necessidades da municipalidade; portanto, é importante que se tenha claro quais serão as reais utilizações deste mapeamento. Isto permitirá que se defina quais informações são efetivamente necessárias para a implantação de um SIG, otimizando os recursos financeiros e obtendo um produto de rápida manipulação.

3.2.2.2 Obtenção da base cartográfica

A escolha do melhor método e técnica de aquisição de dados vai depender tanto da finalidade para a qual a base cartográfica digital foi solicitada quanto do custo. A finalidade tem relação direta com a escala a ser utilizada. Pode-se optar por levantamento topográfico convencional, levantamento aerofotogramétrico ou sensoriamento remoto. Estes métodos foram detalhadamente descritos em Siqueira (2003).

Levantamento topográfico convencional

O levantamento topográfico pode ser uma boa opção para municípios com populações que variam entre 5.000 e 30.000 habitantes (COSTA, 2001). Além disso, pode ser utilizado para atualizar áreas pontuais que sofreram alterações e devem ser incorporadas à base cartográfica.

Costa (2001) sugere que municípios que apresentam vasta extensão territorial, porém com pequenas manchas urbanas, iniciem o mapeamento

contemplando a área urbana, salvo raras exceções. A elaboração da base cartográfica deve preferencialmente mapear o sistema viário e, conseqüentemente, definir as quadras que compõem a mancha urbana.

Através dos levantamentos topográficos, os municípios de pequena extensão de mancha urbana podem acrescentar gradativamente novas informações e criar novos níveis ou camadas (*layers*) de informações, na medida de suas necessidades, em sua base cartográfica digital possibilitando a manutenção e atualização contínua das plantas cadastrais municipais (COSTA, 2001).

Levantamento aerofotogramétrico

O levantamento aerofotogramétrico utiliza as fotografias aéreas que trazem informações instantâneas de toda a complexidade do território, revelando as intervenções (legais e ilegais) do homem no espaço urbano e rural, como desmatamento, assoreamento e poluição de rios, abertura de vias, cortes e aterros, invasão de áreas de preservação de mananciais, implantação de conjuntos habitacionais, entre outras, servindo como ferramenta para planejar as futuras ações e atualizar bases cartográficas existentes.

Atualmente o levantamento aerofotogramétrico é o mais utilizado para obtenção de bases cartográficas municipais, principalmente para bases cadastrais nas escalas 1:2.000 e 1:1.000.

As ortofotos, um dos produtos resultantes do levantamento aerofotogramétrico, têm sido muito utilizadas como instrumento de mapeamento de áreas rurais. Porém, nas aplicações relativas a áreas urbanas, apresentam problemas de verticalidade de edifícios altos e as sombras causadas pelos mesmos, dificultando a vetorização exata de sua projeção e do entorno. Este problema muitas vezes, pode ser contornado aumentando o recobrimento longitudinal de 60% para 80% e o recobrimento lateral 30% para 40%, o que possibilita a obtenção de produtos

mais precisos (TOSTES, 2001). Este recurso apresenta bons resultados quando aplicado em cidades de médio e pequeno portes onde a presença de edifícios altos é reduzida (COSTA, 2001).

“Pode-se afirmar que, na medida em que se melhor conhece a organização e distribuição dos fenômenos físicos, sócio-econômicos e antrópicos, maiores serão as possibilidades de aplicar a técnica e os recursos disponíveis em favor das ações significativas quanto ao desenvolvimento social e econômico” (ROSA, 1989).

O desenvolvimento de novas técnicas de processamento de imagem aliadas ao avanço no armazenamento de grandes massas de dados tem possibilitado disponibilizar produtos relativamente rápidos com custos razoáveis.

Sensoriamento remoto

As técnicas de sensoriamento remoto, seja através de fotografias aéreas tomadas de aviões ou imagens digitais de satélites artificiais, são consideradas hoje as principais fontes de informação sobre o ambiente terrestre, garantindo desde o conhecimento e o monitoramento do território até a atualização de mapas e geração de bases cartográficas (SCHMIDLIN, 2001).

As imagens de satélite são utilizadas em estudos nas mais variadas áreas, como arqueologia, agricultura, meteorologia, climatologia, oceanografia, recursos hídricos, geologia, geomorfologia, uso da terra, estudos florestais, planejamento, entre outros. O importante é saber escolher criteriosamente que tipo de imagem é necessária para alcançar os resultados desejados.

A nova era de sensores orbitais de alta resolução está mudando o rumo da utilização de sensoriamento remoto para aplicações urbanas. Até bem pouco tempo, as imagens dos sensores orbitais como Landsat e Spot eram utilizadas para estudo

de crescimento urbano (multitemporal²²), planejamento ambiental em áreas metropolitanas, monitoramento da qualidade da água e de desmatamento de reservas florestais. Porém, existem satélites comerciais equipados com sensores capazes de chegar a uma resolução espacial²³ que varia de 0,70m a 2,80m (Quick Bird), de 2,50m (Spot 5) e de 1,00 a 4,00m (Ikonos 2). Isto significa dizer que a escala dos mapas, que antes se restringia a no máximo 1:20.000 (como exemplo a imagem do satélite francês Spot de 10 metros de resolução espacial), pode chegar a 1:2.500, enquadrando-se em certas aplicações urbanas antes somente possíveis com fotografias aéreas (SCHMIDLIN, 2001).

Por mais que se diga que é possível utilizar imagens orbitais de alta resolução em escalas 1:2.500 e de 1:2.000, Silva (2004) não vê como isto é possível. Segundo o autor, mesmo que a precisão geométrica seja compatível com estas escalas, o conteúdo informativo destas imagens não contempla todos os requisitos a nível cadastral. Afirma que este produto pode ser usado em aplicações específicas, como de alterações nas edificações (novas construções, demolições, expansões), monitoramento da expansão urbana, controle da ocupação do solo e alguns níveis de mapeamento básico. Para estes fins entende que as imagens de alta resolução são uma ótima opção com custo viável.

Comparação entre levantamento aerofotogramétrico e sensoriamento remoto

As imagens de alta resolução não vêm substituir a fotografia aérea. Apenas constituem mais uma opção de representação e obtenção de informação do espaço geográfico (SILVA, 2004).

²² **Multitemporal** - é a repetitividade de observações, ou seja, é a quantidade de vezes que o satélite passa sobre a mesma área ao mês. É possível obter diversas imagens de diferentes datas da mesma região, permitindo ao usuário realizar estudos multitemporais e monitoramento de fenômenos (SCHMIDLIN, 2001).

²³ **Resolução espacial** - é definida pela capacidade do sistema sensor "enxergar" objetos na superfície terrestre; quanto menor o objeto detectável, maior a resolução espacial. Esta resolução está diretamente relacionada com o tamanho do pixel, ou seja, uma área em metros no terreno que o sensor é capaz de registrar (SCHMIDLIN, 2001).

Asinelli (2003) afirma que existem limitações de usos dos produtos obtidos de sensores orbitais de alta resolução, como prazo de obtenção e, principalmente, a precisão²⁴. Embora exista uma evolução quanto ao parâmetro de precisão, o conhecimento do erro associado à posição de cada *pixel* é da ordem de 5 m, desde que a imagem seja georreferenciada a partir de um apoio terrestre. De outra forma, a precisão pode cair para 12 m, compatível com mapeamento na escala 1:16.000 a 1:40.000 aproximadamente, tendo como melhor resolução de 0,60 a 1,00 m. Cabe destacar que os produtos obtidos por aerofotogrametria podem resultar em produtos com precisão decimétrica, dependendo da escala de vôo adotada. Quanto à resolução, é possível gerar imagens digitais com até 0,04 m (vôo na escala 1:3.000 com *scanner* fotogramétrico de 12 micron).

Na realidade, tanto o levantamento aerofotogramétrico quanto o sensoriamento remoto evoluíram em termos de qualidade. A diferença reside nos resultados que se quer alcançar. Para grandes escalas, onde a precisão é fator imprescindível, as imagens orbitais de alta resolução não são adequadas. Porém, podem ser indicadas para algumas aplicações específicas, como, por exemplo, identificação de alterações na ocupação do solo (invasões de áreas verdes, de propriedades públicas), monitoramento de reservas naturais, detecção de irregularidade no cadastro técnico servindo como base para uma fiscalização direcionada etc..

Conforme mencionado anteriormente, a escolha do método de aquisição de dados para base cartográfica digital vai depender dos resultados que se quer obter. Quando o trabalho a ser desenvolvido não exigir precisão posicional das entidades a utilização de imagens de satélites apresenta resultados satisfatórios. Porém, se o trabalho exigir precisão na localização das entidades, o levantamento aerofotogramétrico é a opção mais indicada.

²⁴ **Precisão** - relaciona-se com a exatidão do procedimento pelo qual se obtém o resultado. A **acurácia** relaciona-se com a exatidão do resultado (TEIXEIRA, CHRISTOFOLETTI, 1997). No contexto de um mapa precisão significa o grau de fidelidade na representação de um elemento, em relação à posição e ao valor reais do elemento representado e **exatidão ou acurácia** expressa o grau de aderência do melhor valor para as observações em relação ao valor verdadeiro.

Mesclar metodologias pode ser uma boa alternativa. Para áreas altamente dinâmicas, susceptíveis a mudanças rápidas no uso e ocupação do solo, tais como áreas urbanizadas, onde manter uma base cartográfica atualizada é muito difícil, pode-se utilizar imagens orbitais de alta resolução periodicamente para monitorar e ter uma visão geral da área em questão. Esta é uma maneira de se ter um certo controle sobre o espaço geográfico. Caso fosse exigida alta resolução e fidelidade geométrica poder-se-ia complementar o trabalho com levantamento de campo utilizando o *Global Positioning System* (GPS).

3.2.2.3 Atualização e manutenção do banco de dados.

A complexidade das aplicações aliada à dinâmica das áreas urbanas (em constante mudança) leva a uma grande dificuldade de manter os dados atualizados. A sistematização dos dados de forma estruturada, organizada e padronizada, garantindo a integridade dos dados gráficos e alfanuméricos, possibilita o compartilhamento das informações através de diferentes aplicações.

A atualização e manutenção do banco de dados não tem sido uma prática usual dos órgãos públicos, seja pela falta de planejamento ou falta de verbas destinadas a este fim.

Muitas administrações públicas acabam por não implementar efetivamente um SIG principalmente porque não existe um planejamento dos gastos. Assim, é importante a realização de uma avaliação criteriosa para estabelecer prioridades nos investimentos. Estruturar um banco de dados sem prévia avaliação do *hardware* e *software* que deverá armazená-lo e da rede que deverá disponibilizar os dados pode inviabilizar o projeto. O contrário também é verdadeiro, ou seja, especificar *hardwares* e *softwares* sem possuir um banco de dados estruturado e atualizado acarreta no

comprometimento da qualidade das informações e, conseqüentemente, dos resultados obtidos.

A atualização do banco de dados depende fundamentalmente da criação de rotinas, as quais devem necessariamente fazer parte do projeto de implantação do SIG. Para cada conjunto de informações armazenadas em diferentes tabelas, a sistemática de atualização segue a dinâmica do meio urbano. Certamente a tabela que possui dados relacionados ao lote sofre alterações freqüentes, enquanto que a que possui dados sobre hierarquização de vias tem sua atualização com menos freqüência.

A equipe que coordena o projeto deve estabelecer procedimentos detalhados das rotinas de atualização tanto da base cartográfica quanto da base de dados alfanumérica. Estes fluxos de procedimentos de trabalho devem ser normatizados (decreto, lei), garantindo a continuidade do projeto mesmo com a descontinuidade administrativa. Estas equipes devem ser capacitadas²⁵ nas rotinas e principalmente entender a importância de manter as bases atualizadas. Entre os profissionais da área não existe um consenso quanto à periodicidade de atualização (diária, mensal, semestral etc.) das informações. Cabe destacar que banco de dados desatualizado perde a credibilidade.

As atualizações da base cartográfica devem estar dentro dos padrões de precisão estabelecidos e normatizados. O processo de atualização pode ser realizado por meio de levantamento aerofotogramétrico (por meio da utilização de ortofotos), imagens de satélite, levantamentos topográfico e geodésico convencionais ou pelo Sistema de Posicionamento Global (para planimetria) – GPS. A alternativa a ser utilizada vai depender da escala e da finalidade do projeto. Assim, por exemplo, para acompanhar o desmatamento de uma área na escala 1:25.000, as imagens de satélite são eficientes e apresentam baixo custo (COSTA, 2001). Nos casos de

²⁵ **Capacitadas** - aqui entendido como conjunto de etapas compreendendo o aprendizado na ferramenta SIG, cursos de noções e conceitos técnicos de cartografia, topografia etc.

atualização de quadras na escala 1:1.000, a sobreposição de ortofotos é uma boa alternativa.

Investir na atualização e manutenção do banco de dados é fundamental para o conhecimento do território, suas transformações, degradações, evoluções que podem e devem ser registradas proporcionando a reconstrução do passado, contribuindo para minimizar intervenções e decisões futuras sobre o ambiente urbano. Uma proposta de metodologia e procedimentos de atualização de bases cartográficas foram detalhados em Galipi (2002).

