

2118

v.1/43v.

S

2118-S

RETRIBUÍDO

PROTÓTIPO SIG - SVP

COORDENAÇÃO:

SVP - CONVIAS

EXECUÇÃO:

CPRM

SÃO PAULO, JULHO DE 1991

PHL-011015



Memo 905/SP/41

176 1/2006

CPA - TIBOTE	
Nº de ...	
Referencia	2118:5
Nº de Vol.	3 - 5 v. 1

ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO	1
2 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	3
2.1 – Protótipo	3
2.2 – Sistemas de Informações Geográficas no Brasil	3
3 – TECNOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	5
4 – GERAÇÃO DE BASE DE DADOS	7
4.1 – Modelagem de Dados	7
4.1.1 – Áreas-teste	7
4.1.2 – Mapas Utilizados	7
4.1.3 – Entidades e Atributos	8
4.1.4 – Qualidade dos Dados	8
4.2 – Captura dos Dados	9
4.2.1 – Dados Gráficos	10
4.2.2 – Dados Alfanuméricos	12
4.3 – Conversão de Dados	13
4.4 – Volume de Arquivamento	13
5 – COMPARAÇÃO ENTRE AS BASES CARTOGRÁFICAS	15
6 – FUNÇÕES IMPLEMENTADAS	19

7 – TEMPOS E CUSTOS	20
7.1 – Geração da base	20
7.2 – Equipamentos e <i>Softwares</i>	21
8 – CONCLUSÕES	23
 APÊNDICE – SIGLAS E EMPRESAS CITADAS	 26

Anexo I – Modelo de Especificação Técnica para Contratos de Digitalização

Anexo II – Consideração sobre a Tecnologia GFIS e Definição das Entidades e Atributos

Anexo III – Manual do Usuário

Anexo IV – Programas-fonte do Protótipo

1 – INTRODUÇÃO

Pelo contrato nº 97, de 18.12.1990, celebrado entre a Secretaria de Vias Públicas da Prefeitura do Município de São Paulo e a CPRM, ficou esta encarregada de desenvolver um Protótipo de Sistemas de Informações Geográficas voltado para a administração municipal, tendo como objetivos principais:

Identificar:

- a base cartográfica ideal;
- as fontes prioritárias de informações;
- as dificuldades na obtenção das informações.

Avaliar:

- a tecnologia adequada;
- o potencial humano e a estrutura necessária;
- a melhor alternativa para captura do dado gráfico;
- custos, tempo e métodos associados.

Estabelecer:

- a rotina de fluxo de informações;
- a unicidade de referencial cartográfico;
- os procedimentos para conversão de dados digitais já existentes;
- as funções e aplicativos necessários ao sistema;
- a capacitação técnica.

O prazo estabelecido inicialmente para o planejamento do protótipo foi de seis meses, tendo sido prorrogado por mais um mês face a novos dados de interesse da SVP que deveriam ser introduzidos no sistema.

O contrato foi gerenciado, na SVP, pela Divisão CONVIAS 3, que também se encarregou de orientar todos os contatos com outras secretarias e empresas, como: ELETRIPAULO, TELESP, PRODAM, COMGÁS etc., e na CPRM, pela SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO.

EQUIPE ENVOLVIDA

Participaram na elaboração do protótipo os seguintes técnicos:

CONVIAS 3

Paulo Antonio Bastos Fatigati
Elizabeth Maria de Freitas Ramos
João Gimenes de Oliveira
Antonio Pascoal Pontieri

CPRM

Carlos Alfredo Guimarães da Vinha
João Batista de Vasconcelos Dias Jr.
Suely Borges da Silva Gouvea
Laura Estela Madeira de Carvalho
Paulo Roberto Macedo Bastos

Adelina Arduino de Magalhães
Daniela Borges de Godoy
Luiz Sguissardi do Carmo
Lauro G. Pizzatto
Vanilton da Silva Badaró
Carlos Alberto Santos Mendes

AGRADECIMENTOS

Sem o apoio de algumas empresas e órgãos não teria sido possível cumprir certas metas fixadas pelo protótipo. Dentre estas, cabe mencionar:

A SISGRAPH, o CCauEX e a IBM, que deram todo o apoio durante o desenrolar do protótipo, sem nenhuma restrição, indo além do que se podia esperar de uma relação fornecedor/cliente.

COMPOSIÇÃO DO RELATÓRIO

O relatório aqui apresentado é a última etapa prevista no planejamento do protótipo, estando ele organizado em oito capítulos e um apêndice, além de quatro anexos.

1 - Introdução

2 - *Considerações gerais*: são discutidos alguns temas como o que é um protótipo e Sistema de Informações Geográficas no mercado brasileiro.

3 - *Tecnologia de desenvolvimento*: são

indicados os equipamentos e *softwares* utilizados no desenvolvimento do protótipo.

4 - *Geração da base de dados*: são analisadas as técnicas para captura e conversão de dados utilizados no protótipo.

5 - *Comparação entre as bases cartográficas*: são estudadas as três bases cartográficas - ELETROPAULO, EMPLASA e GEOLOG - passíveis de serem adotadas como referência.

6 - *Funções implementadas*: são indicados alguns dos tratamentos existentes no protótipo.

7 - *Tempos e custos*: são apresentados alguns indicadores para orientar o planejamento dos futuros desdobramentos do protótipo.

8 - *Conclusões*: são recapitulados os dados mais significativos surgidos durante o desenvolvimento do protótipo.

No apêndice, listou-se o significado das siglas de empresas e órgãos citados no relatório.

Os anexos foram organizados com o intuito de detalhar algumas das considerações contidas no relatório, além de documentar a aplicação.

Anexo I - Modelo de especificação técnica para contratos de digitalização.

Anexo II - Consideração sobre a tecnologia GFIS e definição das entidades e atributos do sistema.

Anexo III - Manual de uso do sistema

Anexo IV - Fita contendo os programas-fonte desenvolvidos para o protótipo.

2 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O desenvolvimento do protótipo com a SVP teve dois aspectos que merecem algumas considerações: a utilização da metodologia de protótipo e a da tecnologia de Sistemas de Informações Geográficas da IBM.

2.1 – Protótipo

Há vários métodos de se desenvolver uma aplicação em processamento de dados e, portanto, em Sistemas de Informações Geográficas.

Um deles é a construção de um protótipo onde o ponto focal é o produto final, permitindo que em curto espaço de tempo se tenha uma versão aproximada e em operação de um sistema, onde, além do mais, as partes críticas no ciclo de desenvolvimento são analisadas e testadas, como é o caso típico da definição das entidades e atributos e a geração das bases de dados.

Se acrescentarmos o fato de que no Brasil a utilização do Sistema de Informações Geográficas é uma tecnologia que só agora vem sendo introduzida como ferramenta para a administração municipal, fica caracterizada a prototipia como a melhor estratégia de desenvolvimento.

Reforçando essas observações, tem-se

um produto que pode ser divulgado, discutido e analisado pelos vários órgãos que poderão vir a ser parte do grupo de implantação do sistema definitivo, criando subsídios que deverão ser aproveitados posteriormente.

O óbice, porém, dessa estratégia, é ficar-se com a idéia de um produto acabado, onde todos os problemas já foram equacionados, o que nem sempre é o caso, mormente em um ambiente multiusuário com objetivos, culturas e procedimentos de trabalho diferentes, pois o protótipo, de certa maneira, tem de simplificar o fluxo da informação, nem sempre seguindo ou sugerindo mudanças nos procedimentos dos vários usuários potenciais.

2.2 – Sistemas de informações geográficas no Brasil

No mercado brasileiro de informática, principalmente a partir dos dois últimos anos, os maiores fornecedores mundiais de *software* para Sistemas de Informações Geográficas estabeleceram representantes locais, havendo hoje uma possibilidade de escolha entre os melhores produtos existentes no exterior, especificamente para a administração municipal, onde a complexi-

dade da alimentação e do uso, associada ao volume expressivo de dados, restringe em muito os potenciais fornecedores.

Esses produtos seguem duas linhas de comercialização: aqueles associados a um determinado fabricante de *hardware*, como o MGE da INTERGRAF, o GFIS da IBM, e aqueles não-associados a um fabricante de equipamento, como ARC-INFO da ESRI, todos eles cobrindo tanto o ambiente de computadores de grande porte quanto o de estações de trabalho, e advogando uma solução corporativa para Sistemas de Informações Geográficas.

Tornam-se nítidas, igualmente, algumas concentrações desses produtos em função dos objetivos dos usuários, como a linha de

produtos INTERGRAPH, instalada em órgãos voltados para a confecção automática de cartas como o CCauEX, DHN, ICA e IBGE e o GFIS, da IBM, implantado em várias prefeituras do Brasil, como: CAMPINAS, CURITIBA, BRASÍLIA e CAMPINA GRANDE.

No caso do protótipo para a SVP, optou-se pelo GPG, um dos módulos da tecnologia GFIS, tanto pela CPRM já o ter instalado e conhecer como utilizá-lo, quanto por ser a empresa de processamento de dados do município de São Paulo, PRODAM, uma cliente IBM e que eventualmente viesse a se tornar a responsável pelo desenvolvimento do sistema, a partir dos desdobramentos gerados pelo protótipo.

