

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA HUMANA

RICARDO SALEIMEN NADER

**O servidor de mapas da prefeitura de Taboão da Serra – SP: uma proposta de  
implantação.**

São Paulo

2008

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

**O servidor de mapas da prefeitura de Taboão da Serra – SP: uma proposta de  
implantação.**

RICARDO SALEIMEN NADER

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Departamento de Geografia da Faculdade  
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas  
da Universidade de São Paulo, para  
a obtenção do título de Mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia Humana  
Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Paul Perez Machado

São Paulo

2008

## DEDICATÓRIA

*À Anna, minha querida Mãe, sempre devota e carinhosa, que me mostrou desde pequeno o valor do conhecimento, e a quem devo muitos dos sucessos obtidos em várias dimensões da vida.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Reinaldo P. Perez Machado, meu orientador, com quem aprendi as primeiras noções de Geoprocessamento e Análise Espacial. Agradeço pelo apoio e críticas construtivas, que muito me ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

À Luciana Nascimento, minha colega de graduação e pós-graduação, sempre atenciosa e interessada nos aspectos ligados ao tema desenvolvido, a quem devo a oportunidade de desenvolver o objetivo principal desta dissertação.

Ao geógrafo Msc. Fernando Kawakubo, amigo de anos, com quem compartilhei bons momentos no Departamento de Geografia da USP, seja a nível acadêmico ou pessoal.

À geógrafa Msc. Rúbia Morato, amiga atenciosa, sempre interessada em me auxiliar nos temas ligados ao universo da Geografia.

Ao Prof. Dr. Ailton Luchiari, pelas críticas construtivas no exame de qualificação.

Ao Prof. Dr. Alfredo Queiroz, pelas sugestões ao tema, no exame de qualificação.

Enfim, a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

NADER, R. S. **O servidor de mapas da prefeitura de Taboão da Serra – SP: uma proposta de implantação.** 2008. 106 f. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Foi estruturado um modelo de servidor de mapas, na plataforma MapGuide, capaz de disseminar eletronicamente os dados geoespaciais gerados pela Prefeitura de Taboão da Serra – SP. O projeto de servidor visou duas finalidades principais: implementar este tipo de tecnologia ao analista responsável pelo projeto, no âmbito da Prefeitura, e; tornar a dissertação um guia teórico-metodológico introdutório a profissionais da Cartografia e Geociências, não especializados com este ramo das geotecnologias. O serviço de disseminação foi configurado para servir dados geoespaciais diretamente a navegadores de rede, servidores FTP e Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Para estes últimos, foram utilizados recursos de acesso a dados localizados em servidores de mapas remotos, por meio dos serviços de *Web Mapping Service* (WMS) e *Web Feature Service* (WFS). Enquanto a disseminação em navegador de rede pode alcançar usuários não especializados com este campo das geotecnologias, a utilização de servidores FTP, serviços WMS e WFS remotos, favorece usuários técnicos das Geociências e Cartografia.

Comparou-se as funcionalidades do MapGuide, a SIG de primeira e segunda geração, com funções topológicas completas. Concluiu-se que o servidor de mapas não possuía a mesma capacidade de análise espacial dos SIG topológicos.

Palavras-chave: Geoprocessamento. SIG. Servidor de Mapas. *Web Mapping*. Análise Espacial.

## ABSTRACT

NADER, R. S. **The municipal government of Taboão da Serra – SP web mapping: an implementation proposal.** 2008. 106 f. Master's degree dissertation. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

A Web Mapping application built on MapGuide was designed to digitally serve the municipal government of Taboão da Serra – SP geospatial data. There were two aims related to the application project: to implement the technology to the analyst responsible for the project, and; to develop the project content as an introductory theoretical-methodological guide to geoscientists and cartographers not specialized in the internet mapping field. The geospatial data dissemination services were configured to web browsers, FTP servers and Geographic Information Systems (GIS). For these last, data access resources to remote spatial servers were used, via Web Mapping Services (WMS) and Web Feature Services (WFS).

While the web browser data dissemination is suitable for non-technicians, the FTP server, WMS and WFS resources, are best suitable for GIS analysts.

A comparison between MapGuide functionalities with other first and second generation topological GIS softwares was performed. The conclusion revealed the web mapping application didn't have the same spatial analysis capabilities as the topological GIS.

Key-words: Geomatics. GIS. Spatial DBMS. Web Mapping. Spatial analysis.

# SUMÁRIO

<b>Resumo</b> .....	i
<b>Abstract</b> .....	ii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	01
Objetivos .....	04
Metodologia .....	05
Materiais e Técnicas Empregados .....	06
<b>2. CAPÍTULO 2 – MODELOS DE DADOS PARA SERVIDORES DE MAPAS</b>	
2.1 Dados e Informações .....	07
2.2 Estrutura dos Dados Geoespaciais .....	09
2.2.1 Pontos, Linhas e Áreas .....	09
2.2.2 Definição de Mapa .....	09
2.3 Dados Geográficos no Computador .....	11
2.3.1 Representações Computacionais de Dados Geográficos .....	11
2.3.2 Estrutura Matricial .....	11
2.3.3 Estrutura Vetorial .....	12
<b>3. CAPÍTULO 3 – ANÁLISE DOS DADOS GEOESPACIAIS PROVENIENTES DA PREFEITURA DE TABOÃO DA SERRA – SP</b>	
3.1 Análise Cartográfica dos dados geoespaciais de Taboão da Serra - SP .....	16
3.1.1 Dados Matriciais .....	16
3.1.2 Dados Vetoriais .....	17
3.2 Justaposição dos <i>Layers</i> Matriciais e Vetoriais .....	19
3.3 Transformação de Coordenadas .....	23
<b>4. CAPÍTULO 4 – SISTEMAS GERENCIADORES DE BANCO DE DADOS – CONVENCIONAIS E ESPACIAIS</b>	
4.1 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados .....	27
4.1.1 Banco de Dados Espaciais – SIG e CAD .....	27
4.2 Arquitetura de Sistemas de Informação baseados na <i>Web</i> .....	30
4.3 Servidor de Mapas MapGuide .....	32

<b>5. CAPÍTULO 5 – TEORIA DA DISSEMINAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS NA WWW</b>	
5.1 Mapas Estáticos em formato de imagem .....	34
5.2 Mapas gerados a partir de formulários .....	35
5.3 Navegação baseada em mapas-chave .....	37
5.4 Transmissão de dados vetoriais .....	38
<b>6. CAPÍTULO 6 – MODELANDO E PUBLICANDO DADOS NO MAPGUIDE</b>	
6.1 Aspectos Teóricos .....	40
6.1.1 Aspectos Operacionais .....	40
6.1.2 <i>Labels</i> .....	49
6.1.3 Sistema de Impressão .....	51
<b>7. CAPÍTULO 7 – DISSEMINANDO DADOS COM O MAPGUIDE – PROCEDIMENTOS AVANÇADOS</b>	
7.1 Disponibilizando os arquivos geoespaciais originais .....	53
7.1.1 Disseminando dados geoespaciais por meio de WMS .....	56
7.1.2 Disseminando dados geoespaciais por meio de WFS .....	65
<b>8. CAPÍTULO 8 – RELAÇÕES E ANÁLISES ESPACIAIS EM SERVIDORES DE MAPAS E SIG</b>	
8.1 Relações Espaciais .....	70
8.2 Análise Espacial .....	72
8.3 Breves Considerações à Equipe de Cartografia da Prefeitura de Taboão .....	84
<b>9. CAPÍTULO 9 – PROBLEMAS TÉCNICOS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS</b>	
9.1 Problemas de importação e conexão a arquivos <i>Raster</i> .....	85
9.1.2 Convertendo os arquivos ESRI Shape para KML .....	85
9.1.3 Direcionando o Google Earth para o Servidor de Mapas .....	93
9.2 Problemas de conexão do MapGuide ao WFS, para a alimentação interna de dados .....	97
<b>10. CAPÍTULO 10 – RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	99
<b>11. CAPÍTULO 11 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	102
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	104



## INTRODUÇÃO

Cada vez mais, estamos assistindo a acelerada transformação tecnológica envolvendo os dados geoespaciais<sup>1</sup>.