4. IMPLANTAÇÃO DE SIG EM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE – ESTUDO DE CASO NA PREFEITURA DE SANTO ANDRÉ

4.1 Contexto histórico

A Prefeitura de Santo André iniciou em 1989 um amplo processo de modernização, considerado essencial à própria execução do programa de governo. Os esforços para livrar a administração do sucateamento se davam em várias áreas com a reformulação organizacional, revisão de processos de trabalho, formulação de política de recursos humanos, sempre na procura por eficiência na tomada de decisões e prestação de serviços através da qualidade e confiabilidade das informações disponíveis. Neste contexto, em que se buscava resultados em termos de eficiência e qualidade da informação, surgiu o projeto SIG reforçando o propósito de modernizar os procedimentos administrativos.

Este projeto teve sua concepção alterada ao longo dos anos. Passou de um instrumento capaz de disponibilizar informações atualizadas para diferentes áreas da prefeitura para uma ferramenta fundamental de um programa preocupado em prestar um serviço com qualidade à população. A autora do presente trabalho acompanhou todo processo.

A tabela 4.1 apresenta um cronograma de implantação do SIG em Santo André mostrando as alterações que o projeto SIG sofreu ao longo de quatro mandatos (1989 a 2004).

Mandato	Objetivo	Meta	Resultados
1989 a 1992	<ul style="list-style-type: none"> informatizar a máquina administrativa aprimorar a eficiência na tomada de decisões e qualidade da informação 	produzir resultados na mesma administração – processo irreversível	aplicações de pequeno impacto, rápida visibilidade – incorporadas pelo corpo técnico permanente
1993 a 1996	<ul style="list-style-type: none"> manter parte da base atualizada realizar algumas análises setoriais 	manter a base atualizada com os recursos disponíveis	aplicações isoladas – mapas temáticos
1997 a 2004	<ul style="list-style-type: none"> proporcionar constante melhoria da qualidade e da produtividade racionalizar para modernizar e agilizar os serviços sem perder a qualidade 	inserir o SIG como ferramenta estrutural do Programa de Modernização Administrativa	aplicações visando disponibilizar informações à população

Tabela 4.1 – Objetivos, metas e resultados do projeto SIG 1989-2004.

4.2 Premissas básicas

A postura adotada desde o início era que:

- o projeto contemplaria as necessidades de várias secretarias e autarquias, pois o objetivo principal não era aumentar a arrecadação do município e sim melhorar o planejamento territorial;

- a base cartográfica seria única e as atualizações descentralizadas;
- a prefeitura seria usuária da tecnologia SIG disponível no mercado²⁶, buscando uma solução que combinasse os requisitos técnicos característicos de um SIG, com treinamento, assistência técnica e suporte especializado no Brasil;
- o banco de dados deveria ser único e centralizado, com dados consistentes obtidos através da eliminação das duplicidades e atualização das informações e o acesso às informações seria pela rede interna - intranet;
 - a equipe técnica permanente da prefeitura deveria ser envolvida e capacitada em:
 - conceitos cartográficos (cursos de noções básicas de cartografia);
 - na ferramenta SIG;
 - noções da arquitetura (categorias e feições) do SIG;
 - nos procedimentos de atualização e operação, capazes de criar uma cultura de geoprocessamento que pudesse ser assimilada pelo conjunto;
- o projeto priorizaria as aplicações voltadas ao planejamento urbano onde a implementação ocorresse em pouco tempo, porém com visibilidade, garantindo resultados numa mesma administração.

²⁶ Em 1989 existiam poucas soluções SIG disponíveis no mercado brasileiro e algumas prefeituras na época decidiram desenvolver *software* para SIG.

4.3 Implantação

Uma das definições básicas estabelecidas na implantação do SIG determinou que as aplicações fossem priorizadas a curto, médio e longo prazo. Isto facilitou a adesão de técnicos que vislumbraram a possibilidade de trabalhar com informações atualizadas e especializadas. Portanto, a implantação do projeto SIG objetivava a disponibilização de ferramenta capaz de auxiliar os técnicos dos diferentes departamentos a planejar a cidade, a realizar estudos de impacto das políticas públicas.

A equipe que estruturou o projeto era multidisciplinar, formada por dois geógrafos, um engenheiro cartógrafo, um arquiteto e dois analistas de sistemas.

Entre 1989 a 1992, esta equipe desenvolveu as seguintes atividades:

- a. Levantamento da documentação cartográfica existente, localizando dois mapeamentos planialtimétricos desatualizados: um deles na escala 1:10.000 de 1980, pertencente ao Sistema Cartográfico Metropolitano, e outro na escala 1:2.000 de 1972, e outro na escala 1:2.000 de 1972, obtido a partir da regravação e redução da escala 1:1.000 de 1971.
- b. Elaboração de um edital de licitação para obtenção de novo mapeamento visando à atualização do mapeamento 1:10.000 a partir do levantamento aerofotogramétrico 1:40.000 de todo o município e um novo mapeamento na escala 1:2.000 a partir do levantamento aerofotogramétrico 1:8.000 na zona urbana, bem como nas prováveis áreas de expansão (loteamentos irregulares). A representação das informações, a articulação e a codificação das folhas 1:2.000 obedeceu à normatização do Sistema Cartográfico Metropolitano.

- c. Levantamento minucioso, através de entrevistas com todos os departamentos, visando a conhecer as necessidades de informações de cada área.
- d. Definição do universo de informações representáveis com a estratificação destas em diferentes níveis (*layers*), facilitando o cruzamento e a manipulação das entidades representadas.
- e. Controle de qualidade dos produtos (digital e papel), a saber:
 - ✓ **controle visual** – foi realizado com os copiões²⁷ verificando-se as coordenadas de canto de folha, erros de fechamento de polígonos, interrupção de linhas etc. e verificação mais detalhada com o auxílio das fotografias aéreas foi realizada em três quadrículas de cada folha;
 - ✓ **controle de máquina** – utilizando um programa desenvolvido pelos analistas de sistemas da prefeitura foram verificadas as simbologias associadas a seus respectivos níveis, o fechamento dos polígonos, tipos de traços, códigos dos caracteres – o resultado desta análise era a “plotagem”²⁸ da folha com os erros assinalados, que era enviada para a correção;
 - ✓ **controle de campo** – foram realizadas verificações com algumas folhas sobre a fidelidade das informações coletadas na restituição e confirmadas pela reambulação²⁹. A equipe de controle de qualidade procedeu a vistorias “in loco” visando confirmar ou acrescentar alguns detalhes considerados importantes que foram esquecidos.

²⁷ **Copiões** – cópias rascunho (papel) dos arquivos digitais.

²⁸ **Plotagem** – impressão realizada por equipamento chamado plotter

²⁹ **Reambulação** – processo de verificação e identificação de detalhes no campo, os quais o operador não é incapaz de interpretar durante a restituição.

- f. Realização de cursos sobre noções básicas de cartografia geral (manipulação e uso dos produtos cartográficos) para os técnicos dos diferentes departamentos (habitação, planejamento, cadastro, informática, saneamento, obras e transporte).
- g. Definição e modelagem da base de dados alfanumérica desenvolvida em três etapas:
- ✓ identificação dos usuários que utilizavam a mesma informação ou possuíam informações passíveis de serem armazenadas em uma única base de dados;
 - ✓ cruzamento dos dados e informações dos diversos usuários e eliminação das duplicidades obtendo uma base alfanumérica com mais consistência;
 - ✓ reestruturação de uma única base de dados com a definição das informações básicas juntamente com os usuários envolvidos no processo (BROIATO, DOMINGUES e NÉIA, 1993).
- h. Definição do *software* e do *hardware*, bem como a estrutura de geocodificação compatível com a arquitetura do SIG adotado. Apresenta-se um exemplo na tabela 4.2.

Categoria	Feição	Atributo
Básica	Quadra Guia Quadra Centróide	Classificação Fiscal População Densidade demográfica – censo 1991 Área Nº de domicílios População masculina População feminina
Imobiliária	Divisa de lote Dimensões do lote Edificações Hospitais Escolas Praças Indústrias	Proprietário Áreas Classificação fiscal Endereço Uso
Zoneamento	Limite municipal Setor fiscal Unidade de planejamento Bairros Limite distrital	População Área Densidade demográfica Perímetro

Tabela 4.2 – Estrutura inicial das informações.

- i. Elaboração de uma base de dados alfanumérica, com alguns dados extraídos do censo de 1991 e dos sistemas corporativos, capazes de serem atualizados pela equipe.
- j. Preparação da base cartográfica digital para utilização no SIG – fechamento de polígonos (lotes, bairros etc.).
- k. Ligação (*link*) das informações gráficas com os atributos armazenados na base de dados.
- l. Definição de rotinas de atualização do banco de dados.
- m. Treinamento dos usuários na rotina de atualização do banco de dados.

Estratégias adotadas

Para introduzir o novo conceito de matricialidade³⁰, a equipe de coordenação/gestão definiu a arquitetura básica do banco de dados, bem como as atribuições de cada usuário na manutenção contínua das informações. O mais importante em todo o processo era a garantia de que áreas essenciais incluiriam nas suas atividades uma rotina diária de atualização, principalmente o departamento de cadastro fiscal, visto que as informações do cadastro imobiliário são base para o planejamento e manutenção das demais áreas. Além disto, foram definidas quais informações (feições) seriam atualizadas, quem seria o responsável pela mesma e com que periodicidade ocorreria. A tabela 4.3 exemplifica o quadro de atualizações estabelecido.

Feição	Depto/Responsável	Periodicidade
Lote Limite	Cadastro/ Paulo/Tomé	diária
Lote Centróide	Cadastro/ Paulo/Tomé	diária
Lote Cota	Cadastro/ Paulo/Tomé	diária
Quadra Limite	Cadastro/ Paulo/Tomé	quinzenal
Quadra Centróide	Cadastro/ Paulo/Tomé	quinzenal
Numeração	Cadastro/ Paulo/Tomé	diária
Fx Non Aedificand Centróide	Cadastro/ Paulo/Tomé	diária
Rede de Água	SEMASA/Claudia/Antonio	diária
Rede de Esgoto	SEMASA/Claudia/Antonio	diária
Gasoduto	SEMASA/Claudia/Antonio	anual

Tabela 4.3 – Feições – periodicidade de atualização.

Fonte: Departamento de Informática/Prefeitura de Santo André (2005).

³⁰ **Matricialidade** – refere-se a um projeto ou programa com coordenação centralizada, onde diferentes áreas atuam, de acordo com sua especificidade, de maneira a complementar mantendo a unidade do mesmo.

Mesmo com todas as definições e responsabilidades estabelecidas nem sempre foi possível garantir a realização do processo tendo em vista problemas como a substituição de chefias, transferência de técnicos para outras áreas, dificultando a manutenção da base cartográfica.

Cabe destacar que a informação na internet expõe as fragilidades da prefeitura exigindo por parte da administração municipal a garantia de mecanismos mais rígidos de atualização exigidos pela população.

Para ampliar o conjunto de informações do banco de dados, foi importante a adesão de novos usuários. Parte dessas novas áreas apresentaram dificuldades na compreensão das facilidades do SIG no seu cotidiano. Foi preciso que a equipe de coordenação/gestão apresentasse exemplos do próprio setor que convencessem os técnicos a alterar seus procedimentos e passar a utilizar o SIG como ferramenta de trabalho.

Em Santo André o projeto desenvolveu-se sob um banco de dados único e centralizado, onde todos os usuários acessavam as informações pela intranet, porém as atualizações ficavam restritas às áreas geradoras de informações. Esta definição auxiliou na determinação dos perfis de acesso aos dados, permitindo:

- alterar e eliminar dados - área responsável em manter as informações;
- consultar os dados – todos os usuários conectados à rede;
- consultar estudos preliminares (urbanísticos, viários etc) – restrito às áreas que estão elaborando os devidos estudos.

Desde 1989, o projeto foi estruturado sob uma rede lógica que garantisse o tráfego das informações evitando as atualizações através de meio magnético. Esta rede foi conectada entre as áreas definidas como prioritárias - planejamento,

informática e cadastro - e foi sendo ampliada conforme disponibilização de recursos financeiros.

A implantação da rede lógica conectando as áreas com o servidor central proporcionou a construção de um banco de dados único administrado pela equipe de coordenação/gestão que, além de assegurar aos usuários a integridade das informações (procedimentos), coordenava as rotinas de atualização sob a responsabilidade de áreas específicas.

A exemplo de Santo André, é importante que o projeto seja concebido e implantado em rede (lógica), garantindo o envolvimento e a adesão dos usuários desde o início. Muitas vezes, na implantação de um SIG, a equipe responsável pela coordenação do projeto inicia a atualização das informações do banco de dados não envolvendo outras áreas nesta tarefa. Assume a responsabilidade sem ter domínio sobre a informação, pois depende do envio dos dados atualizados para proceder à alteração. Este procedimento não estimula a participação dos demais setores da prefeitura no processo de construção do banco de dados e cria uma dependência com a área de coordenação, dificultando a descentralização do projeto.

Atualmente o projeto SIG mantém basicamente a mesma estrutura com um servidor que armazena todo o banco de dados e disponibiliza o acesso às informações de acordo com os perfis dos usuários. As atualizações são descentralizadas (intranet) e ocorrem mediante procedimentos estabelecidos entre a equipe de coordenação/gestão e os setores/órgãos.

O papel da equipe de coordenação/gestão é estabelecer as diretrizes do projeto, priorizar as aplicações de acordo com o programa de governo da atual administração e auxiliar as áreas da prefeitura na estruturação da base alfanumérica, na elaboração das rotinas de procedimentos de atualização das informações, na implantação e acompanhamento das rotinas e no monitoramento da integridade do banco de dados.