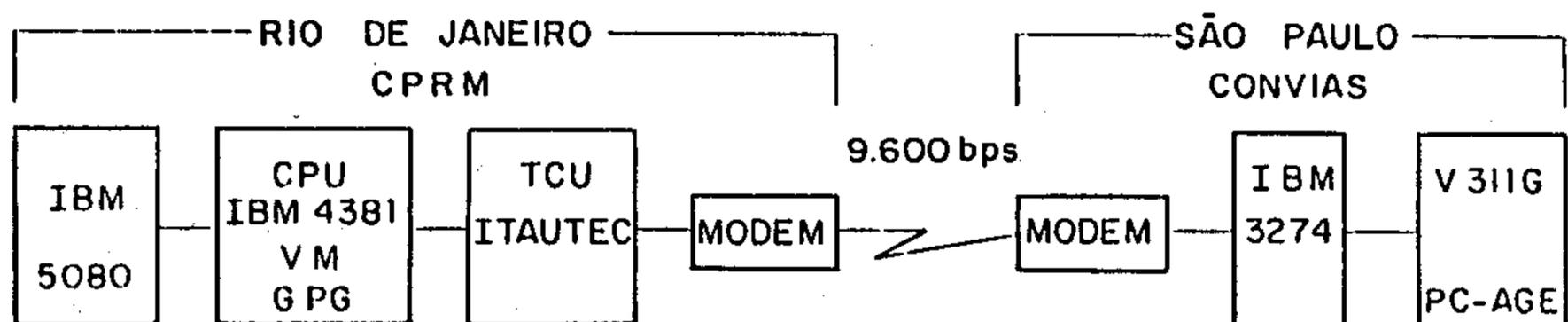
3 - TECNOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

O protótipo foi desenvolvido dentro de uma filosofia de Sistema de Informações Geográficas utilizando a tecnologia GFIS (*GEOGRAPHIC FACILITIES INFORMATION SYSTEM*) da IBM, mais especificamente o GPG (*GRAPHICS PROGRAM GENERATOR*), que é um produto voltado para o modelamento de redes complexas, como é o caso da malha viária e da drenagem urbana.

Como equipamento principal foi utilizado um computador central tipo IBM 4381, instalado no Rio de Janeiro, com conexão remota para São Paulo, via linha dedicada, com taxa de transmissão de dados de 9.600 bps. A esse equipamento foram conecta-

dos terminais gráficos de duas categorias: IBM 5080 e VILLARES V 311G. O primeiro é uma estação gráfica para processamento local; o segundo, um microcomputador 286, com terminal gráfico de alta resolução DATANAV, emulando a estação 5080 através do *software* PC-AGE e permitindo o processamento remoto via controladora 3274R, tendo sido instalado em São Paulo na Secretaria de Vias Públicas. Qualquer uma das duas estações suporta plotadoras (padrão HP), mesas digitalizadoras e impressoras.

O esquema a seguir ilustra a estrutura básica utilizada.



No final de junho de 1991, a IBM anunciou o produto GeoGPG, com a mesma finalidade do GPG, sendo que para utilização nas estações RISC (*Reduced Instruction Set Computer*), criando perspectivas em torno de um equipamento cuja *performance* permite que se planeje Sistemas de Informações Geográficas onde o computador central seria eventualmente um gerenciador de bases de dados de custódia.

Essa nova possibilidade também foi testada no protótipo, permitindo avaliar-se o esforço de se migrar a aplicação desenvolvida em GPG para o GeoGPG.

Quanto ao GPG, cabe salientar que ele é mais uma linguagem de programação (*application enabler*) do que uma aplicação fechada de Sistema de Informações Geográficas, permitindo assim desenvolver-se

uma aplicação adaptada ao interesse do usuário; se por esse lado há uma grande vantagem em relação a outros produtos existentes no mercado, por outro necessita de uma equipe proficiente na sintaxe do GPG, a fim de implementar a aplicação. Nos anexos II e III, são feitas maiores considerações sobre esse produto.

Por último, deve-se ter em mente que todas as etapas e procedimentos seguidos na implantação do protótipo são de caráter geral e teriam de ser seguidas independentemente da adoção da tecnologia GFIS, principalmente quanto às técnicas de geração das bases de dados, o que, reconhecidamente, é o maior problema na implantação de um Sistema de Informações Geográficas.

4 – GERAÇÃO DA BASE DE DADOS

É conhecido que uma das tarefas mais complexas na implantação de um Sistema de Informações Geográficas, mormente para mapeamento automático e gerenciamento de facilidades (AM/FM – *Automated Mapping/Facility Management*) é o procedimento de geração da base.

Essa tarefa envolve sempre vários órgãos de uma prefeitura, com interesses algumas vezes conflitantes e culturas e procedimentos do manuseio de informações os mais díspares. São mapas básicos, com escalas e qualidades diferentes, croquis, formulários, cadastros magnéticos etc., compondo um universo de dados que, para serem integrados, obrigam a uma série de estudos e compatibilizações, conduzindo, em última instância, a uma modelagem de dados que permita transformá-los em um esquema onde as expectativas dos usuários potenciais do sistema sejam cumpridas.

A existência de várias técnicas para transformar dados gráficos em digitais – algumas mais trabalhosas, porém mais precisas; outras rápidas, porém de uso limitado – exige também uma experimentação para avaliar aquelas que mais se adaptam aos dados e ao sistema proposto.

4.1 – Modelagem dos dados

4.1.1 – Áreas-teste

Para avaliar toda a problemática de implantação do sistema, a Secretaria de Vias Públicas definiu duas áreas-teste, que se constituem no espaço geográfico do protótipo, indicadas no mapa 1, envolvendo cada uma cerca de 5km² – uma na região central de São Paulo (Estação da Luz) e outra na Região Sul (Santo Amaro) – e compondo dois ambientes representativos da ocupação urbana: o centro da cidade, rico em dados e informações dispersas entre várias secretarias, e uma região periférica, caracterizando uma zona de expansão da cidade.

4.1.2 – Mapas utilizados

Nas áreas-teste, com ênfase na Estação da Luz, foram utilizados cerca de 30 mapas representativos de 14 temas, lançados sobre a base cartográfica da EMPLASA, na escala 1:2.000.

A escolha do referido mapa prendeu-se ao maior número de informações nele

contidas, embora também tenham sido usados, para fins comparativos de ajustes de dados, os mapas da ELETROPAULO, na escala 1:1.000.

Com relação a esses últimos, houve tanto a digitalização a partir dos originais em material estável, quanto a conversão de arquivos digitais, que a empresa vem executando através da Terrafoto, utilizando tecnologia da INTERGRAPH.

Por último, também à guisa de comparação, foram convertidos para o protótipo os dados digitais do GEOLOG, no formato MAXICAD fornecidos pela PRODAM.

As três bases cartográficas – EMPLASA, ELETROPAULO e GEOLOG –, que são os possíveis referenciais cartográficos da cidade para fins de um Sistema de Informações Geográficas, foram motivo de uma análise comparativa de consistência das feições gráficas representadas, sendo discutidas em capítulo próprio.

4.1.3 - Entidades e atributos

No anexo II, estão relacionadas todas as entidades constantes do protótipo e seus respectivos atributos.

A fase de modelagem dos dados é talvez a mais complexa, pois classicamente há uma tendência, por parte dos usuários do sistema de o superpovoarem, de entidades e atributos de uso limitado e/ou difíceis de serem mantidos atualizados.

Assim, houve necessidade, para que o protótipo tivesse sido completado no prazo estipulado, de um certo compromisso entre o ideal e o possível, priorizando entidades de uso mais geral e atributos que permitissem uma visão geral do potencial do sistema. Obviamente, quando da implementação do sistema definitivo dever-se-á reanalisar e redefinir alguns desses elementos e mesmo ter em mente que o sistema de representação gráfica é outro. Assim, por exemplo, algumas entidades podem ser definidas com apenas uma apresentação gráfica particular ou com um atri-

buto específico – como as espessuras de uma tubulação, que tanto podem ser representadas como um atributo numérico na base de dados como graficamente por traços, cores diferenciadas e mesmo por indicação da espessura no próprio desenho. Sob qualquer uma dessas formas, a informação sobre a espessura está contida no sistema; no entanto, a segunda forma eventualmente pode sobrecarregar o desenho, tornando-o ilegível. É clássico também que na introdução de um Sistema de Informações Geográficas, os usuários sempre exigem, de início, a representação gráfica com toda a simbologia a que sempre estiveram acostumados, quando, de fato, o meio de apresentação das informações migrou de um ambiente estático representado pelo mapa, onde o máximo de dados deve estar contido, para um ambiente dinâmico, onde tanto existe uma base de dados quanto uma representação gráfica, e os elementos podem ser recuperados e mostrados seletivamente. Só esse fato permite que a simbologia gráfica possa ser simplificada.

Tudo isso, no entanto, somente será atingido com uma mudança de cultura, ao longo de uma maturação técnica na utilização de Sistemas de Informações Geográficas.