Por milhares de anos confinados apenas à dimensão analógica (incluem-se aí, desde blocos de argila representando cidades da antiga Mesopotâmia, aos mapas da idade moderna em papel), mais recentemente esses dados foram incorporados à dimensão digital dos sistemas especialistas. Se a era digital proporcionou um ganho na agilidade de confecção, edição, atualização, precisão/exatidão dos projetos, além da possibilidade de realização de complexas análises espaciais envolvendo esses dados, a questão do afastamento do público não-especialista, porém, se manteve, uma vez que sua estrutura complexa de formatação (como a utilização de projeções cartográficas, sistemas geodésicos de referência, sistemas de coordenadas, questões de escala e generalização, conversões de dados, entre outras), permaneceu. Sem dúvida, se estas questões já exigem grandes esforços intelectuais e operacionais do pessoal especializado, quanto mais exigiriam de um público não-especializado?

Nesta linha de pensamento, lembra Decker (2001) que é muito mais simples criar um arquivo matricial (como um JPEG<sup>2</sup>, por exemplo) representando uma informação geográfica e fornecê-lo ao usuário, do que este ter que manipular complexos Sistemas de Geoprocessamento<sup>3</sup>, a fim de obtê-las. A maioria dos usuários não necessita saber detalhes sobre formatos de arquivos ou projeções cartográficas; o que estes precisam, sobretudo, é da apresentação dos dados numa forma de pronta-visualização e de utilização facilitada.

Com o advento da *World Wide Web* (WWW)<sup>4</sup>, os dados geoespaciais ganharam uma nova forma de disseminação.

Sua estrutura adaptou-se ao contexto deste novo sistema de informação, sendo consideravelmente simplificada, possibilitando o amplo acesso dos usuários interessados.

Nesse recente meio digital multimídia, como afirmam Kraak e Brown (2001), além da

- 
- 1 Segundo Worboys e Duckham (2004, p.2), o termo geoespacial significa *referenciado geograficamente*, e diz respeito a um tipo de dado espacial que está relacionado à superfície do planeta. No contexto desta dissertação, utilizaremos os termos *geoespacial* e *geográfico* como sinônimos.
  - 2 *Joint Photographic Experts Group* (JPEG) é um formato digital de arquivo de compressão de imagens, utilizado na maioria dos aplicativos que lidam com imagens.
  - 3 Criamos esta noção *Sistemas de Geoprocessamento*, para indicar o principal conjunto de aplicativos especialistas que está diretamente ligado ao Geoprocessamento. Estão inclusos nesta categoria, principalmente, os SIG, os CAD e os Servidores de Mapas. Pormenores sobre eles, estão descritos no capítulo 4, que trata dos Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados – Convencionais e Espaciais.
  - 4 A WWW é um sistema de informação formado por *dados* (as páginas eletrônicas), por *máquinas* (servidores de rede) e pelas *pessoas* ao redor do mundo, que utilizam seus procedimentos internos para a manutenção de informações neste sistema. Sistema de Informação, por sua vez, é uma associação dinâmica entre pessoas, máquinas, dados e procedimentos para coletar, gerenciar e distribuir informações relevantes a indivíduos ou instituições. (Op. Cit., 2004, p.2).

possibilidade de serem disponibilizados com as mesmas características que apresentariam em meio analógico, os mapas teriam acrescentados a si, a capacidade de remeter a outras informações importantes, como fotografias, textos, sons e mesmo outros mapas, dos lugares que representariam.

Além dos atributos acima descritos, a WWW apresentaria outras características importantes para a visualização e disseminação de dados geoespaciais, entre elas:

- sua relativa independência entre plataformas computacionais (uma vez que pode ser visualizada por dispositivos PC, MAC, PDA, Telefones celulares, etc);
- capacidade de alcançar um número elevado de usuários, inclusive simultâneos;
- sua fácil capacidade de atualização, e;
- os dados geoespaciais neste meio apresentariam a potência de serem disponibilizados interativa e dinamicamente, possibilitando novas técnicas de mapeamento e uso, não registradas na Cartografia analógica convencional.

É desse contexto que surgiu a idéia desta dissertação: implementar uma proposta de servidor de mapas<sup>5</sup> para o setor de Cartografia de uma Prefeitura, a fim de que os munícipes e demais públicos interessados, tenham acesso aos dados geográficos digitais disponíveis nesta instituição.

Dividiremos esta dissertação em 11 capítulos.

No capítulo 2, serão descritos os conceitos pertinentes aos entes *dados e informações*, e sua estrutura interna no universo de um aplicativo de servidor de mapas.

No capítulo 3, será realizada a análise cartográfica dos dados recebidos da Prefeitura de Taboão da Serra-SP.

O capítulo 4 ficará encarregado de explicar, globalmente, os conceitos fundamentais de banco de dados espaciais e não-espaciais, de sistemas de informação baseados em *Web* e suas relações com os servidor de mapas adotado para este trabalho.

O capítulo 5 tratará dos aspectos conceituais necessários ao entendimento da disseminação básica de dados geoespaciais por meio de servidores de mapas.

Em seguida, no capítulo 6, apresentaremos os procedimentos de modelagem de dados geoespaciais no MapGuide.

No capítulo 7, exemplificaremos métodos avançados de entrada e saída de dados geoespaciais em servidores de mapas e SIG.

No capítulo 8, apresentaremos metodologias e recursos de análise espacial envolvendo o

---

<sup>5</sup> Servidor de mapas (também conhecido por servidor de dados geoespaciais, *Web Mapping*, *Internet Mapping* ou *Web GIS*), é um aplicativo que possui diversos recursos para a disseminação de dados geoespaciais na WWW. Maiores detalhes sobre este sistema, serão dados ao longo de todo o trabalho.

servidor de mapas configurado e os SIG.

No capítulo 9, indicaremos algumas soluções técnicas alternativas a erros apresentados pelo sistema MapGuide.

No capítulo 10, compilaremos os resultados obtidos nos diversos capítulos deste trabalho.

E, finalmente, no capítulo 11, estabeleceremos as considerações finais para esta dissertação.

## OBJETIVOS

O objetivo principal é estruturar o modelo de um servidor de mapas, em ambiente computacional, capaz de disseminar eletronicamente os dados geoespaciais produzidos pela Prefeitura Municipal de Taboão da Serra – SP, de maneira eficiente, visando a facilitação na implantação do servidor, para o analista responsável pelo projeto.