4.4 Aplicações de impacto

Como o sucesso de um SIG está relacionado com sua continuidade, é importante que existam resultados rápidos que justifiquem o investimento realizado.

Todas as aplicações desenvolvidas e implantadas têm seu impacto. Em muitas delas o impacto é pontual. Porém, existem aplicações (quadra, lote, eixos de logradouros etc.) onde a implementação reformula grandes procedimentos internos por serem eixos estruturantes de rotinas estabelecidas.

As aplicações de grande impacto muitas vezes utilizam feições que possuem muitas informações a serem referenciadas, dificultando sua rápida atuação. Este é o caso da entidade *lote* que, embora seja de fundamental importância para o desenvolvimento de outras aplicações, necessita de um tempo maior de elaboração.

A implementação de aplicações voltadas ao cadastro fiscal deve se desenvolver paralelamente às consideradas de pequeno e médio impactos, mas que pela rápida obtenção produzem resultados que corroboram com o estabelecimento do SIG como ferramenta de planejamento.

No caso de Santo André a opção foi pela estruturação das feições quadra fiscal³¹, limites de setores fiscais³², setores de abastecimento, além do cruzamento destas com os dados advindos do censo de 1991. Os resultados proporcionaram uma análise do espaço urbano regionalizado disponibilizando informações, às secretarias, sobre o perfil da população agregado por região. A figura 4.1 apresenta a distribuição da renda (muito alta, alta, média, baixa e muito baixa) por setor censitário e no detalhe, é possível observar os setores censitários que estão contidos no limite do

³¹ **Quadra fiscal** - é o desenho de uma quadra urbana delimitada por segmentos de logradouros e pelo conjunto de limites de lotes.

³² **Setores fiscais** - são zonas que dividem o município para efeito de Cadastro Imobiliário. Estes setores facilitam a localização dos imóveis tributados.

bairro Centro. Este trabalho suscitou a discussão sobre a unificação dos diferentes limites utilizados pelas áreas. O consenso no estabelecimento de um único limite não foi possível, mas ocorreram ajustes que possibilitaram criar padrões de comparabilidade entre as diferentes áreas. Na figura 4.2 os limites dos setores censitários de 1991 e 2000 foram compatibilizados com os limites de bairros e a delimitação das regiões do programa Orçamento Participativo, facilitando o cruzamento e a sistematização de informações sobre qualquer região do município.

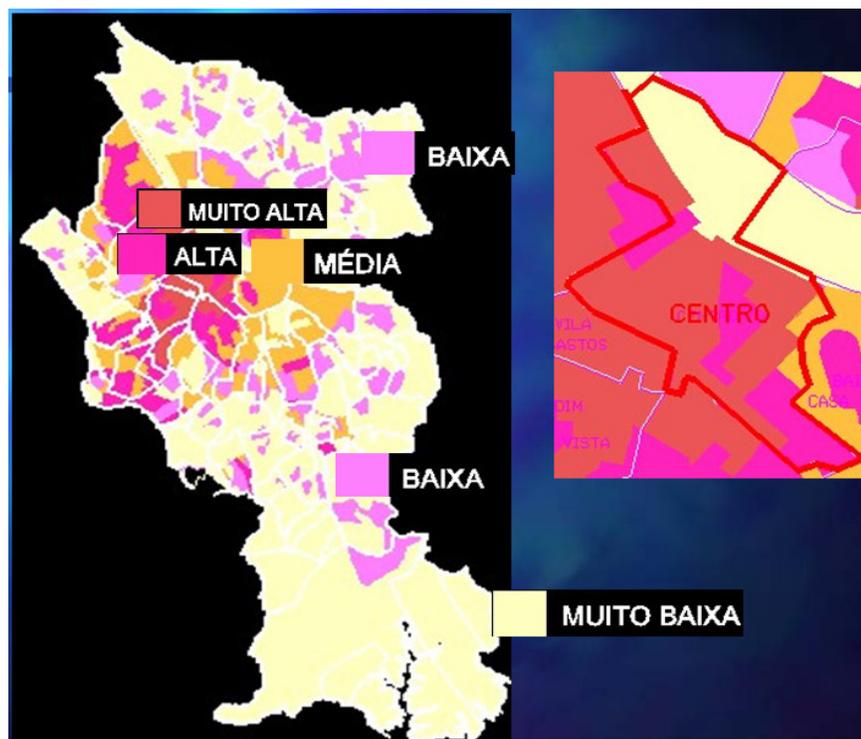


Figura 4.1 – Distribuição de renda por setor censitário (1991)

Fonte: Departamento de Informática/Prefeitura de Santo André (2005)

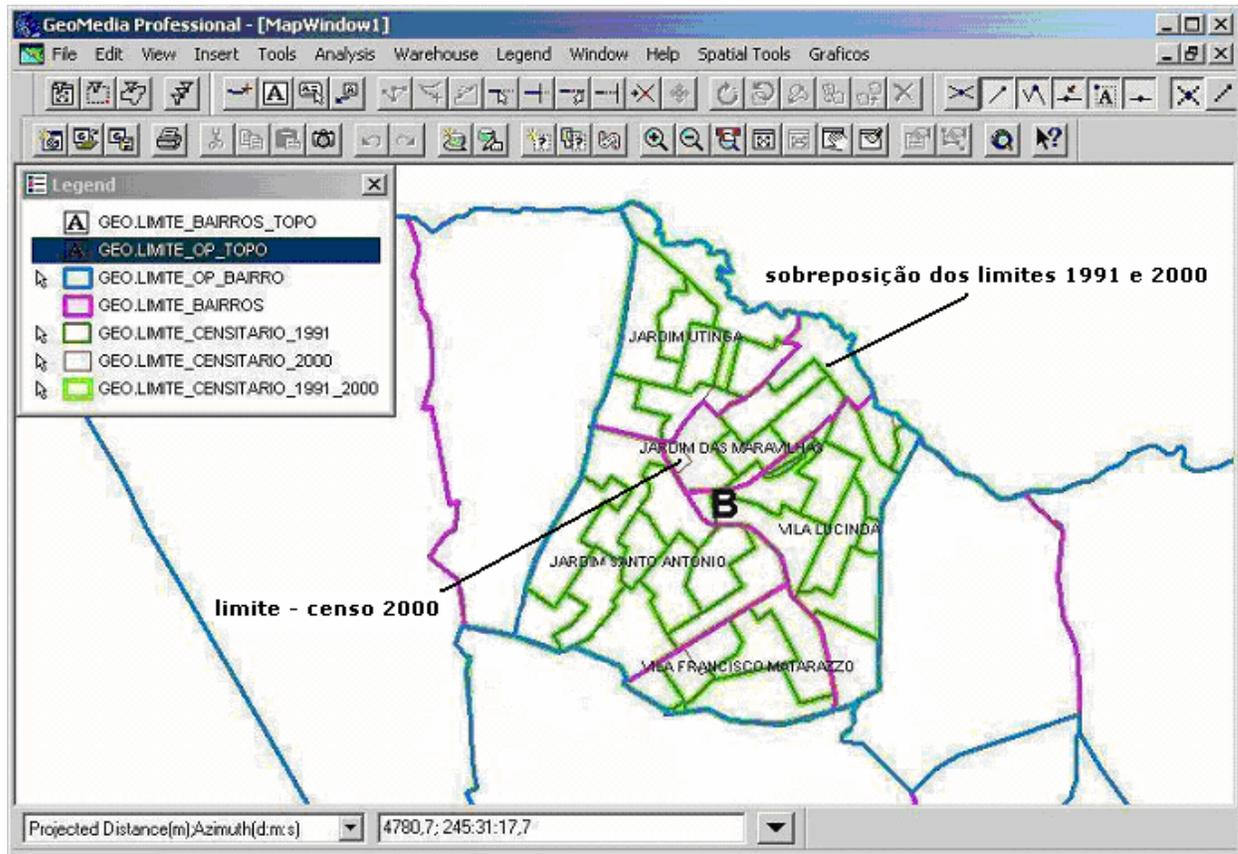


Figura 4.2 – Compatibilização de limites: bairro, orçamento participativo, setor censitário 1991 e 2000.

Fonte: Departamento de Informática/Prefeitura de Santo André (2005).

A feição *lote* não foi priorizada, mas o fechamento dos polígonos e o armazenamento dos atributos referentes a cada unidade imobiliária continuaram sendo atualizados com os recursos humanos disponíveis. Mesmo com os procedimentos estabelecidos, havia uma grande resistência em assumir as novas rotinas, bem como o SIG como instrumento de trabalho e tampouco havia compromisso explícito dos gestores do setor na utilização da ferramenta. Portanto, as atualizações ocorriam por iniciativas isoladas dos técnicos da área. Somente com a implantação do programa de modernização administrativa em 1997 a atualização das quadras fiscais passou a ser eficiente. A substituição da manutenção dos documentos analógicos pela manutenção dos arquivos digitais foi incorporada pela chefia e equipe técnica fazendo parte de uma rotina do departamento.

A implantação do programa de modernização administrativa introduziu no projeto SIG a preocupação de estruturar e disponibilizar as informações não só para as equipes da prefeitura mas, principalmente, para a população, recuperando a capacidade gerencial (racionalização de procedimentos entre outros) e melhorando a qualidade da prestação de serviço. Isto levou à revisão das rotinas de trabalho de setores essenciais enquanto prestadores de serviço finais à população, permitindo avaliar como o SIG estaria otimizando e agilizando a obtenção de informações.

Uma das implementações que causaram maior impacto na rotina interna dos setores foi a disponibilização das quadras fiscais na intranet. Em muitos processos administrativos que tramitam pela prefeitura, o parecer técnico é realizado mediante a consulta da quadra fiscal. Antes da implementação, o processo era enviado para o setor de cadastro fiscal para anexar uma cópia da quadra fiscal solicitada. Com a disponibilização desta na intranet (figura 4.3), a área solicitante pode através da intranet acessar a quadra fiscal de seu interesse e, a partir desta consulta, proceder com seu parecer. A implantação deste aplicativo agilizou em 15 dias a resposta às solicitações internas e externas.

A disponibilização das quadras fiscais na internet impactou diretamente na diminuição do número de munícipes nas dependências da prefeitura que buscam cópia da quadra fiscal, para atender a solicitações de cartórios, INSS etc.. Isto descentraliza o acesso à informação e qualifica a prestação de serviços.

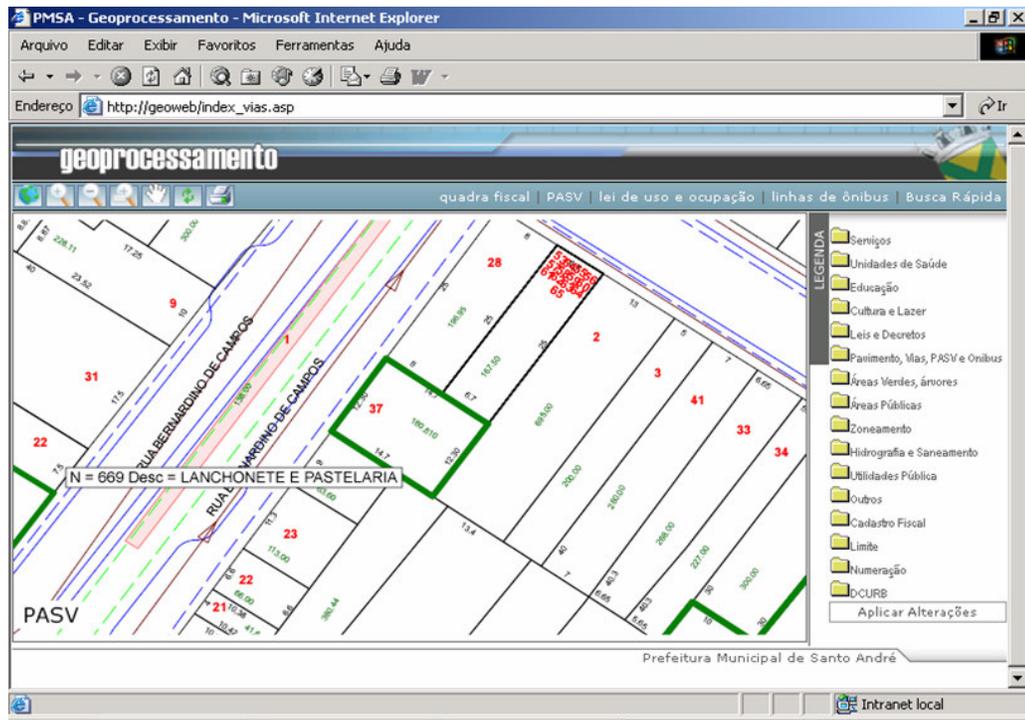


Figura 4.3 – Quadra fiscal - intranet

Fonte: Departamento de Informática/Prefeitura de Santo André (2005).

A tabela 4.4 apresenta sucintamente algumas das aplicações que resultaram em ganhos consideráveis tanto internamente quanto externamente.