4.1.4 - Qualidade dos dados

Na tabela a seguir são apresentadas as fontes dos dados utilizados no protótipo, com a indicação do material e a qualidade de cada um, fundamentalmente em relação à legibilidade.

TELESP				
MAPA	ESCALA	MATERIAL	QUALIDADE	DIGITALIZAÇÃO
57-04	1:1.000	heliográfica	boa	total
57-03	1:1.000	heliográfica	boa	parcial
47-19	1:1.000	heliográfica	boa	parcial
47-18	1:1.000	heliográfica	boa	parcial
COMGÁS				
MAPA	ESCALA	MATERIAL	QUALIDADE	DIGITALIZAÇÃO
331246	1:2.000	heliográfica	boa	total

ÁGUA				
MAPA	ESCALA	MATERIAL	QUALIDADE	DIGITALIZAÇÃO
0153/016	2.000	heliográfica	ruim	parcial
0153/019	2.000	heliográfica	ruim	parcial
20	2.000	heliográfica	boa	parcial

TROLEY				
MAPA	ESCALA	MATERIAL	QUALIDADE	DIGITALIZAÇÃO
3312/4	2.:500	heliográfica	boa	parcial

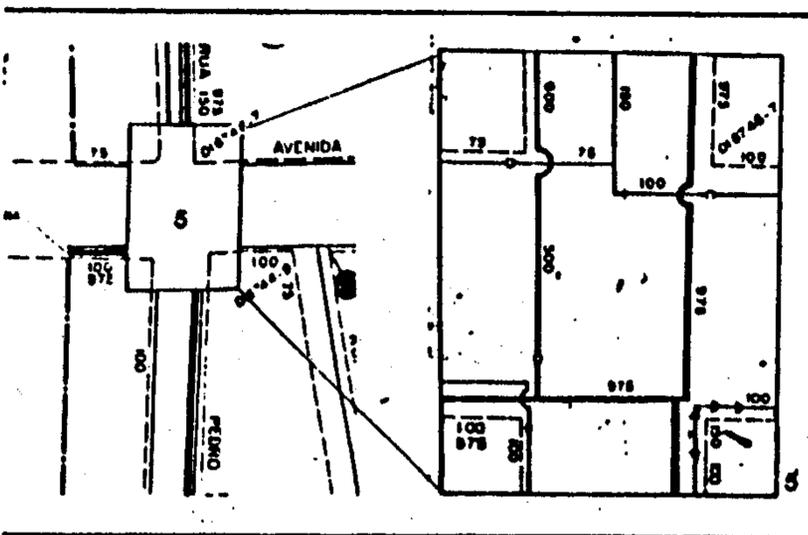
DRENAGEM				
MAPA	ESCALA	MATERIAL	QUALIDADE	DIGITALIZAÇÃO
0153/016	2.000	heliográfica	ruim	parcial
0153/018	2.000	heliográfica	ruim	parcial
0153/012	2.000	heliográfica	ruim	parcial

ESGOTO				
MAPA	ESCALA	MATERIAL	QUALIDADE	DIGITALIZAÇÃO
118-46	2.000	heliográfica	boa	total
14-11	2.000	heliográfica	ruim	parcial
13-10	2.000	heliográfica	ruim	parcial
13-15	2.000	heliográfica	ruim	parcial

EMPLASA			
MAPA	ESCALA	MATERIAL	DIGITALIZAÇÃO
331245	2.000	cronaflex	total
331246	2.000	cronaflex	total
331243	2.000	cronaflex	total
331242	2.000	cronaflex	total
333522	2.000	cronaflex	total
333523	2.000	cronaflex	total
333535	2.000	cronaflex	total
333536	2.000	cronaflex	total

ELETROPAULO			
MAPA	ESCALA	MATERIAL	DIGITALIZAÇÃO
3321	1.000	heliográfica	total
3330	1.000	heliográfica	total

De uma maneira geral, os dados são legíveis, requerendo apenas uma iluminação seletiva dos técnicos para facilitar a sua digitalização. Em sua grande maioria, os dados são quase croquis, onde um posicionamento geográfico preciso não se faz necessário. No caso de posicionamentos precisos, normalmente existe uma janela de ampliação, em *raster*, com um croqui onde estão indicadas as distâncias reais, como mostrado na figura a seguir:



Com relação aos possíveis mapas básicos: EMPLASA, ELETROPAULO e GEOLOG, os dois primeiros foram fornecidos em material plástico estável e o último, em meio magnético.

No mapa da EMPLASA, a quantidade de informações e a escala de apresentação (1:2.000) tornam difícil uma discriminação completa do que sejam lotes e edificações, sempre necessitando interpretação e, muitas vezes, levando a uma definição subjetiva, acarretando um tempo maior para a sua digitalização.

Em contraposição, o mapa da ELETROPAULO não representa as guias, lotes e edificações, restringindo-se às quadras, o que, associado à escala de apresentação (1:1.000), facilita sobremaneira a sua digitalização.

Quanto ao GEOLOG, a própria maneira como ele foi gerado, a partir de processamento em *batch*, sem os recursos hoje existentes de desenhos assistidos por computador (*Computer Aided Design*), obrigam já de início a uma grande simplificação na representação gráfica da informação, restringindo, portanto, a sua utilização ampla como referencial cartográfico para lançamento de outras informações.

Pela importância que se reveste a definição da base única da referência cartográfica, esse assunto será tratado em capítulo próprio.

4.2 - Captura dos dados

O processo de transformar os dados e informações em uma forma digital é aqui denominado "Captura dos dados".

No protótipo foram analisadas e comparadas várias técnicas de captura de dados gráficos a fim de permitir uma avaliação dos méritos e deficiências de cada uma, dentro do pressuposto que os dados gráficos, são representados por vetores, o que é mandatório em um Sistema de Informações Geográficas onde a topologia entre as feições gráficas constitui a própria essência

do projeto em contraposição à representação matricial (*raster*) de uso apenas para algumas aplicações específicas.

Quanto aos dados alfanuméricos, o método de captura foi a digitação, quase sempre no próprio protótipo, preenchendo-se telas de edição no terminal alfanumérico.

4.2.1 - Dados gráficos

Duas técnicas são utilizadas na transformação dos dados gráficos: digitalização e varredura.

- **DIGITALIZAÇÃO**

Entende-se aqui por digitalização o processo de transformar dados contidos em mapa para a forma digital através da utilização de mesas digitalizadoras.

Para o protótipo esse processo foi exaustivamente testado pelas equipes da CPRM, SVP e pela firma de prestação de serviços contratada, COMPLASA, de experiência reconhecida na área, a fim de se avaliar as dificuldades e os tempos associados à captura dos dados gráficos, além de se testar as especificações técnicas no caso de contratação de serviços de digitalização.

O *software* utilizado nos três casos: CPRM, SVP e COMPLASA, foi o MAXICAD. Os procedimentos foram estabelecidos pela CPRM e transmitidos à SVP durante o treinamento fornecido àquele grupo sobre o *software*. No caso da COMPLASA, os procedimentos constituíram-se na própria especificação técnica do contrato (Anexo 1).

Dentre todas as entidades gráficas, as que apresentam maiores dificuldades para a digitalização são os lotes e as edificações; as mais simples são os meios-fios (guias).

Os lotes e edificações representados na escala 1:2.000, nos mapas da EMPLASA, exigem muitas das vezes uma interpretação para a sua discriminação. Um artifício para facilitar esse trabalho é ampliar fotograficamente o original, o que exige um la-

boratório de fotomecânica. Apesar do material fotográfico ter um alto custo, a qualidade da digitalização e o tempo dispendido podem algumas vezes compensar o preço, na ausência de outras técnicas que facilitem o serviço, como a varredura (rasterização).

As outras entidades gráficas constantes do protótipo são relativamente fáceis e rápidas de digitalizar, muitas delas podendo ser introduzidas diretamente na aplicação, dispensando, portanto, a utilização de outras estações gráficas que não aquela do próprio protótipo.

Nesse caso encontram-se, entre outros, as redes de drenagem, gás, telefone, *trolley-bus*, onde o maior problema se prende à qualidade do mapa (nem sempre a que se deseja); para um técnico não-familiarizado com o tema, torna-se necessário o destaque (iluminar) das várias entidades que se quer distinguir no mapa.

A tabela a seguir, a partir da amostragem entre a SVP, COMPLASA e CPRM, indica os tempos associados com a digitalização das entidades de uso mais genérico e que se constituem na própria base cartográfica. Nessa análise foi considerada uma folha da EMPLASA, onde uma quadra típica foi digitalizada diretamente do mapa, por várias técnicas, utilizando o MAXICAD, instalado em plataformas 286 e 386.