Em decorrência do objetivo acima estabelecido, queremos também apresentar, como finalidade secundária deste trabalho, um guia introdutório ao universo de um servidor de mapas, a analistas das Geociências e Cartografia, não especializados com este ramo das geotecnologias.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada buscou, num primeiro momento, apresentar as principais questões técnicas relacionadas à estruturação do servidor de mapas e seus temas correlatos, trabalhando-as conceitualmente, na seqüência da exposição.

Assim, esses conceitos (ligados ao campos do Geoprocessamento, Cartografia e Informática, sobretudo) foram desenvolvidos à medida que as considerações técnicas, exigidas pelo aplicativo, surgiram. Com isto, buscamos imprimir à dissertação, um desenvolvimento lógico, sintético e integrador.

Dada a natureza multidisciplinar da temática desenvolvida, acreditamos que a adoção deste método seja útil, a fim de apresentar ao analista responsável pelo projeto do servidor de mapas (bem como aos demais técnicos e usuários interessados), a gama de conceitos e recursos operacionais necessários, para implementar e utilizar as diversas funções inerentes a um aplicativo dessa natureza.

## MATERIAIS E TÉCNICAS EMPREGADOS

Os dados geoespaciais utilizados neste trabalho, são provenientes e pertencentes a Prefeitura Municipal de Taboão da Serra – SP, e foram gerados, adquiridos e/ou editados exclusivamente no âmbito desta instituição. Todos os dados utilizados foram inclusos na autorização de uso e manipulação, concedida pelo Prefeito em gestão no ano de 2006, Evilásio Farias, e também pela chefe do Departamento de Cartografia da Prefeitura de Taboão da Serra, Luciana Nascimento.

Foi utilizado o sistema operacional Windows XP, versão Home Edition, na plataforma PC.

Foram utilizados, no âmbito dos *softwares* de uso livre, o Mapguide Open Source 1.2.0 e suas extensões (incluído aí, o Servidor Apache versão 2.0.55.0), provenientes da OSGEO (*Open Geospatial Foundation*), o *software* de visualização de dados geoespaciais FreeView versão 10, da PCI Geomatics, o *software* AccuGlobe 2004 da DDTI Inc., o ArcExplorer da ESRI Inc, o TerraView (desenvolvido em conjunto pelo INPE, Tecgraf PUC-Rio e FUNCATE), o Quantum GIS e o gvSIG (estes dois últimos, em conjunto com o MapGuide Open Source 1.2.0, licenciados publicamente na GLP – *General Public License*).

No âmbito dos *softwares* proprietários, foram utilizados o AutoDesk MapGuide Studio 2007, com licença de avaliação livre de 60 dias, proveniente da AutoDesk Inc, e o FME 2007, proveniente da Safe Software Inc, com licença de 14 dias de uso.

Não foram descritos, neste trabalho, os procedimentos de instalação dos sistemas utilizados.

O aplicativo de servidor de mapas, objeto desta dissertação, foi instalado e modelado exclusivamente na máquina do autor. Posteriormente, uma vez realizada a defesa, o trabalho final será enviado à Equipe de Cartografia da Prefeitura de Taboão da Serra -SP, para servir de apoio a analistas e técnicos responsáveis pela instalação do servidor de mapas e publicação dos dados geoespaciais, no âmbito desta instituição.

## CAPÍTULO 2

### MODELOS DE DADOS PARA SERVIDORES DE MAPAS

Os Servidores de Mapas são alimentados pelos dados geoespaciais gerados pelos Sistemas de Geoprocessamento. É útil, portanto, antes de demonstrarmos sua entrada no servidor de mapas, apresentarmos uma breve consideração a seu respeito, tanto no que tange à sua concepção teórica, quanto à sua estrutura interna.

#### 2.1 DADOS E INFORMAÇÕES

Para Decker (Op. Cit., p. 122), o termo *dado* é utilizado, geralmente, para a descrição de fatos básicos. Estes dados podem ser a localização de um fenômeno natural qualquer ou a definição de uma cota altimétrica, por exemplo. Ao serem utilizados, *inteligentemente*, estes dados podem ser entendidos como *informação* e têm a capacidade de auxiliar na formação de conclusões diversas.

Worboys e Duckham (2004), por sua vez, estabelecem que a *Teoria do Canal* de Shannon e Weaver tem sido a dominante, no campo das teorias das informações. Segundo esta teoria, a *informação* é uma *mensagem* trafegada ao longo de um *canal*, por meio de um *sinal* gerado numa *origem*, até um *destino*. A mensagem é enviada da origem por um transmissor e entregue a um receptor, em seu destino final. No caminho da transmissão, o sinal pode sofrer degradação, o que resulta num *ruído*. Esta teoria foi desenvolvida como recurso teórico auxiliar para a análise de informações trafegadas em cabos telefônicos mas, segundo os autores, possui aplicações mais amplas, como na área de servidores de mapas. Como exemplo, as informações sobre uma rota até determinado lugar, podem ser transportadas por meio de um mapa digital, transmitido de um servidor de dados geoespaciais para um computador pessoal de um turista, por meio de conexões sem fio. Neste caso, a *origem* é o servidor, e a *mensagem* com a rota até o lugar estabelecido, é enviada para um *receptor* no computador pessoal, usando a tecnologia de conexão à rede, sem fio. Caso haja degradação do sinal sem fio, por condições técnicas ou ambientais (limitações de conexão por problemas de *hardware*; excesso de construções; presença de mata densa, etc), passa a existir o *ruído*. O modelo de Transmissão de Informação de Shannon e Weaver, está esquematizado na figura a seguir:

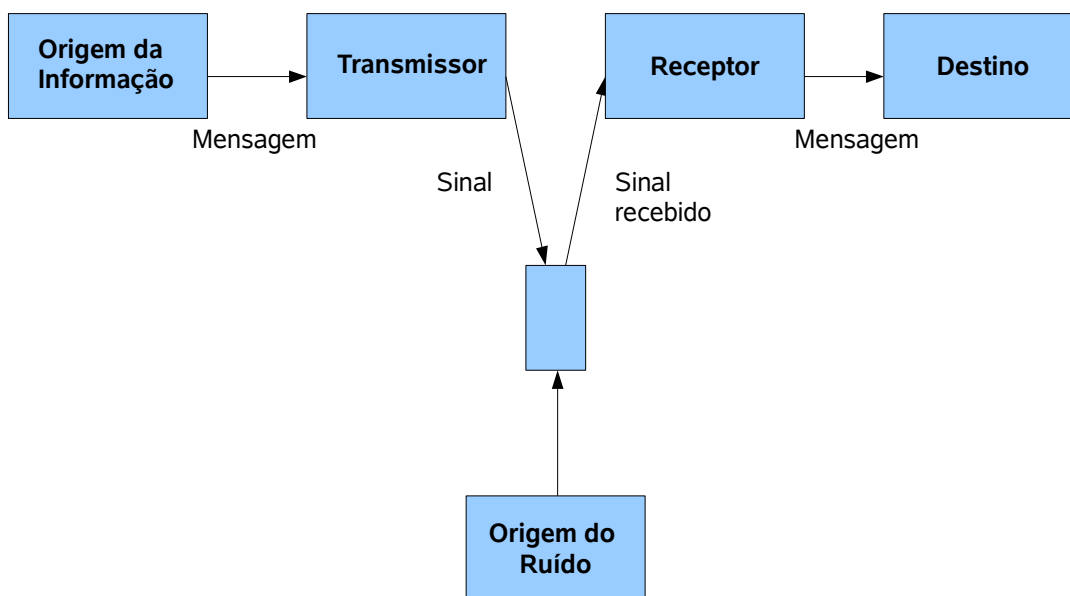


Figura 1. Modelo de informação de Shannon e Weaver. Fonte: adaptado de Worboys e Duckham (2004).