Feições	Meio	Impactos
Quadra fiscal Lotes	intranet	-diminuição da circulação de processos administrativos -maior agilidade na tomada de decisões, pois a consulta é realizada diretamente no sistema, não envolvendo a tramitação de papéis (processos) - redução de até 15 dias na resposta a solicitações
	internet	-diminuição do número de contribuintes nas dependências da prefeitura - redução do número de solicitações – abertura de processos administrativos - maior agilidade na atualização das quadras fiscais – cobrança pela população por atualizações
Lei de uso e ocupação do solo	intranet	-redução da circulação de processos administrativos -respostas rápidas a consultas na praça de atendimento
	internet	-diminuição do número de contribuintes nas dependências da prefeitura e conseqüentemente do número de solicitações
Plano diretor de transporte – áreas com possibilidade de desapropriação	intranet	-redução do número de processos administrativos em função da consulta na praça de atendimento

Tabela 4.4 – Feições de impacto

Existem aplicações pontuais onde o maior impacto ocorre na própria área, mas acabam refletindo no gerenciamento da prefeitura como um todo. Este é o caso das feições pavimento e iluminação pública. A feição *pavimento* foi implementada com o objetivo de conhecer os tipos existentes no município, fornecer elementos para o planejamento de projetos de conservação e recuperação do sistema viário, além de subsidiar orçamentos prévios das obras permitindo programar a destinação de recursos.

As equipes de coordenação/gestão e do departamento de vias públicas definiram quais as informações e as feições que deveriam fazer parte do banco de dados, criando os procedimentos de armazenamento e a planilha para o levantamento dos dados em campo (conforme figura 4.4). De posse dos dados, dois

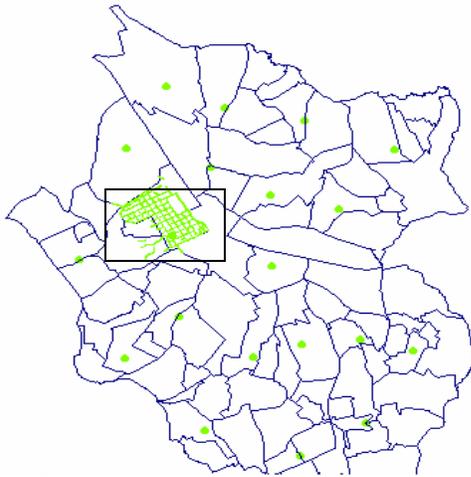
técnicos do departamento de vias públicas procederam à inclusão das informações, sob ao monitoramento da coordenação do projeto.

Cod-log	Rua:		
Trecho 1			
Cod-log	Rua		
Trecho 2			
Cod-log	Rua		
Cod- Bairro:	Guia	T.T.	Semasa
Cod. Fiscal	Proposta:	Colet.	Gás
mês	Sarj.	Gap	Sabesp
ano	Proposta:	Est. Dren.	Gasoduto
extensão	Pav.	Tv a cabo	Oleoduto
largura:	Proposta:	Tele	

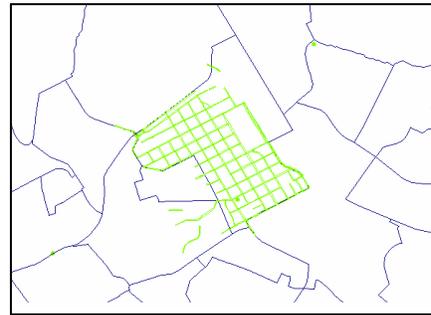
Figura 4.4 – Planilha de campo

Fonte: Departamento de Vias Públicas/Prefeitura de Santo André (2005).

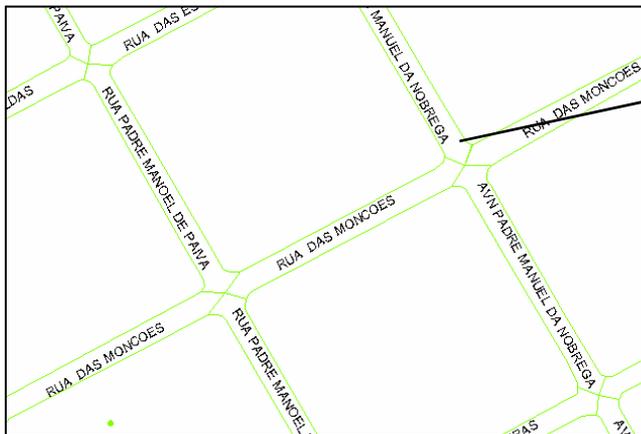
Atualmente, no município de Santo André, o projeto tem o levantamento de todos os logradouros existentes, com informações sobre tipo de pavimento, largura do trecho, extensão do trecho e outros dados que podem ser observados na tabela apresentada na figura 4.5.



Área da pesquisa



Ampliação da área da pesquisa



Seleção de um logradouro

GEO.C_PAVIMENTOS Properties	
General Attributes	
Name	Value
ID	1337
COD_SFISCAL	3
NOM_BAIRRO	JARDIM
NOM_LOGRADOUF	AVN PDE MANUEL DA NOBREGA
TRECHO1	RUA ESMERALDAS, DAS
TRECHO2	RUA MONCOES, DAS
MES	08
ANO	2004
EXTENSAO_M	115,21
LARGURA_M	10
GUIA	CONCRETO REGULAR
SARJETA	CONCRETO REGULAR
COLETIVOS	NÃO
GAP	SIM
DESC_TRAFEGO	MEDIO
DESC_TIPO_PAV	ASFALTO
DESC_CONCESSIO	
DESC_PAV	ASFALTO REGULAR
DESC_SITUACAO	ATIVO

Tabela com as informações sob o logradouro pesquisado

Figura 4.5 – Ampliações do trecho do logradouro e dados da base de dados.

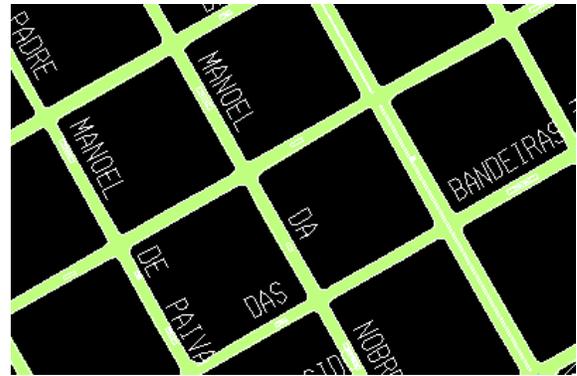
Fonte: Departamento de Vias Públicas/Prefeitura de Santo André (2005).

Com as informações armazenadas no banco de dados, as consultas sobre o tipo e o estado de conservação do pavimento, das guias e sarjetas de cada logradouro são de fácil acesso não só para o departamento de vias públicas como

também para o conjunto da prefeitura, que através da intranet acessa os dados e fotografias da via em questão, conforme figura 4.6.



equipe de campo medindo logradouro



logradouros com o pavimento do tipo asfalto



largura: 10.50 m



asfalto

paralelepípedo

Figura 4.6 – Traçado das vias com as respectivas fotografias.

Fonte: Departamento de Vias Públicas/Prefeitura de Santo André (2005).

O desenvolvimento desta aplicação trouxe maior agilidade ao departamento, facilitando o trabalho para orçamentos e planejamento dos projetos de recuperação viária, possibilitando programar os investimentos ao longo dos quatro anos da administração.

O projeto de modernização da iluminação pública tinha como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica e proporcionar maior luminosidade à cidade, com a substituição das lâmpadas de mercúrio por lâmpadas de vapor de sódio. Concomitante a troca das lâmpadas ocorreu o cadastramento dos postes de todos os logradouros do município. Como apoio ao levantamento, a equipe de campo utilizou cópias das quadras fiscais com a localização dos postes, conforme figura 4.7 e uma ficha cadastral para inserção das informações referentes a cada poste, conforme modelo apresentado na figura 4.8. Estes dados foram sistematizados e hoje fornecem elementos para o cálculo real do consumo mensal de energia elétrica gastos pela administração municipal com a iluminação pública, além de auxiliar no planejamento e monitoramento da substituição das lâmpadas. A figura 4.9 apresenta um exemplo de relatório com o consumo de energia elétrica antes e depois da substituição das lâmpadas de uma área da cidade.

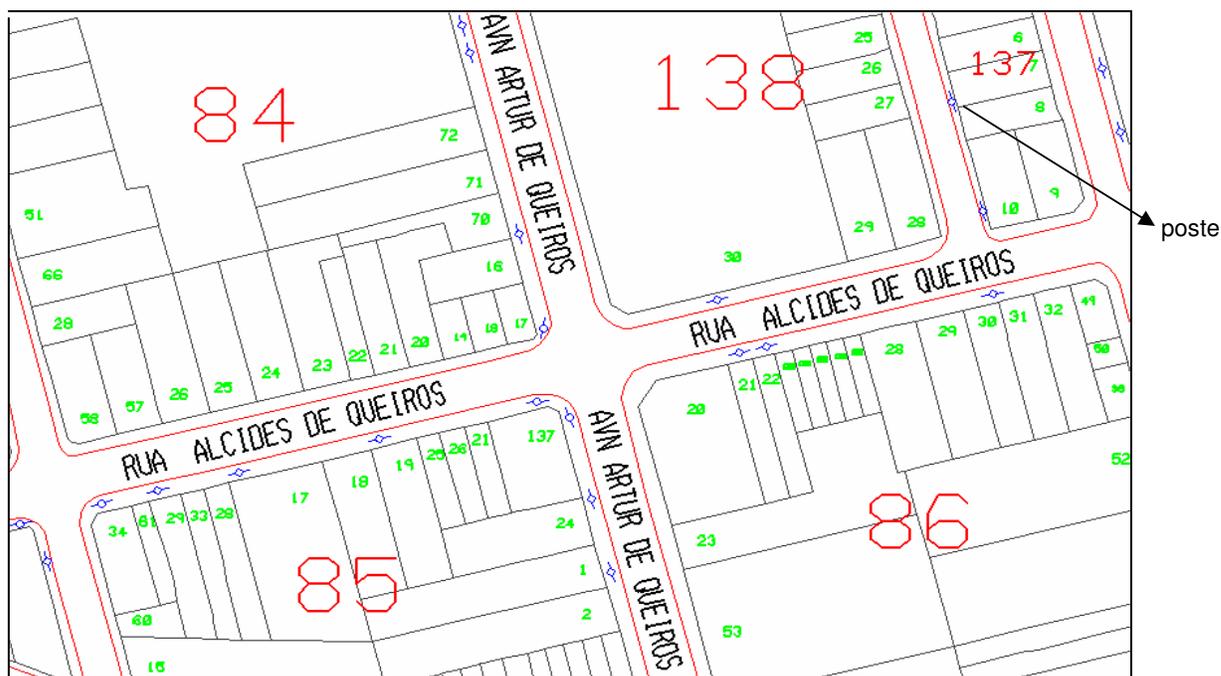


Figura 4.7 – Quadra fiscal com a localização dos postes.

Fonte: Departamento de Materiais e Equipamentos Urbanos – DMEU/Prefeitura de Santo André (2005).

TABELA PARA CADASTRAMENTO DE POSTE						
Local:					Data:	
Betão:	Quadra:	Lote:	Cod. Log.:			
Nº Poste:			Nº Circuito:		Altura do Poste:	
Tipo de Poste	1 - concreto	2 - duplo T	3 - metálico reto	4 - met. curvo simples		
	5 - met. curvo duplo	6 - metálico bolebus	7 - especial	8 - madeira		
Tipo de Braço	1 - curto	2 - médio (2,50m)	3 - normal (+,00m)	4 - longo (+,50m)		
	5 - especial	6 - suporte	6 - suporte	7 - sem braço		
Tipo de Luminária	01 - S1B	02 - P1A	03 - P1B	04 - LP S07D		
	05 - LPS 150	06 - LPS 250	07 - LPS 400	08 - TP 215		
	09 - TP 230	10 - TP 240	11 - TP 2+6	12 - TP 253		
	13 - Hotalux	14 - Trolebus	15 - TPD 288	16 - Protektor		
	17 - Explosão / Terlaruga			18 - Outros	19 - sem luminária	
Tipo de Lâmpada	1 - vapor de mercúrio		2 - vapor de sódio		3 - vapor metálico	
	4 - mista		5 - outras		6 - sem lâmpada	
Potência da Lâmpada:			Quantidade de Lâmpadas:			
Transformador	Sim		Telefone		Sim	
	Não				TV a Cabo	
Tipo de Rede	1 - aérea secundária		(S)	(N)	2 - aérea alta tensão	
	3 - subterrânea secundária		(S)	(N)	4 - subterrânea alta tensão	

Figura 4.8 – Ficha cadastral.

Fonte: Departamento de Materiais e Equipamentos Urbanos – DMEU/Prefeitura de Santo André (2005).