LEVANTAMENTO DE TEMPO

FONTE: CIA. DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
GRAU DE DIFICULDADE: MÁXIMO

	Digitalização	Edição	Total
Guia	2:30h	1h	3:30h
Face quadra	12h	25h	37h
Lote	40h	120h	160h
Edificação	58h	170h	228h
			TOTAL 428:30h

FONTE: SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS DE SÃO PAULO
GRAU DE DIFICULDADE: MÉDIO

	Digitalização	Edição	Total
Guia	2h	1h	3h
Face quadra	5h	15h	20h
Lote	20h	117h	137h
Edificação	30h	180h	210h
			TOTAL 370h

FONTE: COMPLASA
GRAU DE DIFICULDADE: MÉDIO

	Digitalização	Edição	Total
Guia	2h	1h	3h
Face quadra	4h	15h	19h
Lote	20h	90h	110h
Edificação	25h	110h	135h
			TOTAL 267h

• VARREDURA (RASTERIZAÇÃO)

Essa técnica utiliza equipamentos denominados *scanners*, transformando o mapa em uma matriz de pontos, ou seja, uma “fotografia” do material gráfico.

No Brasil, poucos órgãos possuem esse equipamento com qualidade cartográfica podendo-se citar: CCauEX, ICA, DHN, UFRJ e, em vias de instalação, o IBGE, todos eles acoplados a equipamentos INTERGRAPH.

Em se tratando de firmas comerciais, que possam executar varreduras, existem hoje no Brasil a DIGITOMAPAS e a FADA.

No protótipo foram utilizados os equipamentos do CCauEX, testando-se a precisão necessária para a reprodução dos mapas, tendo sido experimentados, na opção “bi-level”, desde 100 dpi (*dots per inch*) até 1.000 dpi, escolhendo-se como um bom compromisso entre a fidelidade de reprodução e o volume de dados gerados no processo de varredura a precisão de 250 dpi.

Esse material “rasterizado” pode tanto ser utilizado para processos posteriores de vetorização quanto usado diretamente na aplicação, como uma ilustração fotográfica de alguma feição que se queira destacar, ou quando a escala é irrelevante, como no caso de croquis, e/ou ampliação de algum detalhe de um mapa, conforme mostrado anteriormente.

Nessas utilizações diretas do *raster*, cada imagem é um apêndice à aplicação sem nenhum tratamento posterior ao processo de rasterização.

Quanto à vetorização, duas técnicas foram aplicadas: vetorização automática e

vetorização sobre *raster*.

- Vetorização automática

A partir dos dados rasterizados, onde cada célula da matriz resultante contém o valor 0 ou 1, “opção bi-level”, existem algoritmos que conectam, através de vetores, as células com valor 1, compondo no final do processo um conjunto de pontos representados por coordenadas X,Y ordenadas de tal maneira que reproduzam as linhas contínuas, como segmentos de reta simulando o processo de digitalização manual.

Do ponto de vista prático, no entanto, os algoritmos, quaisquer que sejam (e o da INTERGRAPH é um dos mais sofisticados e testados), não conseguem reproduzir todos os traços originais, gerando algumas indefinições, ou mesmo um superdimensionamento de vetores resultantes, obrigando a um processo demorado de correção.

Mesmo de início, ainda sob a forma de *raster*, há necessidade de um processo de edição, principalmente na eliminação de todos os textos do mapa. Se houver interesse em discriminar entre os traços do mapa, criando possibilidades posteriores de geração de topologia, o processo de edição se torna ainda mais complexo, havendo necessidade de se copiar do *raster*, seletivamente, as entidades que se quer vetorizar.

Os dados a seguir mostram, para duas folhas da EMPLASA, os tempos associados ao processo, onde as variações estão associadas à complexidade de cada mapa:

Rasterização em 250 dpi –	0:20 h
Edição de raster –	8 h
Vetorização automática –	2 – 3 h
Edição da vetorização –	14 – 18h

Por esses dados, para se ter apenas uma réplica do mapa, isto é, sem nenhum processo de discriminação das entidades, o tempo varia de 24:20 a 29:20h.

O tamanho do arquivo final, gerado em

formato neutro, que permita sua conversão para outra aplicação, como por exemplo o padrão DxF, é da ordem de 5,4 megabytes, mesmo após utilizar-se algoritmos de simplificação de vetores (redução de pontos) que, no caso da tecnologia INTERGRAPH, já faz parte do *software* de vetorização automática.

- Vetorização sobre *raster*

A segunda técnica utilizada consiste em digitalizar manualmente, a partir de uma tela no computador, onde o mapa rasterizado é mostrado como fundo.

A grande vantagem desse processo é a possibilidade de se discriminar mais facilmente as entidades gráficas que exigem interpretação para sua definição como é o caso de lotes e edificações, e/ou outros detalhes de feições que na escala do mapa original são de difícil visualização, através de ampliações (*zoom*), permitindo precisões não-atingidas pelos métodos convencionais de digitalização, salvo talvez, aquele de ampliações fotográficas sucessivas dos mapas originais, já comentado anteriormente.

Esse processo tanto pode ser realizado diretamente no Sistema de Informações Geográficas, através de função específica, ou em estações independentes de entrada de dados.

No primeiro caso, a topologia das entidades é gerada no mesmo momento em que elas são digitalizadas.

No segundo caso, apesar da topologia ser introduzida posteriormente no processo de conversão dos dados para o sistema, as entidades gráficas já podem ser organizadas de forma a receber essa topologia, facilitando sobremaneira o trabalho. Se for levado em consideração o custo dos equipamentos, essa é a maneira mais racional de digitalização sobre *raster*, mesmo na hipótese de a introdução posterior da topologia, pois plataformas tipo 286 e 386 suportam o *software* necessário para essa técnica, não sendo preciso equipamentos

mais potentes para tratamento tão simples.

Sob esse aspecto, seria bastante interessante que o MAXICAD contivesse essa opção, pois, inegavelmente o referido produto, de tecnologia brasileira, vem se tornando um padrão no mercado para a cartografia digital. Em contato com o fornecedor, ficou patente que a sua implementação é tecnicamente viável, não oferecendo maiores dificuldades; o único problema (comercial) é representado pelo número de cópias mínimas garantidas pelo interessado na opção.

De qualquer maneira, existem várias opções de *software* no mercado para essa técnica, como por exemplo o *microstation-pc* associado ao I/RAS da INTERGRAPH, o GTXRASTER da GTX, variando os preços entre US\$7,000.00 a US\$10,000.00.

Finalizando, a tabela a seguir indica os tempos registrados pela CPRM em testes realizados diretamente no protótipo:

DIGITALIZAÇÃO SOBRE RASTER
GRAU DE DIFICULDADE: MÉDIO

	Digitalização	Edição	Total
Gula	2h	-	2h
Face quadra	12h	10h	22h
Lote	24h	15h	39h
Edificação	33h	20h	53h
			TOTAL 116h

4.2.2. - Dados alfanuméricos

O processo de captura dos dados alfanuméricos é a digitação, que no protótipo é executada *on line* dentro do próprio Sistema de Informações Geográficas, associando a cada entidade os seus atributos.

Apenas no caso da entidade Vértice de Referência, os dados foram digitados fora do sistema, e incluídos posteriormente.

Sob o aspecto de atributos das entidades o anexo II explicita aqueles que foram definidos em várias reuniões com a equipe da SVP, representando eles apenas uma amostra dos que foram considerados mais significativos, tendo sido preenchidos ape-

nas como exemplo para uso em recuperações seletivas.

Os procedimentos de alimentação e mesmo a definição dos atributos, em si, como dito anteriormente, deve ser motivo de uma análise cuidadosa quando da implementação ampla do Protótipo.

4.3 - Conversão de dados

A introdução dos dados gráficos e alfanuméricos sob a forma digital no sistema, com as necessárias transformações e adaptações para o modelo de dados que o protótipo espera, foi aqui denominada "conversão de dados".

Essa conversão tanto se refere à transformação de cadastros e arquivos já existentes ou oriundos de digitalização e vetorização automática, quanto à introdução da topologia das entidades gráficas segundo o esquema esperado pelo sistema e sob esses dois aspectos serão analisados.

- TRANSFORMAÇÃO DE CADASTROS

Apenas cadastros gráficos foram convertidos para o sistema, uma vez que a equipe não teve acesso aos arquivos do CADLOG que eventualmente seriam de grande utilidade na definição de atributos para a entidade "face de quadra".

Quanto àqueles oriundos de digitalização, com exceção dos arquivos MAXICAD, gerados pela própria equipe, foram convertidos para o sistema: o GEOLOG, gerado pela PRODAM, também no formato MAXICAD, e os arquivos digitais da ELETROPAULO, digitalizados em equipamentos INTERGRAPH e transferidos via padrão DxF do AUTOCAD.

Em todos os casos percebe-se que a transformação para os formatos esperados pelo sistema é um procedimento simples se essa informação gráfica restringir-se apenas ao caráter gráfico, isto é, se a topologia for acrescentada posteriormente.

- INTRODUÇÃO DA TOPOLOGIA

A topologia é o processo pelo qual o comportamento no espaço das entidades gráficas são representadas nos Sistemas de Informações Geográficas.

Um exemplo típico é a representação da rede viária, onde, no cruzamento entre duas ruas, tem de se informar ao sistema o ponto onde os eixos de rua se interceptam, criando a conectividade da malha viária.

Esse e outros casos de representação da topologia entre as entidades gráficas são gerados no sistema após a transformação dos cadastros para o protótipo, sendo executados *on-line* na própria aplicação.