Neste modelo, a diferença entre *dado* e *informação*, não é explícita.

Para o contexto desta dissertação, contudo, adotaremos a seguinte estrutura: o *dado* será entendido como um ente que preexiste à *informação*, posto que esta última tem sua concepção quando uma série de dados são organizados, processados e analisados, segundo metodologias específicas, visando atingir objetivos variados.

Isto significa, portanto, que para o universo de um servidor de mapas, é necessária a entrada de *dados* no sistema, afim de que, após processados analógica, analítica ou digitalmente (o que correspondem, respectivamente, a três diferentes metodologias de análise), estes dêem origem às *informações*. No capítulo 8, trataremos mais detalhadamente sobre estas questões metodológicas citadas, na apreensão de certos tipos de relações espaciais utilizadas em Sistemas de Geoprocessamento.



## 2.2 ESTRUTURA DOS DADOS GEOESPACIAIS

Burrough (1989) nos oferece uma descrição detalhada dos modelos de dados para Sistemas de Geoprocessamento. Começa estabelecendo que, ao contrário de dados manipulados em outros Sistemas de Informação, os dados geográficos possuem uma complicação inerente pelo fato de terem que incluir, em si mesmos, informações sobre posição (referenciada a um sistema de coordenadas, isto é, georreferenciada), possíveis conexões topológicas<sup>6</sup> e atributos de objetos representados.

Assim “*the topological and spatial aspects of geographical data processing distinguish systems designed for graphics and mapping from those other modern data processing systems such as those used for banking, library searches, airline bookings or medical records.*” (Burrough, 1989, p.13).

### 2.2.1 Pontos, Linhas e Áreas

Na seqüência, o autor afirma que todo dado geográfico pode ser reduzido em três conceitos topológicos básicos: o ponto, a linha e a área, significando portanto que todo fenômeno ou objeto geográfico poderia, em princípio, ser representado por estas primitivas gráficas, mais um rótulo (*label*), descrevendo o que o fenômeno ou objeto é. Como exemplo dado, uma seção de estrada poderia ser representada por uma entidade “linha” que consistisse numa coordenada X,Y inicial e uma outra coordenada X,Y final, com o rótulo “estrada”. Assim, os *labels* poderiam ser nomes, números ou símbolos que fizessem referência a uma legenda, como já utilizados na cartografia convencional. (Op. cit., p.13).

### 2.2.2 Definição de Mapa

O *mapa* aparece portanto, como um conjunto de pontos, linhas e áreas que são definidos, seja por sua localização espacial, referenciada a um sistema de coordenadas, seja por seus atributos não-espaciais.

As ilustrações das primitivas gráficas, apresentadas por Burrough para a composição de mapas, estão relacionadas esquematicamente nas figuras abaixo:

---

6 Topologia é a parte da matemática que estuda os processos para explicitar o relacionamento espacial. Assim, por meio das relações topológicas de disjunção, contingência, adjacência, igualdade, intersecção e cruzamento, os dados geoespaciais podem ser analisados e manipulados. (Silva, 2003, p.164). Uma explicação mais detalhada de algumas das relações topológicas, será dada no capítulo 8.

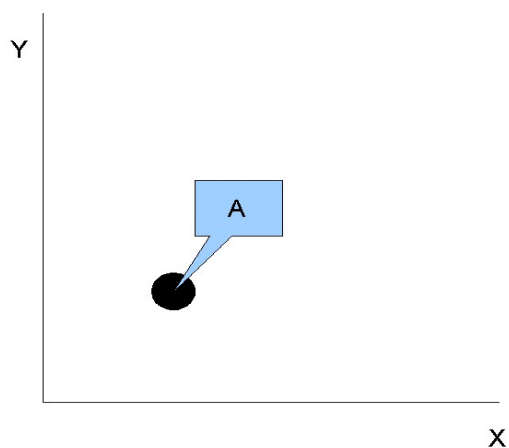


Figura 2. Primitiva gráfica de ponto e seu rótulo correspondente, num sistema de coordenadas X, Y. Como exemplo de aplicação desta primitiva gráfica e seu rótulo num mapa, teríamos o ponto representando uma capital e o rótulo referindo-se ao seu nome correspondente.

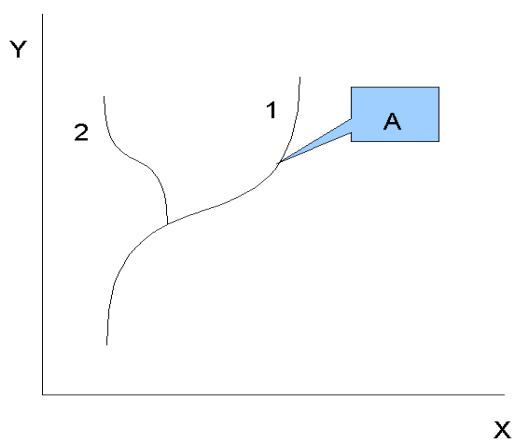


Figura 3. Primitiva gráfica de linha (seqüência de pontos unidos) e seu rótulo, num sistema de coordenadas X, Y. Como exemplo de aplicação desta primitiva gráfica e seu rótulo, num mapa, teríamos o rio principal e seu tributário, sendo que o primeiro tem seu nome informado.

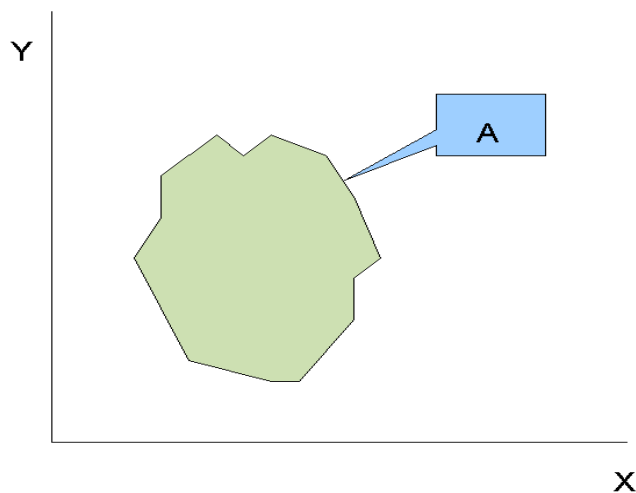


Figura 4. Primitiva gráfica de Área (ou polígono) e seu rótulo correspondente, num sistema de coordenadas X,Y. Como exemplo de aplicação desta primitiva gráfica num mapa, teríamos o polígono representando um lago e o rótulo informando sua profundidade máxima ou nome.