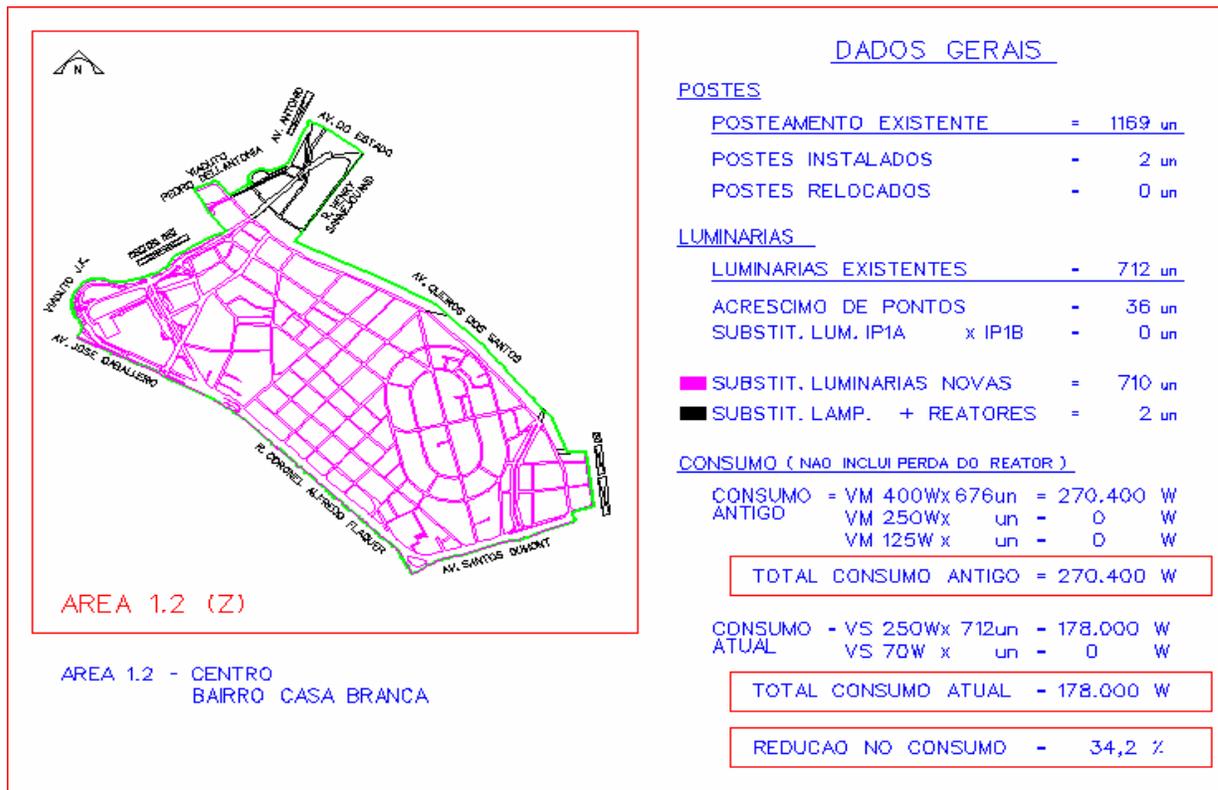


Figura 4.9 – Relatório do consumo de energia elétrica

Fonte: Departamento de Materiais e Equipamentos Urbanos – DMEU/Prefeitura de Santo André (2005).

4.5 Considerações finais

A experiência da autora adquirida a frente da gerência de cadastro técnico e cartografia em 1989, na concepção e implantação do SIG como ferramenta de trabalho para auxiliar as decisões das áreas e, posteriormente, em 1997 no departamento de informática coordenando a implementação e a disseminação do geoprocessamento como instrumento fundamental no processo de modernização da prefeitura de Santo André permitiu o acúmulo de conhecimento que possibilitam apresentar recomendações operacionais importantes para a concepção de um projeto SIG.

- adquirir uma base cartográfica na escala 1:1.000, pois a experiência na prefeitura de Santo André mostrou que a base cartográfica na escala 1:2.000 não atende às exigências (precisão) de certas áreas da prefeitura especialmente em engenharia urbana (drenagem, água, esgoto, cadastro urbano; urbanização de favelas, parcelamento do solo, projetos viários etc.);
- solicitar que os arquivos da base cartográfica digital respeite algum limite de interesse da prefeitura (bairro, região etc.) e não necessariamente obedeça o recorte cartográfico sistemático;
- contratar a restituição da base cartográfica tendo como a menor unidade numa primeira etapa a quadra, chegando até a informação de lote se os recursos financeiros permitirem. A contratação de restituição até o detalhamento da edificação eleva o custo e sua utilização é esporádica não justificando o investimento. É importante ressaltar, que os dados sobre os lotes também podem ser obtidos a partir de um projeto de cadastramento físico territorial;
- assegurar a densificação da rede de marcos geodésicos com a colocação de um marco planimétrico a cada 3 (três) quilômetros quadrados no meio urbano e um a cada 5 (cinco) quilômetros quadrados nas áreas rurais, possibilitando a incorporação dos novos projetos a base cartográfica com maior rapidez e confiabilidade;
- normatizar os procedimentos para que levantamentos topográficos e geodésicos sejam compatíveis com a base cartográfica;
- priorizar trabalhar com feições (quadra, bairro, eixo de logradouro etc.) que garantam resultados na mesma administração e causem impactos capazes de justificar o investimento;

- incluir no início do projeto as áreas e os departamentos que produzem dados básicos, pois mesmo que não seja possível obter resultados na mesma administração, o trabalho deve ser iniciado para que as demais áreas que necessitem destes dados possam inseri-los no futuro;
- montar uma equipe multidisciplinar constituída por profissionais que atuarão diretamente na estruturação das informações, denominada equipe de gestão, e por analistas de sistemas, os quais devem dar suporte as implementações, ou seja, as decisões e regras são formuladas pela equipe de gestão e a equipe de sistema viabiliza as solicitações - cabe destacar que as limitações do sistema acabam alterando as regras de certas implementações, porém o importante é deixar claro que a equipe que define o conteúdo (geógrafos, cartógrafos, arquitetos) deve estabelecer as regras estruturais do projeto e a equipe que o implementa no sistema deve, dentro do possível, seguir as regras estabelecidas pela equipe de gestão;
- envolver no processo de implantação do projeto os usuários, bem como habilitá-los na ferramenta para serem capazes de desenvolver atividades e atualizar informações no banco de dados;
- capacitar no manuseio do SIG os três tipos de usuários representados na figura 4.7, para que realizem:
 - ✓ atualizações das informações das bases cartográfica e alfanumérica – são poucas, porém com rotinas pesadas;
 - ✓ pequenas análises espaciais que cruzam informações de diferentes áreas – aparecem em maior número com rotinas de complexidade mediana;

- ✓ consultas às informações armazenadas no banco de dados – correspondem a grande maioria dos usuários (internos e externos) com rotinas de baixa complexidade;

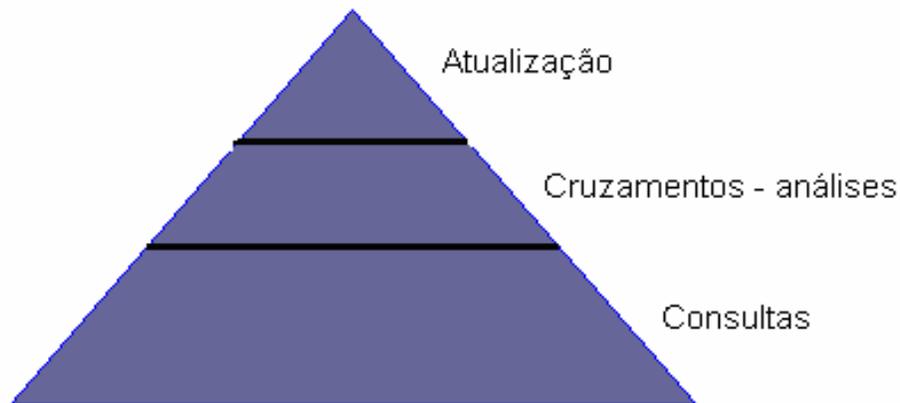


Figura 4.10 – Distribuição dos usuários

- armazenar no banco de dados as informações que as equipes tenham capacidade de manter atualizadas, uma vez que quanto maior a quantidade de informações armazenadas no banco, maior deve ser a rotina de atualização, e portanto, se não existem condições ideais para manter o dado atualizado, não se deve incluí-lo, pois o dado desatualizado não pode ser aproveitado;
- estruturar o banco de dados de maneira a garantir a segurança das informações, ou seja, todos podem acessar todos os dados, mas, o acesso para alterações será permitido apenas para as áreas responsáveis pela manutenção destas informações – atualização descentralizada;
- conectar todos os usuários do SIG na rede lógica para evitar que informações atualizadas fora da rede não sejam incorporadas ao banco

de dados centralizado - uma exceção pode introduzir inconsistências nas bases cartográfica e alfanumérica;

- atualizar a base cartográfica através de levantamento aerofotogramétrico, imagens de satélite, levantamentos topográfico e geodésico convencionais ou pelo Sistema de Posicionamento Global – GPS (para planimetria e altimetria quando se conhece o mapa de ondulação geoidal), de tal forma que assegurem a manutenção da precisão estabelecida no levantamento original, atentando para que estas atualizações sigam rotinas com procedimentos detalhados e normatizados que garantam uma padronização e que sejam incorporados pelas equipes que realizarão a atualização dos dados.

5. MODERNIZAÇÃO DA GESTÃO MUNICIPAL UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

5.1 Considerações preliminares

“A capacidade de gestão é diferencial em qualquer organização. Capacidade de gestão no setor público é condição ‘sine qua non’ para que qualquer governo cumpra sua missão institucional. É competência estratégica” (IFF, 2004).

Para melhorar a qualidade dos serviços prestados, é preciso que as prefeituras recuperem a capacidade gerencial, criando um novo modelo de gestão com maior poder de ação, com mecanismos de controle social e acesso à informação.

Recuperar esta capacidade exige que os gestores públicos tenham uma visão da cidade como um todo. A dinâmica acelerada do crescimento urbano e as contradições existentes fazem da cidade um lugar onde profissionais das mais variadas áreas, através do conhecimento, buscam soluções para antigos problemas. Saber analisar, interpretar, sistematizar os dados existentes possibilita a avaliação e o gerenciamento do impacto das políticas públicas sobre a cidade. O conhecimento, a sistematização e disseminação de informação são fatores que, hoje, influenciam na capacidade de gestão dos governos.

As administrações públicas possuem informações, na grande maioria, suficientes, porém, distribuídas entre secretarias, departamentos, órgãos etc., sem

uma sistematização ou tratamento, dificultando ao usuário encontrar a informação necessária na forma apropriada para sua utilização.

A conciliação dos dados e informações gráficos e alfanuméricos provenientes de diversas fontes em um banco de dados atualizado constitui uma ferramenta poderosa no processo de modernização gerencial das administrações públicas. Muitas vezes, pequenas alterações em procedimentos internos podem causar impactos positivos reduzindo o tempo de resposta às demandas apresentadas. Como exemplo, a consulta das quadras fiscais na intranet substituindo a tramitação do processo administrativo para anexar cópia da quadra fiscal disponibiliza ao técnico o recurso de visualizar a informação (quadra fiscal) pela rede interna e subsidiar a decisão técnica.

É importante ressaltar que a qualidade das respostas a demandas apresentadas pressupõe a racionalização dos procedimentos, a informatização e, freqüentemente, a atualização e disponibilização constante das informações buscando a tramitação da solicitação e não a tramitação do solicitante.

A busca pela eficiência passa pela utilização de tecnologia da informação que traz um novo olhar sobre a cidade. É preciso poder trabalhar com informações a nível macro ou micro, generalizando ou individualizando. A generalização lista as possibilidades, enquanto que a individualização indica como, em cada lugar, estas possibilidades se combinam. Portanto, a possibilidade de se analisar um fato sobre vários ângulos leva a uma melhor visão da realidade (SANTOS, 1994).

A modernização da estrutura da instituição deve considerar as relações internas (entre os setores da prefeitura) e externas (com a população). A busca por racionalidade nos procedimentos internos, capacitação do corpo técnico e intensa utilização de tecnologia leva a uma melhora na qualidade da prestação de serviços, seja para a população em geral, seja para as áreas técnicas da administração pública.

A desconcentração, a descentralização das informações e atribuições com a informatização e disponibilização em rede (intranet e internet) auxiliam na conclusão dos serviços, proporcionam agilidade nas tramitações internas, dividem responsabilidades e permitem um melhor monitoramento dos resultados.

Visualizar os dados e informações sobre a malha urbana propicia cruzamentos e análises destes dados e permite o controle e gestão do território. O acompanhamento da dinâmica urbana nos processos de transformações possibilita um retrato da situação e uma intervenção fundamentada na realidade apresentada.

Segundo Souza³³ (2002) apud Moura (2003), o planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando-se evitar ou minimizar problemas e ampliar margens de manobra; e a gestão é a efetivação, ao menos em parte (pois o imprevisível e o indeterminado estão sempre presentes, o que torna a capacidade de improvisação e a flexibilidade sempre imprescindíveis), das condições que o planejamento feito no passado ajudou a construir.

Portanto, é recomendável que as administrações públicas priorizem e incorporem em todos os seus níveis decisórios a necessidade da utilização do geoprocessamento como instrumento de planejamento e gestão do espaço urbano e rural, criando uma política de informação implementada por módulos que estabeleça intervenções adequadas, uma vez que os governos municipais têm um papel destacado na melhoria da qualidade de vida da população.

O uso da tecnologia do geoprocessamento facilita a percepção da cidade nos seus mais variados ângulos. No entanto, não garante a aplicação de políticas públicas adequadas. Porém, é essencial o envolvimento dos gestores públicos no uso

³³ Apud SOUZA, Marcelo Lopes de. *Mudar a cidade; uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.560 p.

e na disseminação da tecnologia na busca de uma forma democrática e transparente de governar.