A avaliação de tempo para a execução dessa tarefa, estimando-se pela equipe da CPRM, é em torno de 3 horas por tema, por folha, na escala 1:2.000, da EMPLASA.

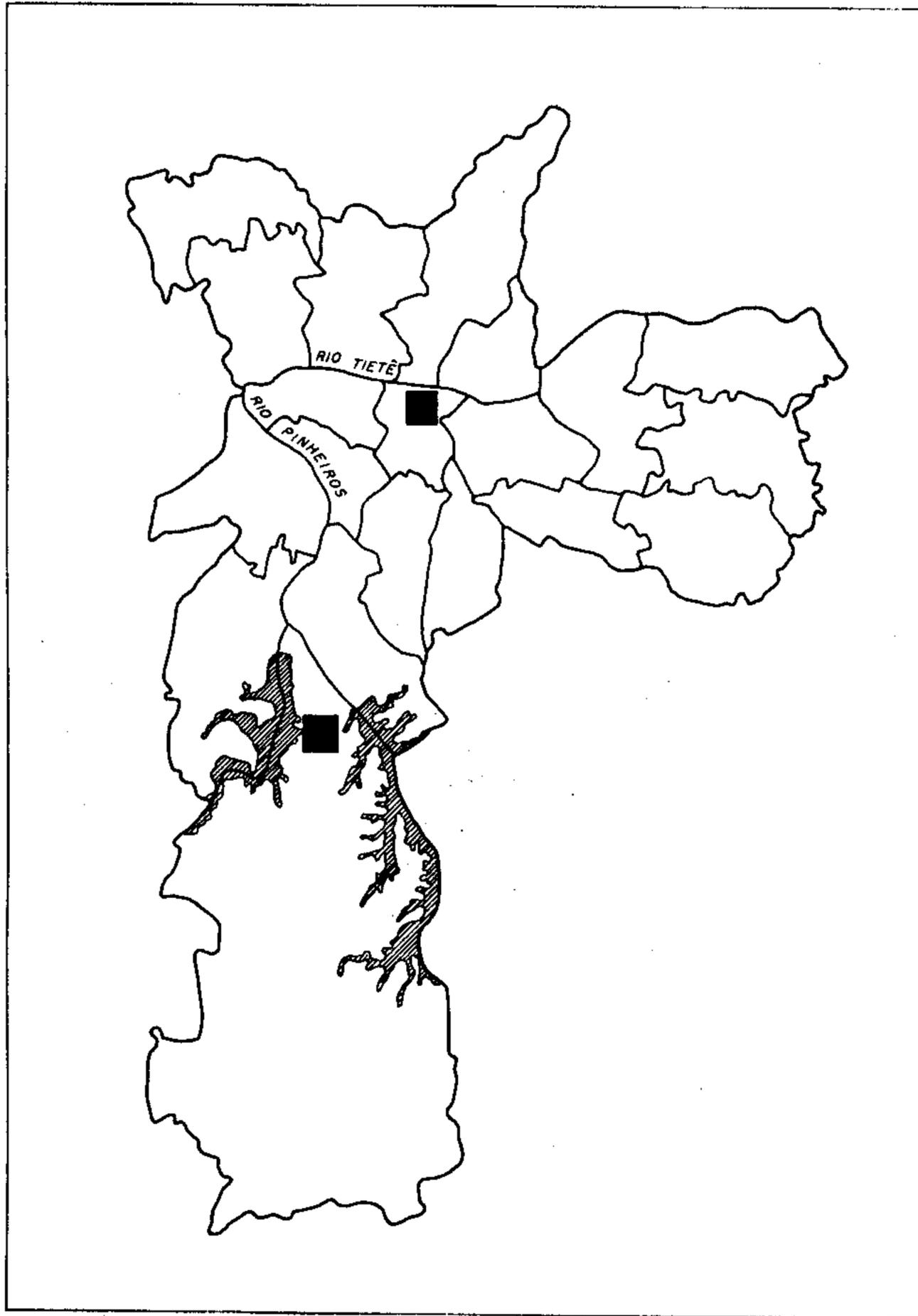
4.4 - Volume de arquivamento

A capacidade necessária para arquivamento em disco do protótipo pode ser discriminada entre o material residente sobre a forma de *raster*, no caso de imagens em apêndice, necessitando cerca de 400 kbytes por imagem, e aplicação em si sob a forma vetorial.

Não considerando os arquivos de imagens *raster*, a aplicação e as duas áreas-teste ocupam cerca de 11 mbytes, assim distribuídos:

Menus	1.638.400
Símbolos	81.200
Desenhos	40.960
Mensagens	573.440
Outros (ckfile, ckpoint, exe	32.768
 Subtotal	 3.104.768
 Arquivo de Dados	
 Workspace	 7.987.200
 Total	 11.091.968 bytes

MUNICÍPIO DE SÃO PAULO



MAPA 1

5 - COMPARAÇÃO ENTRE AS BASES CARTOGRÁFICAS

A definição do referencial cartográfico onde o Sistema de Informações Geográficas se apoia, é a etapa mais importante do desenvolvimento do sistema.

No caso de São Paulo, existem alguns candidatos a essa base: o GEOLOG, os mapas na escala 1:2.000 da EMPLASA e os mapas na escala 1:1.000 da ELETRO-PAULO. No entanto, todas as três bases, independentemente da qualidade e do nível de informação representada, possuem em comum o fato de terem sido geradas há mais de cinco anos; sem dúvida alguma, as referidas bases estão em descompasso com a realidade hoje existente da ocupação territorial da cidade, já havendo propostas de novos aerolevamentos e restituições para suprir a deficiência. Esse novo levantamento deve demandar alguns anos até a sua conclusão, e por não ter sido ainda contratado, pode ser especificado de tal maneira que a restituição já se encaixe na estrutura do Sistema de Informações Geográficas da cidade, através da experiência adquirida com a utilização do protótipo e seus desdobramentos posteriores.

Analisando-se cada uma das bases, nota-se que:

- GEOLOG – apesar de estar sobre a

forma digital e cobrir extensa parte do município de São Paulo, as feições gráficas representadas sofrem uma simplificação bastante grande, caracterizando-a quase como um croqui. É assim que, por exemplo, as ruas são reproduzidas com apenas três larguras. Como base cartográfica, onde um mínimo de precisão é necessário, esse material não pode ser utilizado. Se a precisão não é um fator restritivo – como a sua utilização em planejamentos temáticos socio-econômicos, onde o detalhe não é maior que do nível de região e/ou quadra – essa base pode ser utilizada, apesar de sua desatualização.

Em aplicações mais elaboradas, apesar da qualidade cartográfica da base, há necessidade de se introduzir a topologia das entidades gráficas o que, a princípio, não apresenta maiores dificuldades.

- ELETROPAULO – essa base na escala 1:1.000, é a mais recente, estando representadas as quadras e algumas edificações notáveis de uma maneira até certo ponto simplificada,

pois elas não seguem o alinhamento predial preciso e as esquinas não são arredondadas.

Essa base vem sendo digitalizada pela própria ELETROPAULO em plataforma INTERGRAPH, já existindo cerca de 30% das bases sob a forma digital.

A maior atualidade da base, a existência de um volume expressivo de dados sob a forma digital e a precisão do levantamento, apesar da simplificação da face da quadra, torna esse levantamento uma opção interessante para se constituir a base cartográfica para os desdobramentos posteriores do protótipo, possivelmente com algumas atualizações em nível de lotes e edificações, se tal for necessário, retiradas de mapas onde essas informações existem, como aquele da EMPLASA.

- EMPLASA – essa base, gerada na escala 1:2.000, é a mais rica em informações, onde as ruas estão definidas pelas guias, as quadras, pelo alinhamento predial, e a altimetria, por curvas de nível e pontos cotados. No entanto, em relação aos mapas da ELETROPAULO, esses últimos estão mais atualizados em nível de quadra, pois são mais recentes.

As três figuras a seguir ilustram, através de um trecho da área-teste, a comparação entre as três bases. Essa comparação ressalta a grande discrepância entre o GEOLOG e as outras duas bases, mostrando também que, quanto à forma, há uma grande proximidade entre as entidades gráficas registradas nos mapas da ELETROPAULO e EMPLASA, onde, para melhor visualização, não estão mostrados os lotes e edificações dessa última.