## 2.3 Dados Geográficos no Computador

Em seguida, o autor estabelece (Op. cit., p.14) que no universo de dados geográficos a serem modelados em ambiente computacional, deve-se considerar, pelo menos, três passos básicos, como mostrados na representação a seguir:

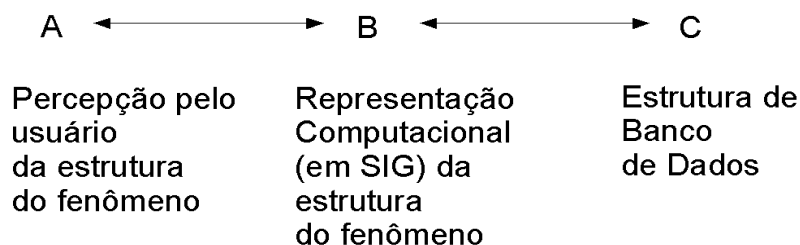


Figura 5. Estágios na modelagem de dados geográficos em ambiente computacional. Adaptado de Burrough (1989).

### 2.3.1 Representações computacionais de dados geográficos

Para os limites deste capítulo, interessa-nos, exclusivamente, a representação computacional de fenômenos (ou feições) geográficas.

Burrough (1989, p.19 et seq.), apresenta dois modelos para se representarem dados geográficos no computador: o modelo matricial (*raster*) e o modelo vetorial (*vector*).

### 2.3.2 Estrutura Matricial

O modelo matricial, chamado também de representação explícita, consiste numa composição da forma de um objeto numa matriz, isto é, por meio de uma grade de pontos, em que cada célula da matriz é representada por valores numéricos ou por cores. Um objeto é, então, representado esquematicamente por:

**atributo do objeto → símbolo/cor → célula X**

A estrutura matricial mais simples, consiste num arranjo de *pixels*<sup>7</sup> (abreviação do inglês *picture elements*), em que cada *pixel* é identificado por um número de linha e coluna e contém um número ou valor do atributo sendo mapeado. Nas estruturas matriciais, um ponto é representando por um único *pixel*; uma linha, por um conjunto de *pixels* vizinhos, orientados na forma de filamentos; e uma área, por uma aglomeração de *pixels* vizinhos.

Nesta estrutura de dados, a superfície bidimensional sobre a qual os dados geográficos são

<sup>7</sup> O *pixel* é o menor ponto que forma uma imagem digital, sendo que o conjunto de *pixels* formam a imagem completa.

representados, não é contínua, mas discreta. O espaço geográfico pode, então, ser tratado como uma superfície cartesiana, sendo que cada *pixel* estaria então associado a uma parcela geométrica do terreno. Assim, a resolução (espacial) da imagem seria dada pela relação entre o *pixel* na base de dados, e seu tamanho correspondente no terreno.

Como cada *pixel* pode receber apenas um número num arranjo bidimensional, atributos geográficos diversos devem ser representados em planos cartesianos distintos – que recebem o nome de *overlays*, *layers* ou plano de informações.

Os *layers* são gerados quando os planos cartesianos bidimensionais distintos e seus *pixels* correspondentes (isto é, de mesma posição nos planos cartesianos distintos) são alinhados, de modo que como resultado se tenha uma estrutura tridimensional, como mostradas na figura a seguir:

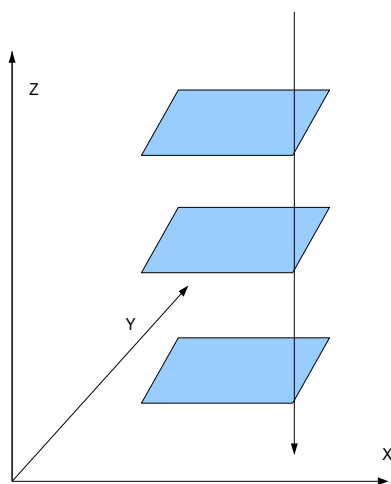


Figura 6. Representação da estrutura de *layers*, em que uma seta vertical corta os *pixels* correspondentes, isto é, na mesma numeração de linha e coluna, dos planos bidimensionais paralelos e distintos.

### 2.3.3 Estrutura Vetorial

A representação implícita (vetorial), por sua vez, é uma tentativa de representar um objeto o mais exatamente possível. O espaço de coordenadas é contínuo, e não discreto como o espaço matricial, permitindo que todas as posições, comprimentos e dimensões sejam definidos com exatidão.

Este tipo de representação, faz uso de um conjunto de linhas, definidas por pontos iniciais e finais e por alguma forma de conectividade. Os pontos iniciais e finais das linhas definem vetores

que representam a forma do objeto; *apontadores* (ou referências) entre as linhas indicariam ao computador como as linhas se uniriam para formar o objeto. A estrutura deste modelo de dado seria, então:

**atributo do objeto → conjunto de vetores → conectividade.**

A gama de estruturas vetoriais pode ser explicitada em três entidades: ponto, linha e área (ou polígono).

As entidades pontos podem contemplar todos os objetos gráficos e geográficos que são expressos por um par de coordenadas X,Y. A figura a seguir, ilustra a formatação de um ponto:

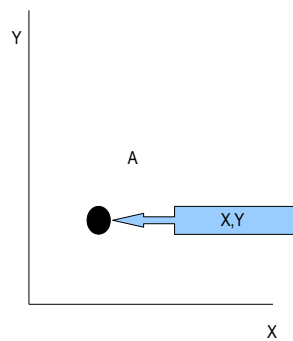


Figura 7. Representação da primitiva gráfica ponto e suas coordenadas, no plano cartesiano.

Além das coordenadas X, Y, outros dados devem ser armazenados para indicar que tipo de objeto é o “ponto”, e outras informações a ele associadas. A gravação destes dados numa base de dados, teria que incluir informação sobre o símbolo, seu tamanho na tela e orientação. Se o “ponto” fosse um texto, seu armazenamento deveria incluir informações sobre os tipos de caracteres a serem visualizados, o posicionamento na tela (alinhamento central, à esquerda, à direita, etc), seu tamanho e orientação, assim como maneiras de se associar atributos não-gráficos ao “ponto”. Por exemplo,

se o ponto fosse representar um povoado, seus atributos associados incluiriam o nome, população, data de fundação, além dos aspectos de sua orientação e símbolo na tela.

As entidades linhas podem ser definidas como todas as feições lineares formadas por segmentos de retas constituídas por duas ou mais coordenadas, como ilustra a figura abaixo:

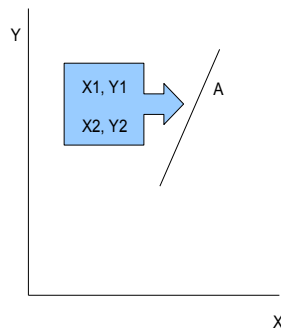


Figura 8. Representação da primitiva gráfica linha e suas coordenadas, no plano cartesiano

O tipo mais simples de linha requer o registro de um ponto inicial e um final (dois pares de coordenadas X,Y) mais um provável dado indicando o tipo de linha a ser utilizado em sua confecção, como por exemplo, linhas pontilhadas ou sólidas.