5.2 Objetivo de implantação de um SIG

O objetivo de implantar um SIG não deve estar somente relacionado com o aumento da arrecadação de tributos municipais. Como já mencionado, deve estar inserido em um contexto mais amplo de projeto de governo que incorpora o geoprocessamento como instrumento estratégico de planejamento e gestão do município. O conhecimento da realidade direciona as intervenções com mais segurança, monitora os impactos das políticas públicas, disponibiliza informações a todos setores da prefeitura, propiciando maior eficiência na realização dos trabalhos, e oferece à população uma prestação de serviços com qualidade, transparência e acessibilidade.

A utilização de geoprocessamento no contexto de gestão elimina a apropriação do poder da informação, muitas vezes incorporada por grupos de técnicos de certos departamentos. O entendimento da amplitude que a implantação de um SIG pode alcançar só tem eficácia quando os objetivos são incorporados pelos gestores públicos e disseminados para o corpo de técnicos da prefeitura.

O importante é que se tenha clareza do escopo do projeto. Quanto mais explícito estiver, mais fácil será determinar os recursos técnicos e financeiros necessários para a implantação do projeto.

A definição clara dos objetivos é capaz de estabelecer quais os meios para alcançá-los. Neste caso, um SIG no sentido mais amplo de seu significado, não pode se traduzir como uma tecnologia de apenas *hardware*, *software*, *peopleware* e manipulação de dados. Tal sistema envolve totalmente a instituição, abordando seus

aspectos econômicos, sociais, culturais e ainda os aspectos políticos internos e até externos em certos casos, ou seja, é um erro entender a implantação de um SIG como sendo apenas a aquisição de *hardware*, *software*, *peopleware* e dados. Estes elementos são necessários, porém, não suficientes (LAZZAROTTO, 1997).

5.3 Visão política

O SIG é uma ferramenta de suporte, e seus benefícios não são facilmente tangíveis no âmbito político, dificultando muitas vezes o convencimento dos gestores públicos em investirem em um projeto desta magnitude.

A implantação de um SIG requer um período relativamente grande de tempo para acontecer. A própria natureza complexa dos dados georreferenciados torna difícil e dispendioso o processo de aquisição de informações. Portanto, na concepção e execução, é importante prover resultados a curto prazo que sejam rapidamente incorporados pelo corpo técnico da instituição pública, capazes de tornar o processo irreversível, o que significa dizer que, independente do partido político que assuma a administração, o projeto é capaz de se manter.

O insucesso da implantação dos SIGs municipais na grande maioria reside na falta de visão técnico/política, na ausência de planejamento da aplicação dos recursos financeiros, nas precárias condições estruturais das instituições públicas e, principalmente, na dificuldade política de enfrentar as resistências internas.

O que se vê é uma grande lacuna entre a aquisição, armazenamento e gerenciamento dos dados geográficos e a sua efetiva utilização por quem toma decisões.

Se os governos municipais investirem em conhecer o que é o território, caracterizando os seus recursos naturais renováveis e não renováveis, pode-se afirmar que o primeiro passo para a estruturação de políticas de ocupação de forma racional em relação à sua aptidão foi dado respeitando as condições ambientais que são particulares para cada região, chegando-se às diferenças de uma área para outra.

É estratégico que o corpo diretivo (prefeito, secretários e diretores) de uma prefeitura esteja efetivamente convencido da importância de implantar um SIG e tenha claro os benefícios desta ferramenta. Se isto não ocorrer e o objetivo de implantar um SIG for somente de alguns técnicos, o projeto apresenta tendência ao fracasso. É comum encontrar secretários que não incorporam a visão matricial do projeto, atendo-se somente a garantir a atualização das informações de interesse de sua secretaria e não os dados passíveis de serem utilizados pelos demais setores.

É importante entender que o SIG não pode ser um projeto de uma secretaria, não deve pertencer a uma determinada área, e sim ser incorporado como projeto de governo com visão matricial. Isto deve ser compreendido por todos para que o projeto não fique restrito a uma determinada secretaria com visão setorializada, implementando somente o que lhe interessa.

Além da árdua tarefa de convencimento dos administradores públicos, existe a resistência natural dos técnicos de carreira da prefeitura que vêem neste projeto uma ameaça de perda de poder. Este poder está associado ao domínio sobre as informações que, por ignorância ou interesses escusos, resistem em disponibilizar ou mesmo participar da concepção de um banco único para a administração.

É importante que a coordenação de um projeto desta magnitude esteja sob a responsabilidade de uma secretaria com certa liberdade de ação e boa sustentação política. Na grande maioria das administrações municipais, esta tarefa está sob a estrutura das secretarias de planejamento, finanças, informática ou gabinete do

prefeito. Independente da localização dentro do organograma municipal o importante é que a equipe de coordenação seja multidisciplinar, que tenha uma visão sistêmica do projeto e seja capaz de envolver os diferentes departamentos e autarquias municipais na aquisição e desenvolvimento de um banco de dados unificado com distribuição de competências.

A decisão de implantar um sistema de informações geográficas deve acontecer ainda no primeiro ano de governo para que seja possível obter resultados na mesma administração. Associar a implantação de um SIG a um projeto maior de reestruturação e racionalização de procedimentos internos pode assegurar a continuidade do mesmo. Esta continuidade está diretamente ligada à capacidade dos técnicos de carreira de incorporarem o geoprocessamento como instrumento de espacialização de problemas, de direcionamento de decisões e monitoramento dos impactos das políticas públicas. Cabe a estes técnicos a tarefa de convencimento dos gestores públicos da utilização deste instrumento de planejamento, imprescindível para viabilizar uma boa administração e assegurar a manutenção do projeto.

É difícil afirmar se haverá ou não continuidade do projeto independente do partido político que venha a assumir a prefeitura. Apenas a vontade técnica não é suficiente. Assim, é preciso que ocorra um convencimento político da importância e necessidade de se continuar investindo. Mostrar alguns resultados a partir de problemas e preocupações que os novos gestores municipais tenham como prioridade ou apresentem como objetivos do atual governo pode angariar simpatia e interesse no projeto disponibilizando recursos para atualizações e manutenções.

6. PROPOSTA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SIG EM PREFEITURAS

6.1 Premissas básicas

A dificuldade na obtenção de dados atualizados, centralizados, acessíveis e disseminados é um problema comum à grande maioria dos municípios. Quando existem, estão geralmente desatualizados e espalhados por diversas áreas³⁴ da prefeitura, o que dificulta o acesso aos mesmos. Diante disso, este capítulo tem como objetivo apresentar uma proposta que define as etapas estratégicas para implantação de um SIG.

Conciliar dos dados e informações provenientes de diversas fontes em um banco de dados atualizado é uma etapa importante no processo de modernização gerencial das administrações públicas, constituindo um dos componentes do SIG.

Para elaboração desta proposta considerou-se, além da experiência acumulada pela autora, algumas premissas básicas formuladas a partir das questões enfrentadas pelos municípios no momento de definir um plano de implantação de um SIG, como:

- atender às demandas de grande parte das áreas de uma prefeitura;

³⁴ **Áreas** - compreendida como os diferentes níveis de hierarquias dentro de uma administração pública - gerência, setor, departamento, secretaria etc..

- conceber um banco de dados único, centralizado e disponibilizado com acesso descentralizado;
- trabalhar com recursos financeiros escassos e conseguir executar todas as etapas de implantação;
- apresentar resultados na mesma administração;
- assegurar continuidade do projeto.

O processo de implantação de um SIG deve partir de uma análise cuidadosa das necessidades da administração, dos objetivos e metas a serem alcançados, dos prazos existentes, dos recursos técnicos e financeiros disponíveis para a implementação do projeto. Certamente, para alguns municípios, em função de seu tamanho e fator de crescimento, não se justifica a implantação de um SIG. É importante que esses adotem desde já, procedimentos de coleta, armazenamento e manutenção das informações de modo padronizado e consistente que facilitem futuramente a implantação de um SIG. As informações gráficas devem ser coletadas sob um mesmo sistema de projeção e dentro de uma precisão mínima pré-estabelecida. Evitar a ambigüidade e a redundância das informações são requisitos importantes para o futuro estabelecimento do SIG.

6.2 Etapas estratégicas para a implantação do SIG

As etapas apresentadas abaixo correspondem a fases estratégicas na implantação e continuidade de um SIG. Não garantem a efetividade do sistema, mas direcionam a utilização desta ferramenta como instrumento de aplicação de políticas públicas ou de tomada de decisões.

- Definir com precisão os objetivos do projeto.
- Elaborar um plano de implantação.
- Estabelecer os recursos financeiros para alcançar os objetivos do projeto.
- Apresentar aos gestores os novos conceitos, métodos e ferramentas para modernizar a gestão da instituição.
- Convencer os administradores públicos da importância do projeto, garantindo o comprometimento dos gestores (suporte financeiro) com o projeto e assegurando prioridades na implantação.
- Montar uma equipe de coordenação/gestão do projeto multidisciplinar com arquitetos, engenheiros cartógrafos, geógrafos, analistas de sistema etc..
- Estabelecer o escopo do projeto (quem e o que incluir), identificar os usuários detentores de dados básicos para a administração e envolvê-los na concepção do banco de dados.
- Detectar e atuar nas deficiências da administração, tanto de pessoal quanto de material e tecnológico.
- Determinar as especificações técnicas do sistema (*hardware* e *software*) e da base cartográfica digital.
- Informar sistematicamente os gestores públicos do andamento do projeto, visando garantir sua sustentação política.
- Estabelecer resultados a curto prazo de interesse dos administradores públicos, garantindo apoio ao projeto e flexibilidade na disponibilização de recursos financeiros para a continuidade do projeto.

- Trabalhar as resistências internas às mudanças.
- Capacitar os usuários nos conceitos básicos de geodésia, cartografia, e áreas afins, no *software* e nos novos procedimentos estabelecidos, assegurando a matricialidade proposta.
- Elaborar um plano de transição para o novo sistema.
- Garantir rotinas de atualização descentralizada.
- Monitorar e gerenciar a manutenção e implementação de novos aplicativos no projeto.
- Garantir que os recursos destinados ao projeto mantenham-se e se cumpram dentro dos prazos estabelecidos.

6.3 Estruturação básica do banco de dados

A aquisição da base cartográfica digital, e a organização da base de dados alfanumérica, componentes do banco de dados, devem ser definidas a partir do conjunto de especificações e necessidades básicas dos diferentes setores do governo, estruturando um banco de dados consistente. Assim, esta proposta apresenta uma concepção mínima de implantação de um banco de dados voltado para SIG que pode e deve ser ampliada na medida em que o projeto for se estabilizando tecnicamente.

6.3.1 Base cartográfica digital

Como mencionado anteriormente, a escolha do melhor método e técnica de aquisição de dados vai depender da finalidade para qual a base cartográfica digital foi solicitada. Deve atender ao maior número possível de demandas advindas de diferentes setores de uma prefeitura, desde áreas que necessitam trabalhar com pequenas escalas até setores que utilizam escalas maiores para planejar sua intervenção.

Apresentam-se, a seguir, especificações técnicas atualmente mais indicadas para elaboração de uma base cartográfica digital.

Trabalhar com levantamento aerofotogramétrico apoiado numa rede de referência cadastral, com restituição na escala 1:1.000, definir e adequar as especificações técnicas tendo como referência a NBR 14.166 (1998), o documento “Mapoteca Topográfica Digital” (IBGE, 1997) e o Decreto Federal nº 89.817 de 20/06/84. Solicitar que os arquivos da base cartográfica digital respeite algum limite de interesse da prefeitura (bairro, região etc.) e não necessariamente obedeçam o recorte cartográfico sistemático.

Na primeira etapa, deve-se restituir os limites básicos como municipal, bairros, regionais, setores fiscais, áreas urbana e rural, mananciais, quadras (chegando à informação de lote se os recursos financeiros permitirem), eixo de logradouros, sistemas de transporte (ferrovias, aeroportos, portos, arruamento), hidrografia (rios, córregos, represas etc.), viadutos, túneis, perímetro da cobertura de vegetação, linhas e torres de alta tensão, altimetria, edificações representativas e toponímias das feições acima mencionadas. A restituição deve compreender toda

área urbana e de expansão. As áreas rurais e áreas de mata virgem podem ser restituídas numa segunda etapa.

Todas as feições devem estar georreferenciadas e seus atributos armazenados na base de dados alfanumérica.

A partir da disponibilização destas feições, torna-se possível desenvolver algumas aplicações que possibilitem obter resultados de impacto numa mesma administração, como, por exemplo, na área da saúde. A partir da compatibilização dos setores censitários com os limites de bairros, obtém-se a população por bairro e por faixa etária. Na seqüência, a localização na base cartográfica de todos os postos de saúde e o armazenamento na base de dados dos tipos de especialidades médicas (pediatria, geriatria, cardiologia etc.) oferecidas em cada posto. Com isto é possível verificar se o posto de saúde de determinado bairro atende às necessidades da população nele residente.

Embora o *limite de lote* seja a feição que mais alternativas disponibiliza para os setores da instituição, sua conclusão passa por um processo mais demorado, impossibilitando muitas vezes a obtenção de resultados na mesma gestão. Conforme a equipe técnica vai adquirindo maior familiaridade com as rotinas de manutenção do banco de dados, torna-se possível a introdução de novas feições, ampliando gradativamente as possibilidades de análises mais complexas.

A feição edificação, conforme mencionado no capítulo 4, não deve ser restituída, pois sua solicitação impacta na utilização e na obtenção de resultados rápidos. Além disto, sua utilização é esporádica, e seu custo elevado não justificando o investimento. É importante destacar, que a digitalização da feição edificação requer um trabalho detalhado de identificação do perímetro das edificações, visto a presença de beiral, informação que deve ser desprezada na composição do valor da área construída, para fins de tributação.