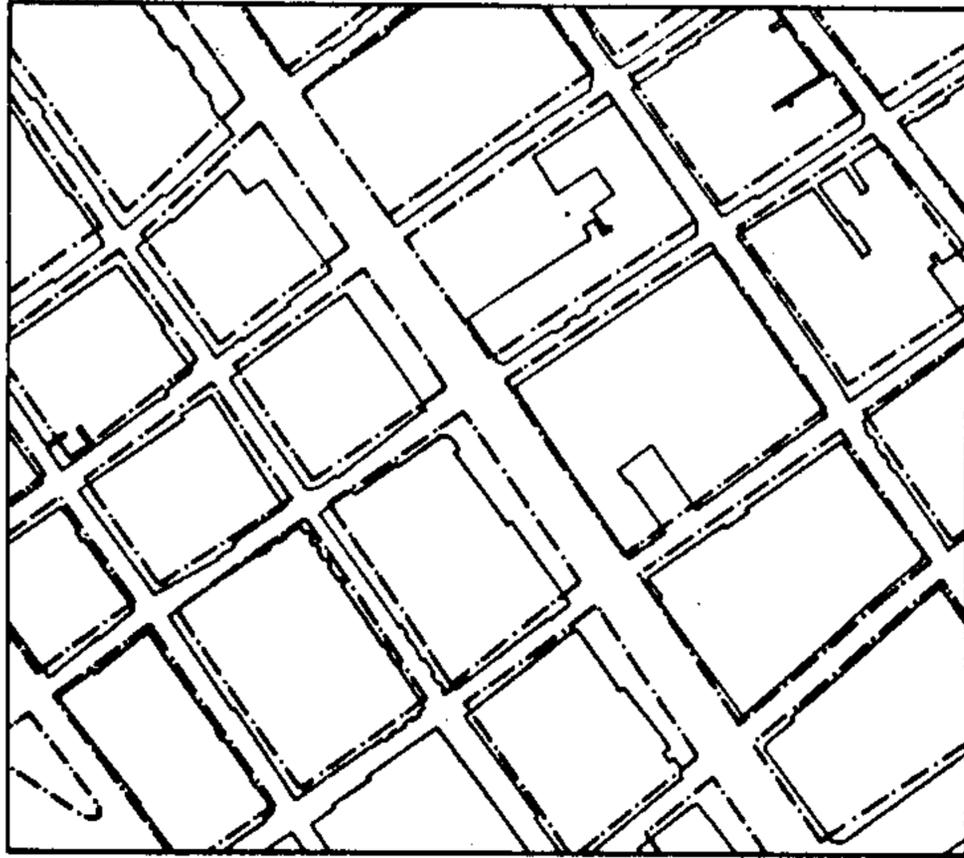
Qualquer que seja a definição da base cartográfica – e essa definição passa fundamentalmente pelos objetivos das várias secretarias, algumas necessitando do nível de detalhe apresentado nos mapas da EMPLASA, outras podendo mesmo se apoiar no GEOLOG – sempre deverá haver uma solução de compromisso entre os vários grupos que se consorciarão nos desdobramentos posteriores do protótipo.

Em relação à SVP, as informações contidas nos mapas da ELETROPAULO são suficientes para caracterizá-la como base para o Sistema de Informações Geográficas, porém podem não o ser para uma Secretaria de Fazenda onde os lotes e edificações são obrigatórios. Para a SVP, mais importante do que esses detalhes é o adensamento dos vértices de referência, permitindo uma locação mais acurada dos levantamentos topográficos da cidade, e criando condições para que em futuros aerolevantamentos tenha-se uma restituição mais precisa.

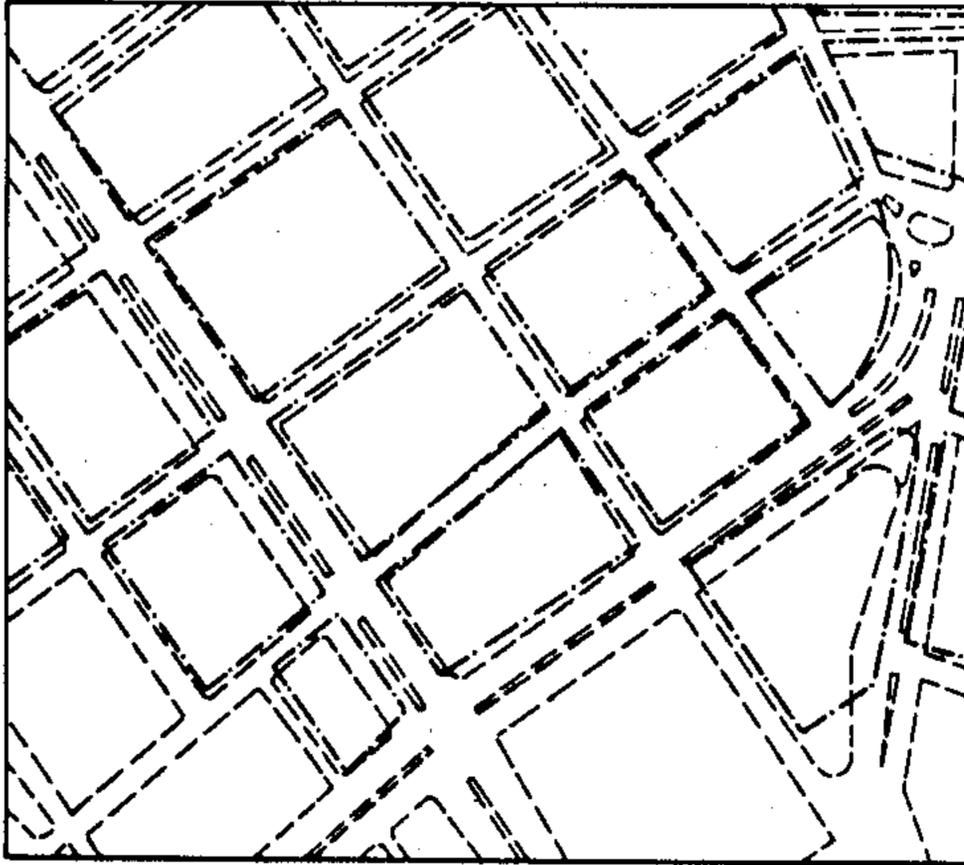
De qualquer maneira, sempre há a possibilidade de enriquecer uma base com o detalhamento posterior, utilizando-se algoritmos de ajustes como transformação afim, *spline* bi-cúbico e transformação polinomial, priorizando as áreas mais necessárias para detalhamento, eventualmente utilizando-se a técnica de vetorização sobre *raster* indicada anteriormente.

A definição de uma base única para o município de São Paulo é um objetivo que deve ser perseguido, mesmo que no momento atual ainda não seja factível, pois os fatores limitantes, como o tempo e custos, podem conduzir a soluções onde a existência de dados já digitais sobrepõe à qualidade, atualidade e riqueza de informações, como por exemplo a EMPLASA como base referencial e a ELETROPAULO, onde já existe um grande volume de cartas sob a forma digital.

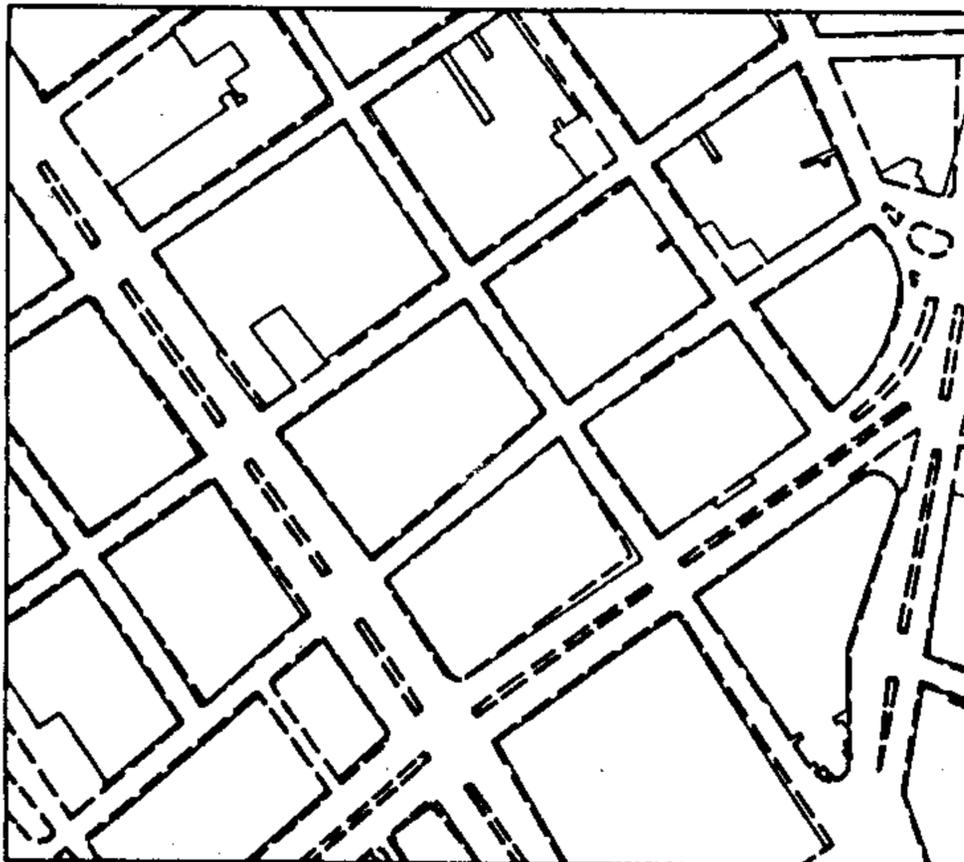
COMPARAÇÃO DE BASES CARTOGRÁFICAS



— EMPLASA
- - - GEOLOG



- - - ELETROPAULO
- . - GEOLOG



- - - ELETROPAULO
— EMPLASA

6 - FUNÇÕES IMPLEMENTADAS

No anexo III, estão descritas minuciosamente as várias funções implementadas no protótipo. Elas são apenas um exemplo da potencialidade do sistema; outras deverão surgir à medida que o usuário se familiarize com a aplicação.