As áreas ou polígonos podem ser representados de diversas maneiras numa base de dados vetorial. O objetivo central de uma estrutura poligonal é ser capaz de descrever as relações topológicas de áreas (como suas formas e vizinhos) de modo que seus atributos associados possam ser visualizados e manipulados como mapas temáticos. A figura a seguir, ilustra este tipo de primitiva gráfica:

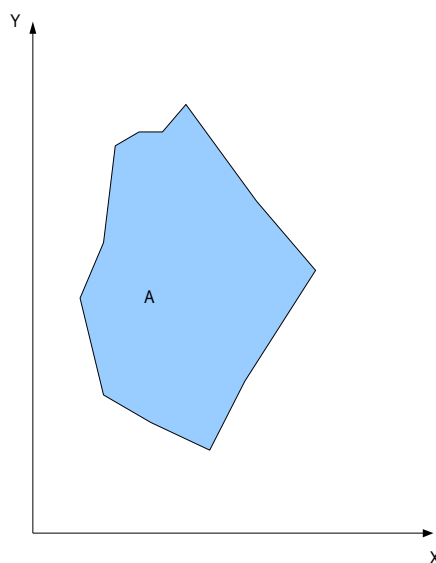


Figura 9. Representação da primitiva gráfica área, no plano cartesiano.

É necessário compreender, fundamentalmente, que todo e qualquer dado digital gerado por um Sistema de Geoprocessamento, terá uma das estruturas básicas apresentadas (matricial ou vetorial), independente se é produto de uma análise espacial digital, se é produto de uma simples vetorização ou resultado de importação de *layers* no sistema.

Contudo, no universo de um Servidor de Mapas, não basta apenas conhecer detalhadamente as estruturas dos dados digitais e sua representação computacional. É essencial, de igual forma, conhecer cartograficamente os dados que serão disseminados por meio de uma publicação eletrônica.

Para o alcance do proposto no parágrafo anterior, apresentaremos na seqüência, a análise cartográfica da base de dados pertinente ao contexto desta dissertação.

## CAPÍTULO 3

### ANÁLISE DOS DADOS GEOESPACIAIS PROVENIENTES DA PREFEITURA DE TABOÃO DA SERRA - SP

Nossa intenção, neste capítulo, é oferecer uma visão abrangente dos dados geoespaciais a serem publicados pelo sistema MapGuide.

Muito provavelmente, o grau de sucesso que obteremos na publicação desses dados depende, sobretudo, de como estes dados foram gerados e modelados nos SIGs originários, uma vez que no âmbito do servidor de mapas, o objetivo é publicá-los via *Web* e não gerá-los.

Assim, a possibilidade de utilizar a maior ou menor gama de recursos disponibilizados pelo sistema MapGuide, vai depender do estado e conteúdo dos arquivos geoespaciais de que dispomos.

Em seguida, analisaremos cartograficamente os dados geoespaciais recebidos da Prefeitura Municipal de Taboão da Serra.

#### 3.1 ANÁLISE CARTOGRÁFICA DOS DADOS GEOESPACIAIS DE TABOÃO DA SERRA-SP

Tivemos acesso a uma gama de arquivos matriciais e vetoriais disponibilizados pela Prefeitura de Taboão da Serra – SP, para a confecção deste trabalho.

Foram onze arquivos matriciais em formato GEOTIFF<sup>8</sup>, provenientes de levantamento aerofotogramétrico na escala de 1:5000, totalizando um volume de 840 MB. Não conseguimos obter em qual sistema geodésico de referência e projeção, estes arquivos foram georreferenciados.

Por outro lado, foram centenas de arquivos vetoriais no formato ESRI Shape<sup>9</sup>, georreferenciados em UTM-SAD69 e digitalizados, segundo a Prefeitura, também na escala de 1:5000, que cobrem vários temas, como curvas de nível, piscinões, áreas de enchentes, localizações de favelas, parques, áreas de proteção ambiental, cemitérios, ciclovias, sistema viário do município, municípios adjacentes, entre outros, perfazendo um volume total de 663 MB.

##### 3.1.1 DADOS MATRICIAIS

Os arquivos matriciais fazem parte de uma composição RGB, que cobre todo o município de Taboão. O aerolevanteamento foi realizado pela empresa Base S/A, em fevereiro de 2004. Uma

---

8 GeoTIFF é um formato que permite a inclusão de dados sobre georreferenciamento, num arquivo matricial TIFF. Este, por sua vez, é um formato muito utilizado para armazenar imagens digitais.

9 ESRI Shape é um formato vetorial desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), utilizado como formato de interoperabilidade entre sistemas ESRI e outros produtos. Mais detalhes estão disponíveis em: <http://www.esri.com/>.



ilustração da composição, no *software* AccuGlobe<sup>10</sup>, pode ser vista na figura a seguir:

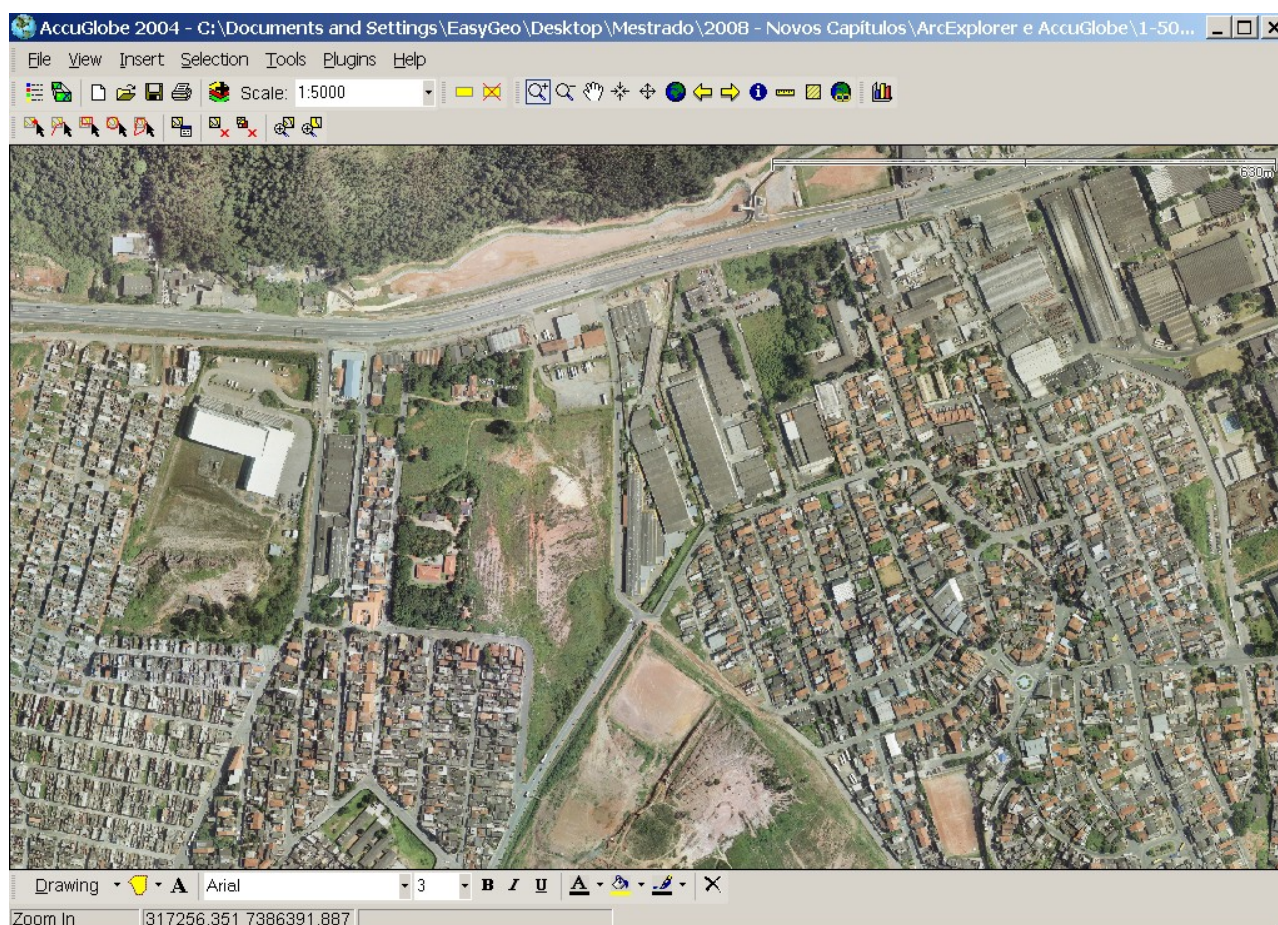


Figura 10. Produto aerofotogramétrico que cobre o município de Taboão da Serra – SP, na escala de 1:5000.

Cada arquivo componente da composição RGB tem, aproximadamente, 70 MB, o que nos leva a computar um total de 770 MB para a composição inteira.

### 3.1.2 DADOS VETORIAIS

Como exposto anteriormente, os dados vetoriais provenientes da Prefeitura de Taboão cobrem uma variedade de temas, o que nos obrigará à seleção de alguns temas relacionados, para a demonstração da publicação dos dados na WWW, por meio do Servidor de Mapas.

Uma ilustração dos dados vetoriais disponibilizados pela Prefeitura de Taboão, pode ser vista na figura a seguir:

---

<sup>10</sup> AccuGlobe é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de uso livre, desenvolvido pela DDTI Inc. A página eletrônica da DDTI Inc., está disponível em: <http://www.ddti.net/>. Mais informações sobre o SIG e outros sistemas de Geoprocessamento, serão dadas no capítulo 3.

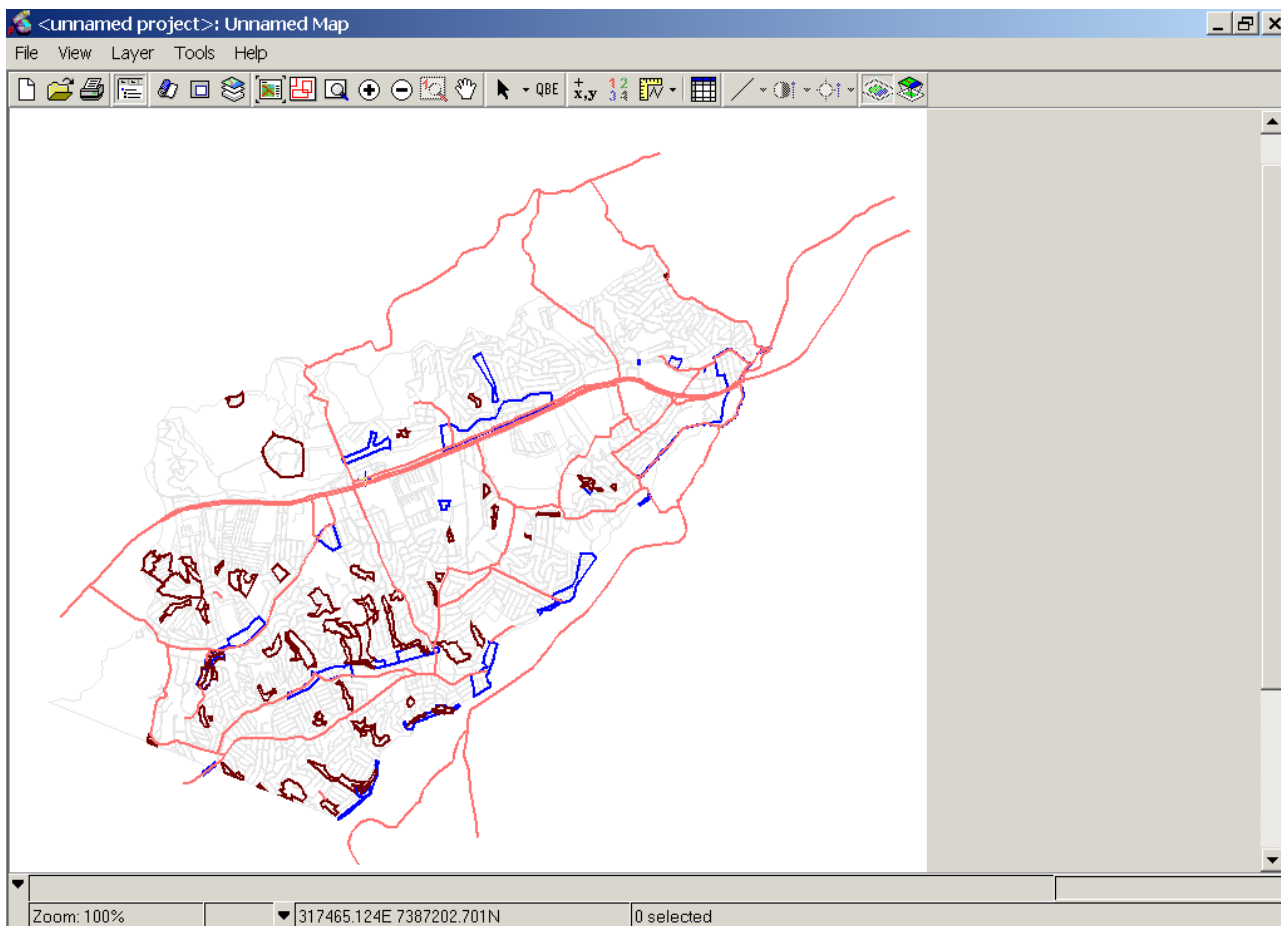


Figura 11. Exemplo de dados vetoriais fornecidos pela Prefeitura de Taboão, para este trabalho. No centro, cortando ao meio o município de Taboão e extrapolando os limites deste, temos a rodovia BR-116.

As primitivas gráficas dos dados vetoriais da Prefeitura estão, em geral, consistentes do ponto de vista de sua vetorização, e podem ser incorporadas e disseminadas eletronicamente, por meio do Servidor de Mapas.

Como é característica do formato de arquivo vetorial ESRI Shape, a base de dados alfanuméricos pode estar associada por um arquivo auxiliar DBF<sup>11</sup>. Os dados vetoriais da Prefeitura têm essa estrutura, e a figura abaixo ilustra a resposta do banco de dados alfanumérico, ao se clicar numa das feições presentes no mapa:

<sup>11</sup> DBF (*dBASE Format*) é um formato de arquivo de banco de dados muito utilizado em sistemas de informação, para armazenamento de atributos alfa-numéricos (como textos e números).