Deve-se assegurar a implantação e a densificação de marcos geodésicos com o objetivo de incorporar novos projetos à base cartográfica, através da normatização dos procedimentos para realização de levantamentos topográficos e geodésicos. Este tema é abordado mais detalhadamente em Galipi (2002).

Nesta etapa deve-se montar uma equipe multidisciplinar, constituída por profissionais que atuarão diretamente na estruturação das informações, denominada equipe de gestão, e por analistas de sistemas que devem trabalhar dando suporte às implementações no sistema.

Numa segunda etapa, podem-se introduzir outras informações, como o limite de lote, detalhamento da hidrografia, hierarquização do sistema viário - estudos de viabilidade, tipologia do pavimento - manutenção e priorização dos investimentos, posteamento da iluminação pública - controle na manutenção da iluminação pública, feiras livres, limites da lei de uso e ocupação do solo, ciclovias, escadas, rampas que possibilitam estudos de acessibilidade para pessoas portadoras de deficiências físicas, entre outras.

Na medida em que o projeto vai se consolidando, a ampliação torna-se inevitável, podendo chegar a um nível grande de detalhamento como, por exemplo, associar à base cartográfica a planta do imóvel. Isto auxilia os estudos de desapropriações, o monitoramento das alterações das edificações e, conseqüentemente, atualizações do Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU.

A introdução de novas entidades na base cartográfica só deve ocorrer quando estiver assegurada a rotina de manutenção das mesmas, ou seja, somente serão armazenados dados que a equipe técnica da prefeitura tem capacidade de manter atualizados.

6.3.2 Base de dados alfanumérica

A base de dados alfanumérica deve estar estruturada para armazenar os atributos das feições pertencentes à base cartográfica. Esta base pode e deve aumentar seu volume de informações na medida da capacidade de manutenção das equipes técnicas da prefeitura, Trabalhar com dados atualizados e de fácil acesso possibilita agilizar as respostas às demandas solicitadas, prestando um serviço de qualidade aos usuários.

A tabela abaixo apresenta as informações mínimas que devem estar estruturadas de acordo com a modelagem proposta para a base de dados.

Inscrição cadastral ³⁵	código setor código quadra código lote código unidade ou sub-lote
Logradouro	codlog - código do logradouro situação oficial – sim ou não tipo – rua, avenida, alameda etc. título – Barão, Marechal etc. nome do logradouro eixo de logradouro – início e fim da numeração no trecho
Limites	código setor fiscal área perímetro código bairro área perímetro

Tabela 6.1 – Informações mínimas da base de dados alfanumérica

Caso os recursos financeiros não permitam delimitar o lote (primeira etapa) na base cartográfica, deve-se fazer um esforço para garantir a inclusão da codificação (setor, quadra e lote) na base de dados, ou seja, o código do lote pode estar associado a uma determinada quadra sem precisar o local exato do mesmo.

³⁵ **Inscrição cadastral** - dependendo da prefeitura pode se chamar classificação fiscal.

Esta informação possibilita localizar o imóvel no setor fiscal e na quadra correta, facilitando localizações e contribuindo para estudos de diferentes temas (educação, saúde, transporte etc.).

É importante que a chave de acesso que interliga as tabelas seja um código bem conhecido e usual. Geralmente utiliza-se a inscrição cadastral (código do setor, da quadra e do lote) e/ou o endereço.

Numa segunda etapa, é possível inserir informações mais específicas pertinentes ao lote, conforme tabela 6.2, e outras que podem disponibilizar subsídios importantes na tomada de decisões. Um exemplo são os dados referentes às áreas públicas que, quando atualizados, podem oferecer informações valiosas para as secretarias, apontando os terrenos disponíveis para intervenções (construção de escolas, postos de saúde, praças, centros comunitários etc.) e áreas possíveis de serem trocadas por outras de maior interesse.

Unidade imobiliária	número complemento – apartamento, casa etc. área construída
Características do lote	área do terreno zoneamento uso - comercial, industrial etc. atividade – mecânica, padaria etc. área pública – código uso – escola, posto de saúde etc. destinação – área verde, escola etc.

Tabela 6.2 – Informações complementares da base de dados alfanumérica

A introdução de informações que geralmente estão armazenadas (arquivos de papel) em diferentes setores para uma base de dados informatizada cria uma nova rotina, alterando substancialmente os procedimentos realizados por muitos anos. Racionaliza os fluxos, eliminando etapas e rompendo resistências, proporcionando uma nova forma de realizar o trabalho introduzindo mais agilidade, segurança e qualidade na disponibilização dos dados.

6.4 Conclusão

Esta proposta se ateve à construção de um banco de dados mínimo, considerando as premissas acima estabelecidas. Não se detalhou as etapas de capacitação do corpo técnico na ferramenta SIG e nem o trabalho de convencimento dos gestores e dos profissionais da prefeitura na utilização deste sistema como instrumento de gestão, visto que estas considerações foram detalhadas nos capítulos anteriores.

Muitas vezes a prefeitura não possui profissionais suficientes e capacitados para a realização de certas tarefas, como, por exemplo, fechamento do limite dos lotes. Pode-se optar pela terceirização das mesmas, porém o controle de qualidade do trabalho contratado deve ser rigoroso e realizado pelos técnicos da instituição.

Os projetos SIGs normalmente mostram-se vultuosos, causando inseguranças nos gestores públicos durante a implantação. A contratação de consultoria para auxiliar na concepção e operacionalização do projeto pode acrescentar uma visão externa de profissionais que não estão diretamente envolvidos nas rotinas diárias, mas que através do conhecimento dos fluxos de trabalho, e juntamente com a equipe da prefeitura, são capazes de propor alternativas que contemplem diferentes visões.

Atualmente a implantação de projetos de geoprocessamento está fortemente associada ao aumento da arrecadação. Os programas de financiamento da administração pública disponíveis no Brasil têm sua principal preocupação na modernização da administração com a finalidade de aumentar a arrecadação tributária da municipalidade.

A visão que prioriza as aplicações do cadastro tributário, que são implementadas a médio prazo, sem uma estratégia paralela de implantação de

aplicações a curto prazo, sem o envolvimento e a apropriação do projeto pelas demais secretarias nem tempo hábil para a consolidação mínima da utilização do geoprocessamento pode comprometer a continuidade do projeto.

É importante mudar esse paradigma e entender o geoprocessamento como instrumento estratégico na recuperação da capacidade gerencial da administração como um todo. O projeto SIG deve ser uma ferramenta que auxilia na reestruturação e racionalização de procedimentos, modernizando a gestão pública, consolidando uma nova maneira de trabalhar e analisar o território revisando os sistemas de tomada de decisão.

Não existe o melhor nem um único modelo para implantar um SIG. Cada experiência possui seu contexto histórico, político, objetivos, metas, recursos disponíveis e prazos. O importante é, a partir das experiências bem sucedidas, encontrar o melhor caminho para o sucesso.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Num ambiente de crescentes e complexas demandas sociais, a busca das instituições governamentais pela manutenção da credibilidade junto à população tem levado cada vez mais os gestores públicos a buscar instrumentos e ferramentas que assegurem a recuperação da capacidade gerencial. O controle e monitoramento dos gastos e dos investimentos públicos, o conhecimento das políticas públicas, a prestação de serviço com qualidade e o acesso à informação possibilitam uma gestão com eficiência e qualidade.

Administrar um município exige de seus gestores um vasto conhecimento do território disponibilizado em bases cartográfica e alfanumérica, ou seja, em um banco de dados com informações atualizadas sobre os espaços urbano e rural possibilitando um melhor embasamento para as decisões apresentando resultados de caráter estratégico para a administração.

Trabalhar com dados e informações atualizados é fundamental para o sucesso de um SIG. A informação confiável tem seu valor cada vez mais acentuado. O poder da informação é, sem dúvida, indiscutível. Porém, a grande inovação do SIG está na maneira como a mesma pode ser utilizada e apresentada, ou seja, de modo georreferenciado, representada em um mapa. Esta maneira de disponibilizá-la agrega em si mesma informações captadas pelo ato da visão facilitando muitas vezes a compreensão sobre certos temas.

A realidade mostra que muitos municípios possuem grande parte das informações de que necessitam, porém, de uma forma dispersa, armazenadas em diversas secretarias e em diferentes sistemas. A dificuldade de comunicação interna das secretarias acaba produzindo informações duplicadas sem a menor consistência. Portanto, para que se tenha informação unificada sobre determinado tema e que a mesma possa ser georreferenciada, é importante que haja integração dos sistemas através do desenvolvimento de interfaces e aplicativos possíveis, estruturado num banco de dados único, centralizado e de fácil acesso através da intranet.

Na estruturação do banco de dados é de fundamental importância a observância da qualidade e da quantidade dos dados que serão introduzidos na nova estrutura, pois sem qualidade comprometem a credibilidade das informações geradas por um SIG. A qualidade do dado deve ser assegurada com atualizações contínuas. Quanto ao fator quantidade de dados, é importante salientar que se deve manter no banco de dados somente os que são estritamente necessários para a análise e tomada de decisões. Armazenar dados desatualizados representa custo muito alto.

A implantação de SIG's depende de um banco de dados constituído pelas bases cartográfica e alfanumérica. Este trabalho apresentou a importância de se trabalhar com bases cartográficas precisas e atualizadas, numa escala adequada à finalidade do projeto.

Neste sentido, este trabalho buscou contribuir apresentando uma proposta de banco de dados básica, partindo do questionamento de quais são as informações que a grande maioria dos técnicos das diferentes áreas de uma prefeitura utilizam freqüentemente e que, portanto, devem ser armazenadas e atualizadas pelo corpo técnico da administração. Apresenta, também, as etapas estratégicas na implantação e continuidade de um SIG, visto que grande parte das administrações públicas não realiza planejamento dos investimentos. Este fato compromete, as fases finais e o estabelecimento de procedimentos de continuidade do projeto, como, por exemplo, a falta de *software* e *hardware* adequados bem como o planejamento de rotinas de

manutenção do banco de dados. Seguir os procedimentos propostos não garante a efetividade do sistema mas direciona a utilização desta ferramenta como instrumento de aplicação de políticas públicas ou de tomada de decisões.

A experiência tem mostrado que a definição clara dos objetivos direciona os meios para alcançá-los e que o planejamento e monitoramento constante das atividades podem assegurar a continuidade do projeto mesmo com a mudança da equipe gestora. No caso de Santo André, o projeto alterou suas metas ao longo de sua existência, passando da busca por resultados em termos de eficiência e qualidade da informação dos procedimentos administrativos (preocupação interna) para a racionalização dos procedimentos internos visando agilizar a prestação de serviços à população (preocupação externa).

A concepção de um projeto estruturado matricialmente assegura a participação de diferentes áreas que, de acordo com a especificidade, complementam e mantêm a unidade do mesmo, sob uma coordenação centralizada.

Em um projeto SIG os benefícios políticos não se traduzem em obras concretas como viadutos, avenidas, praças, levando muitos gestores públicos à comparação do volume de investimento x resultados e impactos mensuráveis. Esta comparação muitas vezes dificulta o investimento neste tipo de projeto.

O estabelecimento de um SIG em qualquer instituição, seja pública ou privada, não é a solução para todos os problemas, pois apresenta dificuldades gerais e altos custos. Os benefícios de grande impacto ocorrem a médio e, principalmente, a longo prazos, podendo não haver necessariamente benefícios financeiros, num primeiro momento.

É importante criar uma nova cultura de gestão municipal revisando os sistemas de tomada de decisão, incorporando o geoprocessamento como um processo de grande potencialidade dentro de um programa de governo, onde o

principal objetivo deve ser modernização da gestão através dos instrumentos de planejamento, organização, coordenação e controle.

Gestão é competência estratégica. Portanto, o modelo de gestão deve buscar arranjos eficazes adequados aos recursos disponíveis para melhor conhecer o território que se está administrando. O direcionamento apropriado dos investimentos públicos, o monitoramento dos impactos das políticas públicas, a implantação de controle dos gastos e investimentos públicos, a disponibilização de informações atualizadas propiciando maior visibilidade e controle social responde com eficiência e qualidade aos questionamentos da população. Neste sentido, a Tecnologia da Informação (TI) aparece como suporte, agilizando rotinas, aumentando a produtividade, consolidando a adoção de novos procedimentos, ampliando as possibilidades de arranjo dos recursos existentes na instituição e criando ou ampliando os canais de comunicação entre governo e sociedade.

Finalizando, cabe destacar que não existe o melhor modelo para a implantação de um SIG, pois cada experiência possui suas características – contexto político, recursos disponíveis, prazos etc.. Porém, as necessidades técnicas para melhorar a qualidade dos serviços públicos são comuns a qualquer prefeitura. Foi a partir desta constatação que este trabalho apresenta uma proposta básica para utilização de um SIG num processo de modernização da gestão municipal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONOFF, Stan. Geographic Information Systems: A management perspective. Ottawa. WDL Publications, 1989.

ASINELLI FILHO, Renato. Aerofotogrametria e sensores de alta resolução. InfoGeo Revista de Análise Geográfica, ano 5, n. 28, p.16, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14.166 – Rede de referência cadastral municipal. Rio de Janeiro, 1998.