As funções são acionadas por menus, que se estruturam segundo uma hierarquia de submenus, seguindo uma organização baseada nos vários temas contidos no protótipo.

Assim, foram implementadas funções para:

– importar e exportar dados;

tornar visíveis ou invisíveis as entidades;
editar dado gráfico;
editar dado alfanumérico;
introduzir a topologia;
recuperar seletivamente segundo critérios gráficos e alfanuméricos;
– executar análises espaciais como:
caminho ótimo;
área de influência;
distâncias acumuladas;
localização etc;
– plotar dados;
– gerar relatórios.

7 - TEMPOS E CUSTOS

7.1 - Geração da base

As experiências anteriores em implementação de Sistemas de Informações Geográficas, para gerenciamento de facilidades e administração municipal, mostram que a tarefa crítica é a geração das bases de dados que sempre envolve um prazo de vários anos e um custo que representa cerca de 60% do orçamento total de um projeto, nele incluído equipamento, *software* e desenvolvimento do sistema.

Os dados gerados pelo protótipo também apontam para essa direção. Assim, temos:

DIGITALIZAÇÃO: A digitalização via estações gráficas independentes, considerando a média da CPRM, CONVIAS 3 e COMPLASA, indicou para as entidades básicas representativas do espaço municipal, a partir dos mapas da EMPLASA na escala 1:2.000, os seguintes tempos:

	Digitalização	Edição	Total
Guia	2h	1h	3h
Face quadra	7h	17h	24h
Lote	27h	94h	121h
Edificação	38h	135h	173h
			TOTAL 321h

A introdução da topologia, já a nível da aplicação em si, demandaria mais 10 horas

de serviço, o que significaria, no total, cerca de 331 horas por folha ($\sim 1,0\text{km}^2$).

Como parâmetro de custo, pelos valores cobrados pela COMPLASA, considerando-se o valor médio do dólar em abril, de Cr\$ 252,35, temos:

FACE DE QUADRA + GUIAS:	US\$238
LOTES + EDIFICAÇÕES:	US\$1.240
TOTAL:	US\$1.478

O CCauEX, em serviço semelhante, cobrou o valor do serviço em US\$1.776,00 por folha. Se, no entanto, forem utilizados os mapas da ELETROPAULO na escala 1:1.000, onde apenas estão representadas as faces de quadra, o tempo para digitalização é de 5 horas, sendo 3 horas para a digitalização e 2 horas de edição e conserto, reduzindo também o custo para cerca de US\$60,00 por folha ($0,25\text{km}^2$), equivalendo a \sim US\$240,00 para a mesma folha da EMPLASA, só com quadra.

• VARREDURA (RASTERIZAÇÃO)

Quaisquer que sejam os métodos subsequentemente utilizados para vetorização, a primeira etapa consiste em varrer o mapa com um *scanner* cuja precisão em 250 bpi é suficiente para representar satisfatoriamente um mapa do tipo da EMPLASA.

Conforme indicado anteriormente, o tempo necessário para o processo é de cerca de 20 minutos.

Na definição de custos para esse serviço, foi consultado o CCauEX e a FADA, sendo fornecidos os seguintes valores por folha:

CCauEX: US\$323,00

FADA: US\$99,50

A discrepância de valores talvez seja devida à inexperiência do CCauEX nesse tipo de serviço, o que não ocorre com a FADA, que representa no Brasil os equipamentos GTX, devendo, portanto, a sua cifra simbolizar melhor o valor de mercado.

A partir dos dados rasterizados duas técnicas podem ser utilizadas, conforme indicado anteriormente:

– vetorização automática e vetorização sobre *raster*.

• VETORIZAÇÃO AUTOMÁTICA

Os tempos medidos para essa tarefa, executada nos equipamentos da SYSGRAPH, foram:

Rasterização em 250 dpi – 0:20h
 Edição de *raster* – 8h
 Vetorização automática – 2 – 3h
 Edição da vetorização – 14 – 18h

Quanto aos custos, o único parâmetro de avaliação é o fornecido pela FADA, onde na vetorização não estão incluídas separação de entidades e edição acurada, sendo os mapas tamanho A1, com nível de informação da EMPLASA cotados em US\$323,00; não foi possível avaliar a qualidade do serviço, uma vez que o primeiro mapa fornecido àquela empresa não apresentava a qualidade esperada pelo GTX. Outro mapa foi enviado porém a equipe até agora não recebeu o resultado.

• VETORIZAÇÃO SOBRE *RASTER*

Essa é a técnica indicada como a mais interessante entre todas para cartas com a complexidade gráfica daquelas da EMPLASA, quando é necessário que as quadras sejam definidas pelos alinhamentos prediais, e os lotes e edificações sejam também registrados.

O tempo para esse processo como já indicado, é:

	Digitalização	Edição	Total
Gula	2h	–	2h
Face quadra	12h	10h	22h
Lote	24h	15h	39h
Edificação	33h	20h	53h
			TOTAL 116h

Nota-se que a redução para 1/3 do tempo, quando comparado ao método de digitalização convencional, é função primordialmente da edição, que nessa técnica é bastante simplificada.

Apesar de se ter utilizado a própria aplicação para teste do método, em nível de produção é mais racional a utilização de estações independentes, baseadas em micro.

7.2 - Equipamentos e Softwares

Independentemente dos desdobramentos posteriores do protótipo, dois tipos de arquitetura de equipamento, com os respectivos *softwares*, são possíveis de serem especificados: estações baseadas em microcomputadores e estações baseadas em equipamentos RISC.

A primeira configuração foi a utilizada no protótipo, uma vez que somente agora existe no mercado brasileiro a segunda opção.

Utilizando-se estações baseadas em

microcomputadores, tipo VILLARES 311G, a possibilidade de processamento local na própria SVP é praticamente inexistente, pois, na realidade, essas estações se comportam como terminais remotos de um computador central, onde a aplicação e as bases de dados estão implantadas.

Essa opção significa cerca de US\$ 20.000,00 por estação, que devem ser acrescentados aos custos de processamento do equipamento central de grande porte.

Na segunda opção, existe uma capacidade de processamento local, que, dependendo da aplicação e do volume da base de dados, não necessita e/ou minimiza a utilização de equipamento central de grande porte, tendência essa que hoje predomina no mercado como melhor solução.

No entanto, os custos iniciais são mais significativos, representando para uma estação tipo RS/6000, com 1 gigabyte de arquivamento em disco, e o *software* necessário, cerca de US\$120.000,00; no entanto, essa estação pode ser o núcleo inicial de uma rede local, onde outros equipamentos de menor valor podem ser acoplados.

Esses dados mostram a ordem de grandeza dos custos e tempos envolvidos para a implementação de um Sistema de Informações Geográficas para uma administração municipal.

Suponhamos um pequeno exercício aritmético, admitindo-se:

- . digitalização de quadras a partir da base cartográfica da ELETROPAULO, constituindo-se em cerca de 5.000 mapas;

- . utilização das bases cartográficas digitais da ELETROPAULO, significando cerca de 30% da área, ou seja 1.500 mapas;

Só a digitalização restante representa cerca de $3.500 \times 5 = 17.500$ horas de serviço. Admitindo-se ainda 200/h/mês por equipe de digitalização (8 horas diárias), teríamos cerca de 88 meses para término do serviço.

Porém, se entidades mais complexas forem introduzidas, como lotes e edificações esses valores podem ser multiplicados por 10, mesmo utilizando-se técnicas como vetorização sobre *raster*.

Assim, qualquer exercício leva a cifras bastante significativas. O que se quer destacar é que a introdução de um Sistema de Informações Geográficas é um trabalho cooperativo entre vários órgãos, dentro de um planejamento global, a fim, de minimizar o tempo e os custos em implantá-lo, pois são anos e alguns milhões de dólares para se atingir um produto que permita uma gerência efetiva sobre o espaço urbano de um município como São Paulo.

Apesar desses números, maior ou menor conforme os objetivos e os grupos que participam do protótipo, não se pode admitir o imobilismo, pois mais cedo ou mais tarde ter-se-á de implantar uma tecnologia como essa para integrar os dados e permitir um suporte efetivo para apoio à decisão na solução dos problemas urbanos.

8 - CONCLUSÕES

A equipe do protótipo acredita que tenha atingido seu objetivo. Hoje, muitos técnicos dos vários órgãos da prefeitura tem uma noção do que é um Sistema de Informações Geográficas (GIS - *GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM*), o que é um Sistema de Mapeamento Automático e Gerenciador de Facilidades (AM/FM - *AUTOMATED MAP FACILITY MANAGEMENT*) e o que é um Desenho Apoiado por Computador (CAD - *COMPUTER AIDED DESIGN*), através das várias demonstrações do protótipo realizadas pelos técnicos da SVP.

Essa conotação de motivação através de uma aplicação real, como é o protótipo, com dados dos vários órgãos da prefeitura, permite que em seus futuros desdobramentos já haja uma cultura mais uniforme na definição dos objetivos individuais em relação à estrutura maior de um sistema integrado para apoio à decisão, como é o caso de qualquer proposta de Sistemas de Informações Geográficas.

Sob esse aspecto, é importante salientar que os próximos desdobramentos devem reanalisar alguns temas, melhor definir entidades e atributos, estabelecer compromissos de alimentação e atualização dos itens relativos a cada órgão da prefeitura que se associarem ao Projeto.

Com esse fim, é necessário retomar-se esquemas clássicos de desenvolvimento de sistemas, principalmente para Sistemas de Informações Geográficas, como o sugerido pela ESRI, compreendendo as fases:

- Análise das informações necessárias à tomada de decisão: através de entrevistas, revisão da documentação, desmembramento da informação e especificação dos dados.
- Avaliação e categorização das bases de dados existentes: através da análise dos mapas existentes, do processo de coleta dos dados, da criação de um dicionário de dados e de uma avaliação e catalogação dos dados existentes.
- Especificação das novas bases de dados: através de uma reclassificação das entidades e atributos, da resolução e das escalas dos mapas e informações existentes, da frequência de atualização e dos procedimentos de coleta.
- Especificação dos elementos do sistema: indicando os *softwares* e equipamentos necessários e os arranjos institucionais para o fluxo da informação.

Essas etapas, dentro de um arcabouço de um plano de desenvolvimento e implementação, com a definição das várias tare-

fas, cronograma, orçamento e recursos humanos, permitirão um gerenciamento efetivo na implantação do sistema.

O formalismo sugerido é importante, pois a implantação de um sistema para um município do tamanho e da complexidade de São Paulo, comparando-o com outras cidades no mundo, que vêm implementando essa tecnologia, é um processo de duração maior que cinco anos e que não deve estar sujeito a injunções outras que não aquelas de caráter técnico.

O protótipo, conforme concebido e contratado, foi o impulso inicial, o motivador, o laboratório que deve continuar, porém com uma outra visão, fundamentalmente a partir de desenvolvimento próprio dentro da prefeitura, com a alocação de analistas de sistemas e programadores que, junto com as equipes usuárias, implementem as novas aplicações; mais ainda, que a SVP, através do treinamento fornecido e participação em todas as etapas do protótipo, possui a capacitação necessária para orientar e/ou gerenciar quaisquer de seus desdobramentos futuros.

Excluindo essas considerações, de caráter metodológico, é nítido para a equipe que:

- **Referencial cartográfico:** face à sua atualidade, representando um levantamento aerofotogramétrico realizado no período de 1986-1989, e à existência de cerca de 30% da restituição em forma digital, indica-se o levantamento da ELETROPAULO como a melhor opção para referencial cartográfico, complementado quando necessário, pelos mapas da EMPLASA.

- **Captura e conversão de dados:** a técnica que se mostrou mais produtiva é a vetorização manual sobre *raster*, significando para entidades complexas, como lotes e edificações, uma redução de 2/3 no tempo gasto para o serviço, o que representa cerca de 120 horas para uma folha da EMPLASA. Temas como redes de drenagem, água, esgoto são digitalizados diretamente na aplicação, significando cerca de 3 horas

para cada uma, incluindo a aplicação de símbolos.

A conversão de arquivos gráficos digitais, tanto o GEOLOG quanto os da ELETROPAULO não apresentam maiores dificuldades, sendo a topologia introduzida posteriormente no próprio sistema.

Quanto à conversão de cadastros alfanuméricos, o mais importante é o CADLOG, onde estão contidas informações sobre as quadras e logradouros, o qual a equipe não teve acesso apesar das várias tentativas da SVP em conseguir as necessárias autorizações.

- **Software:** a utilização do MAXICAD para captura do dado gráfico foi a ferramenta principal, sendo o seu uso absorvido facilmente pela equipe da SVP.

Quanto à aplicação em si, o GPG mostrou que é possível se gerar um produto adaptado às necessidades do usuário e à sua cultura interna, tendo a equipe da SVP assimilado sua plena utilização, como demonstram as várias apresentações realizadas do protótipo, e mesmo a alimentação de outros dados fora da área definida para ele.

Dependendo dos desdobramentos posteriores do protótipo, talvez haja necessidade de se avaliar a utilização de outros produtos da tecnologia GFIS, como um gerenciador mais possante de bases de dados (GEOMANAGER) para aplicações, onde a recuperação por atributos não-gráficos, a maior flexibilidade na configuração dos equipamentos para os usuários e mesmo o uso setorizado das bases de custódia possam ser mais facilmente implementados.

- **Equipamentos:** a utilização de estações gráficas tipo VILLARES V311, conectadas remotamente a equipamento central, é uma solução que tende a ser substituída pelas novas estações RISC, como por exemplo algum modelo da série IBM RS/6000, que pela *performance* e capacidade de armazenamento abre uma grande possibilidade de desenvolvimento descentralizado, servindo o equipamento

central apenas como um grande gerenciador das bases de custódia.

Essas novas plataformas, cujo custo gira em torno de US\$120.000,00, permitem que a aplicação desenvolvida para a SVP seja nela instalada, pois o *software* básico para SIG dessas instalações (GeoGPG) é totalmente compatível com aquele do equipamento central (GPG), sendo o esforço para essa migração praticamente irrelevante.

Finalizando, cabe ressaltar que o Protótipo de Sistemas de Informações Geográficas da Secretaria de Vias Públicas é hoje um ponto de referência para outros projetos que vêm sendo executados em várias prefeituras, conforme atestam as várias consultas feitas a CONVIAS e à própria CPRM sobre desenvolvimentos conjuntos e consultorias, fruto também da ampla divulgação feita pela equipe da CONVIAS 3 e da própria IBM.

APÊNDICE

Siglas e empresas citadas

ARC-INFO – Produto da ESRI – Representado no Brasil pela GEMPI

AUTOCAD – Produto da AUTODESK – Representado no Brasil por vários fornecedores

CCauEX – CENTRO DE CARTOGRAFIA AUTOMÁTICA DO EXÉRCITO – Estrada do Contorno s/nº – Km 45, Sobradinho – Brasília

COMPLASA – COMPUTAÇÃO E PLANEJAMENTO S/A – Av. Almirante Frontin, 381 – Ramos – Rio de Janeiro

CONVIAS 3 (Div./SVP) – Depto. de Controle do Uso de Vias Públicas – Av. Ipiranga, 795 – 9º andar – Centro – São Paulo

CPRM/RIO – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – Av. Pasteur 404 – Praia Vermelha – Rio de Janeiro

CPRM/SP – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – Rua Domingos de Moraes, 2463 – São Paulo

DATANAV – ENGENHARIA LTDA. – Rua Jaguarão, 836 – Chácara Reunidas – São José dos Campos – SP – 0123-31-8644

DHN – DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO – Rua Barão Jaceguai, s/nº – Niterói – RJ

DIGITOMAPAS AEROLEVANTAMENTO S/A – Rua Major Sertório, 209 – São Paulo – 011-2218000/2313550

EMPLASA – EMPRESA METROPOLITANA DE PLANEJAMENTO DA GRANDE SÃO PAULO S.A. – Rua Florido, 1703 – Brooklin – São Paulo

ELETROPAULO – ELETRICIDADE DE SÃO PAULO S.A – Rua Alfredo Egídio de Souza Aranha, 100 – São Paulo

ESRI – ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. – 380 New York Street, Redlands, California 92373.

FADA SOLUÇÕES – Rua Cerro Corá, 1208 – Vila Madalena – São Paulo

GEMPI – GESTÃO EMPRESARIAL E INFORMÁTICA S/C LTDA. – Rua Mourato Coelho, 208 – São Paulo

GTX – Representado no Brasil pela FADA SOLUÇÕES

ICA – INSTITUTO CARTOGRÁFICO DA AERONÁUTICA – 297-5322 (Aeroporto Santos Dumont)

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – Av. Brasil, 15.671 – Parada de Lucas – Rio de Janeiro – RJ

IBM – INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E SERVIÇOS LTDA – Av. Rio Branco 1 – Centro – Rio de Janeiro

MAXICAD – Produto da MAXIDATA

MAXIDATA – TECNOLOGIA E INFORMÁTICA LTDA. – Curitiba - PR – 041-225-2010

MGE – Produto da INTERGRAPH – Representado no Brasil pela SYSGRAPH

PRODAM – Companhia de Processamento de Dados do Município de São Paulo – Parque Ibirapuera, Pavilhão Engº Armando de Arruda Pereira – São Paulo

SVP – SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS – Av. Ipiranga, 795 - 9º andar – Centro – São Paulo

SYSGRAPH LTDA – Rua Estados Unidos, 116 – Jardim América – São Paulo

UFRJ – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – Ilha do Fundão - Rio de Janeiro

VILLARES CONTROL S/A – Rua Luiz Gama, 645 – Cambuci – São Paulo