BORGES, Karla Albuquerque de Vasconcelos. A Gestão Urbana e as Tecnologias de Informação e Comunicação. IP Informática Pública, Belo Horizonte, n. 2, p. 17-24, dez. 2000.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comissão Nacional de Cartografia. Decreto 89.817 de 20 de junho de 1984 – Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Disponível em: <<http://www.cocar.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 mai 2005.

BROIATO, Cibele, DOMINGUES, Cristiane Vaz, NÉIA, Marco Antonio. A Experiência da Implantação de um Sistema de Informações Geográficas na Prefeitura Municipal de Santo André. In: IV CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA DE GEOPROCESSAMENTO E II SIMPÓSIO DE GEOPROCESSAMENTO, 1993, São Paulo. Anais da IV Conferência Latino Americana de Geoprocessamento e II Simpósio de Geoprocessamento, São Paulo, 1993.

CAMÂMARA, Gilberto; CASANOVA, Marco A.; HERMELY, Andréa S.; MAGALHÃES, Geovane Cayres; MEDEIROS, Claudia Maria Bauzer. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Campinas: editora da UNICAMP, 1996. 193 p.

CAMÂMARA, Gilberto; FERREIRA, Karine Reis; QUEIROZ, Gilberto Ribeiro. Arquitetura de Banco de Dados Geográficos. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livros/bdados/cap5-arquiteturas.pdf>>. Acesso em: 13 abril 2005.

COSTA, Diogenes Cortijo. Diretrizes para Elaboração e Uso de Bases Cartográficas no Planejamento Municipal: Urbano, Rural e Transportes. 2001. 328 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transporte) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DAVIS Jr., Clodoveu Augusto. Múltiplas Representações em Sistemas de Informação Geográficos. 2000. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DAVIS Jr., Clodoveu Augusto. Geoprocessamento: dez anos de transformações. IP Informática Pública, Belo Horizonte, n.1, p17-24, jun. 2002.

ENGEFOTO Engenharia e Aerolevanteamento S.A.. Consulta técnica. Curitiba, 2004.

FRANÇOSO, Maria Teresa. Diretrizes para planejamento assistido por computador em prefeituras de médio porte. 1997. 236 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FONSECA, Frederico; EGENHOFER, Max; BORGES, Karla A.V. Ontologias e Interoperabilidade Semântica entre SIGs. Disponível em: <http://www.spatial.maine.edu/~max/GeoInfo2000.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2005.

GALIPI, Dicson Barbosa. Metodologias para manutenção atualizada de bases cartográficas urbanas. 2002. 140 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE Diretoria de Geociências, Departamento de Cartografia. Mapoteca Topográfica Digital: documentação geral. Rio de Janeiro, 1997.

INSTITUTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS FLORESTAN FERNANDES - IFF Síntese resultante do Seminário Gestão Pública Brasileira: conceitos e práticas. In: SEMINÁRIO GESTÃO PÚBLICA BRASILEIRA: CONCEITOS E PRÁTICAS, 2004, São Paulo.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Divisão de Processamento de Imagem – DPI. Consulta sobre Banco de Dados. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/indicec.htm>>. Acesso em: 11 abril 2005.

LAZZAROTTO, Deise Regina. Base de Endereços Georreferenciados para uma metodologia Estratégica de Sistematização na Implantação de Sistemas de Informação Geográfica. 1997. 143 p. Dissertação – Escola de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MEDEIROS, Claudia Bauzer; ALENCAR, Alexandre Carvalho de. Qualidade dos dados e Interoperabilidade em SIG. Disponível em: <<http://www.geoinfo.info/geoinfo1999/papers/CBauzer.pdf>>. Acesso em: 11 abril 2005.

MEDEIROS, Claudia Bauzer; PIRES, Fátima. Banco de dados e Sistemas de Informações Geográficas. In: ASSAD, Eduardo; SANO, Edson Eyji. Sistema de Informações Geográficas. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa – SPI, 1998. cap. 3, 31-45.

MOURA, Ana Clara Mourão. Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano. Belo Horizonte, 2003. 294 p.

NERO, Marcelo Antonio. Estudo comparativo de metodologias de digitalização de mapas e seu controle de qualidade geométrica. 2000. 233 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NERO, Marcelo Antonio. Propostas para o controle de qualidade de bases cartográficas com ênfase na componente posicional. 2005. 171 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, Ronaldo Ap.; NUBIATO, Everton L..GIS pede uma boa base cartográfica. InfoGeo Revista de Análise Geográfica, ano 7, n. 37, p. 34, 2005.

PEIXOTO, Neide Maria Ataide. Metodologia de Criação e Compatibilização de uma Base Legal Georreferenciada para Belo Horizonte. 2000. 240 p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte.

ROSA, Flávio Sammarco. MetrÓpole e Representação Cartográfica. 1989. 178 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SANTOS, Milton. Metamorfoses do espaço habitado. São Paulo: Hucitec, 1994.

SCHMIDLIN, Dirley. Imagens de Satélite destacando as de alta resolução. In: GEOBRASIL, 2001, São Paulo. Apostila do Curso de Imagens de Satélite destacando as de alta resolução. São Paulo, 2001.

SILVA, Antonio José Machado. Aplicações e Limitações das Imagens de Satélites de alta Resolução. Disponível em: <http://www.mundogeo.com.br/scripts/run_1.asp>. Acesso em: 13 jan. 2004.

SILVA, Ardemiro, de Barros. Sistemas de Informações Geo-referenciadas – conceitos e fundamentos. Campinas: editora da UNICAMP, 1999. 236 p.

SIQUEIRA, Rosana Maria. Estudo sobre a exatidão de bases cartográficas digitais. 2003. 136 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TEIXEIRA, Amandio Luís de Almeida; CHRISTOFOLETTI, Antonio. Sistemas de Informação Geográfica (Dicionário Ilustrado). São Paulo: editora Hucitec, 1997. 244 p.

TEIXEIRA, Amandio Luís de Almeida; MORETTI, Edmar; CHRISTOFOLETTI, Antonio. Introdução aos Sistemas de informação Geográfica. Rio Claro, 1992.

TOSTES, Fátima Alves. Aerolevantamentos aplicados à elaboração de bases cartográficas para projetos viários. 2001. 210 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

AMORIM, Amilton; SOUZA, Guilherme Henrique Barros; DALAQUA, Roberto Ruano. Uma metodologia alternativa para a otimização da entrada de dados em sistemas cadastrais. Disponível em: <<http://www2.prudente.unesp.br/rbc/-pdf-56-2004/56-105.pdf>>. Acesso em: 04 abril 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13.133 – Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994.

BELLISOMI, Márcio de Andrade. Estratégia de Implantação do GIS na Prefeitura Municipal de Santo André. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL TECNOLOGIA DE PONTA NA GESTÃO DA CIDADE, 1992 Santo André. Anais do Seminário Internacional Tecnologia de Ponta na Gestão da Cidade, Santo André, 1992.

BROIATO, Cibele, DOMINGUES, Cristiane Vaz, NÉIA, Marco Antonio, EDA, Osvaldo Tsuneo. Obtenção de Base Cartográfica. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL TECNOLOGIA DE PONTA NA GESTÃO DA CIDADE, 1992 Santo André. Anais do Seminário Internacional Tecnologia de Ponta na Gestão da Cidade, Santo André, 1992.

BURITY, Edilce Figueiredo; BRITO, Jorge Luís Nunes e Silva; PHILIPS, Jürgen. Qualidade de Dados para o Mapeamento. Disponível em: <<http://www.cartografia.ime.eb.br/artigos/contqual1.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2003.

CAMÂRA, Gilberto; MEDEIROS, José Simeão de. Mapas e suas representações computacionais. In: ASSAD, Eduardo; SANO, Edson Eyji. Sistema de Informações Geográficas. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa – SPI, 1998. cap. 2, 13-29.

CAMÂRA, Gilberto; MONTEIRO, Antônio Miguel; FUCKS, Sandra Druck; CARVALHO, Marília Sá. Análise espacial e geoprocessamento. Disponível em: <<http://www.inpe.br/gilberto/livro/analise/cap1-intro.pdf>>. Acesso em: 11 abril 2005.

COSTA, Rodrigo Fontouro; MAGALHÃES, Alexandra Maya Werneck. Avaliação de Imagem Ikonos GEO ortorretificada para utilização do cadastro técnico municipal. Disponível em: <[http:// www.cartografia.org.br/xxi_cbc](http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc)>. Acesso em: 12 abr. 2004.

DAVIS, Jr., C.A., OLIVEIRA, P.A. SIG Interoperável e Distribuído para Administrações Municipais de Grande Porte. IP Informática Pública, Belo Horizonte, n. 1, p.121-141, jun. 2002.

DAVIS Jr., Clodoveu Augusto; FONSECA, Frederico Torres. Geração de dados em CAD para uso em GIS: Precauções. In: GIS BRASIL 94, 1994, Curitiba. Anais do Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba: Sagres, 1994, p.43.

DOMINGUES, Cristiane Vaz. Geoprocessamento com instrumento na Modernização Administrativa da Prefeitura de Santo André. In: CONIP – VII CONGRESSO DE INFORMÁTICA PÚBLICA, 2001, São Paulo.

DOMINGUES, Cristiane Vaz; SCARASSATTI, Daniella. Sensoriamento Remoto x SIG. Curso de Sistemas Geográficos de Informação, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

FRANÇOSO, Maria Teresa. Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Curso de Introdução ao Geoprocessamento, Prefeitura de Campinas e IMA, Campinas, 2004. 1 CD.

GEODECISION. Informações sobre o satélite QuickBird. Disponível em: <http://www.geodecision.com.br/site/news/quickbird/pop_info.htm>. Acesso em: 13 jun. 2004.

IDOETA, Ivan Valeije. Concepção de Bases Cartográficas para Projetos de Engenharia. 2001. 204 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

INTERSAT. Informações sobre o satélite Landsat. Disponível em: <<http://www.intersat.com.br/index.asp>>. Acesso em: 13 jun. 2004.

MACHADO, Patrícia de Sá; MOURA, Ana Clara Mourão. Projeto Piloto de Sistema de Informações Geográficas da Vila São Francisco das Chagas – Belo Horizonte. IP Informática Pública, Belo Horizonte, n.1, p27-53, jun. 2002.

MAZZEO, Paulo; POSSEBON, Antonio; VIEIRA, Denis Rimi. Aplicações atuais do GIS na Prefeitura Municipal de Santo André. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL TECNOLOGIA DE PONTA NA GESTÃO DA CIDADE, 1992 Santo André. Anais do

Seminário Internacional Tecnologia de Ponta na Gestão da Cidade, Santo André, 1992.

NERO, Marcelo Antonio; CINTRA, Jorge Pimental. Digitalización de mapas: Estudio comparativo de metodologías. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE GEODESIA Y CARTOGRAFIA, 2002, Caracas.

PORNON, H. Spatial Data Quality and Qualifying. In: Proceedings Urban Data Management Simposyun. 1993. Wien – Austria. p. 65-71.

RODRIGUES, Marcos. SIG: Conceitos e Potencialidades. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL TECNOLOGIA DE PONTA NA GESTÃO DA CIDADE, 1992 Santo André. Anais do Seminário Internacional Tecnologia de Ponta na Gestão da Cidade, Santo André, 1992.

RÓHM, Sérgio Antonio; KOFLER, Mônica. Considerações sobre aspectos organizacionais para implantação de Sistemas de Informações Geográficas. In: GIS BRASIL 96, 1996, Curitiba. Anais do Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba: Sagres, 1996.

SALGADO, Ana Carolina, CIFERRI, Ricardo Rodrigues. Conversão e modelagem de dados. In: GIS BRASIL 98, 1998, Curitiba. Anais do Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba: Ed. Sagres, 1998.

SANTOS, Fábio André Ferreira dos; CORREIA, Ana Carolina Schuler; CANDEIAS, Ana Lúcia Bezerra. Comparação da aquisição de dados vetoriais de uma mesa digitalizadora e de uma imagem digitalizada. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/124_c25.pdf>. Acesso em: 12 abril 2004.

SIKORSKI, Sergiusz Romuald. Geoprocessamento como instrumento de planejamento urbano. In: GIS BRASIL 96, 1996, Curitiba. Anais do Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Curitiba: Sagres, 1996.

THREETEK – Soluções de Geomática. Imagens de alta resolução. Disponível em: <<http://www.mundogeo.com.br/scripts/artigos.asp>>. Acesso em: 15 jun. 2004.

VIEIRA, M.G.; CUNHA, J.C.J.; BORGES, K.A.V.; DAVIS Jr, C.A. Atualização da base geográfica digital: a experiência de Belo Horizonte com o percurso urbano. In: GIS BRASIL 99, 1999, Salvador. Anais do Congresso e Feira para Usuários de Geoprocessamento, Salvador, 1999. 1 CD.

ABSTRACT

The present work highlights how important it is for municipalities to improve their managing know-how using tools and instruments which can make updated information about the municipal territory available, leading the administration to a more assured decision making and established goal accomplishing. It presents the importance of building a framework to produce a database with reliable information and continuous maintenance, stressing the importance of working with updated cartographic and alphanumeric bases. It discourses about the strategies adopted by the municipality of Santo André – SP along the implementation of a Geographic Information System (GIS), presenting the accomplished stages and some results. There is also an approach to the difficulties and resistances found during the process of establishing a GIS. As a result, it presents a basic approach to a database for municipalities and strategies to create a GIS and finalizes highlighting the importance of using this technology together with a broader modernizing process for municipal managing.