ANO_OCUP	Código	SITUAÇÃO	TIPO	UH	NOME_1
1984 ou 1987	28	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	170	JARDIM SCANDIA
1995	31	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	202	JARDIM SANTO ONOFRE I
1988	55	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	95	PARQUE PINHEIROS - BIQUINHA
1988	21	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	300	JARDIM SAO JUDAS I
	50	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	25	PARQUE IRACEMA I
1995	51	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA E LOTEAMENTO	30	PARQUE IRACEMA II
	30	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	37	JARDIM TRIANON
1985	31	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	242	JARDIM TRIANON - POSTO DE SAUDE
1984	23	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	55	JARDIM SAO JOAO
	12	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	240	JARDIM LEME II
1999	53	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	400	PARQUE JACARANDA - MORRO DO SABAO
2000	15	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	60	JARDIM MIRNA
1984	19	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	170	JARDIM SALETE
1986	1	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	209	ARRAIAL PAULISTA
	11	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	60	JARDIM IRAPUA
1989	34	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	100	JARDIM VILA SONIA II
	10	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	192	JARDIM HELENA
1986	2	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	95	CIDADE INTERCAP
1997	57	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	70	PARQUE PINHEIROS - RUA RIGHETTI
	48	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA E LOTEAMENTO	120	JARDIM PIRAJUCARA - JARDIM GUACIARA
1985	25	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	375	JARDIM SAO JUDAS II
1987	56	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	100	PARQUE PINHEIROS - PALMARES
1987	58	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	765	PARQUE PINHEIROS - CSU
	33	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	40	JARDIM VILA SONIA I
	6	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	30	JARDIM CLEMENTINO - NICOLAU GENTILE I
	7	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	20	JARDIM CLEMENTINO - NICOLAU GENTILE II
	8	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	30	JARDIM CLEMENTINO - NICOLAU GENTILE III
2005	32	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	40	JARDIM TRIANON - LEOPOLIS
1990	9	ASSENTAMENTO PRECARIO	FAVELA	104	JARDIM FREITAS JUNIOR

Figura 12. Banco de dados alfanumérico do *layer* de favelas, constante na figura anterior. Percebe-se que o banco de dados está bem alimentado (com o nome, ano e situação dos assentamentos), o que facilita a consulta ao banco de dados espacial.

A hipótese de um banco de dados alfa-numérico muito pouco alimentado, prejudicaria não só a realização de consultas básicas ao banco de dados (pela falta mesma dos dados) no servidor de mapas, mas também a realização de operações de análise espacial digital mais avançadas, como a geocodificação, operações de *overlay*, etc, em sistemas topológicos. Maiores detalhes sobre estes sistemas, serão dados no capítulo 8.

### 3.2 JUSTAPOSIÇÃO DOS *LAYERS* MATRICIAIS E VETORIAS

Quando sobrepomos, em ambiente SIG, as bases matricial e vetorial de Taboão, percebemos um desvio considerável nas feições correspondentes dos *layers*. Pelo calculado, o erro gira em torno de 25 metros no terreno, nas feições de maior desvio. O comentado pode ser visto a seguir:



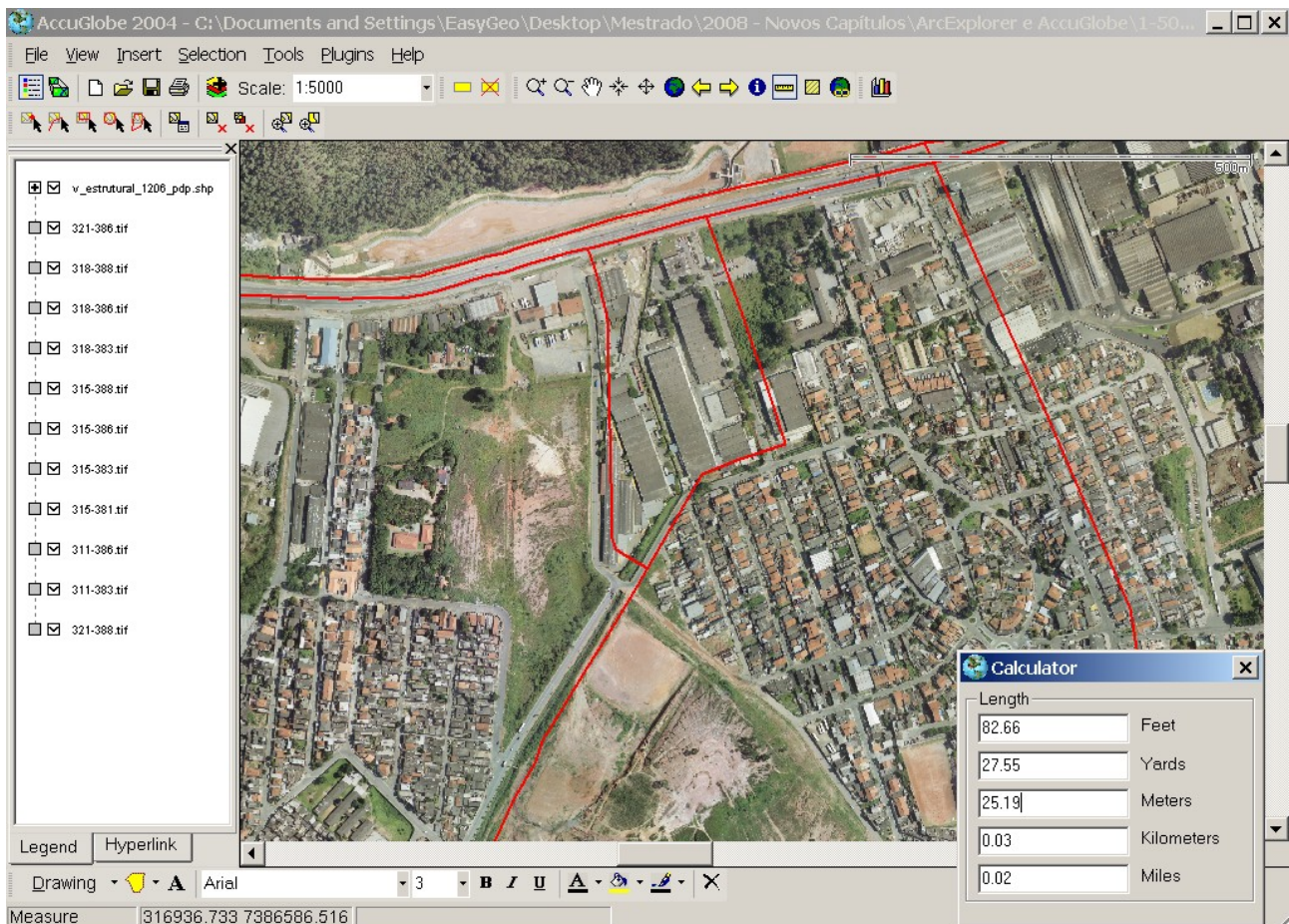


Figura 13. Desvio de justaposição de aproximadamente 25 metros, entre os *layers* matricial e vetorial, na escala (1:5000) em que foram gerados.

Isto pode indicar que a composição RGB e os arquivos ESRI Shape, não estejam no mesmo sistema de referência e projeção.

De fato, quando carregamos as bases *raster* e vetorial no FreeView<sup>12</sup>, recebemos a seguinte mensagem do sistema, como ilustra a figura:

<sup>12</sup> FreeView é um visualizador de dados geoespaciais, que suporta centenas de formatos *raster* e vetoriais, desenvolvido pela PCI Geomatics. Maiores detalhes disponíveis em: <http://www.pcigeomatics.com/products/freeview.html>

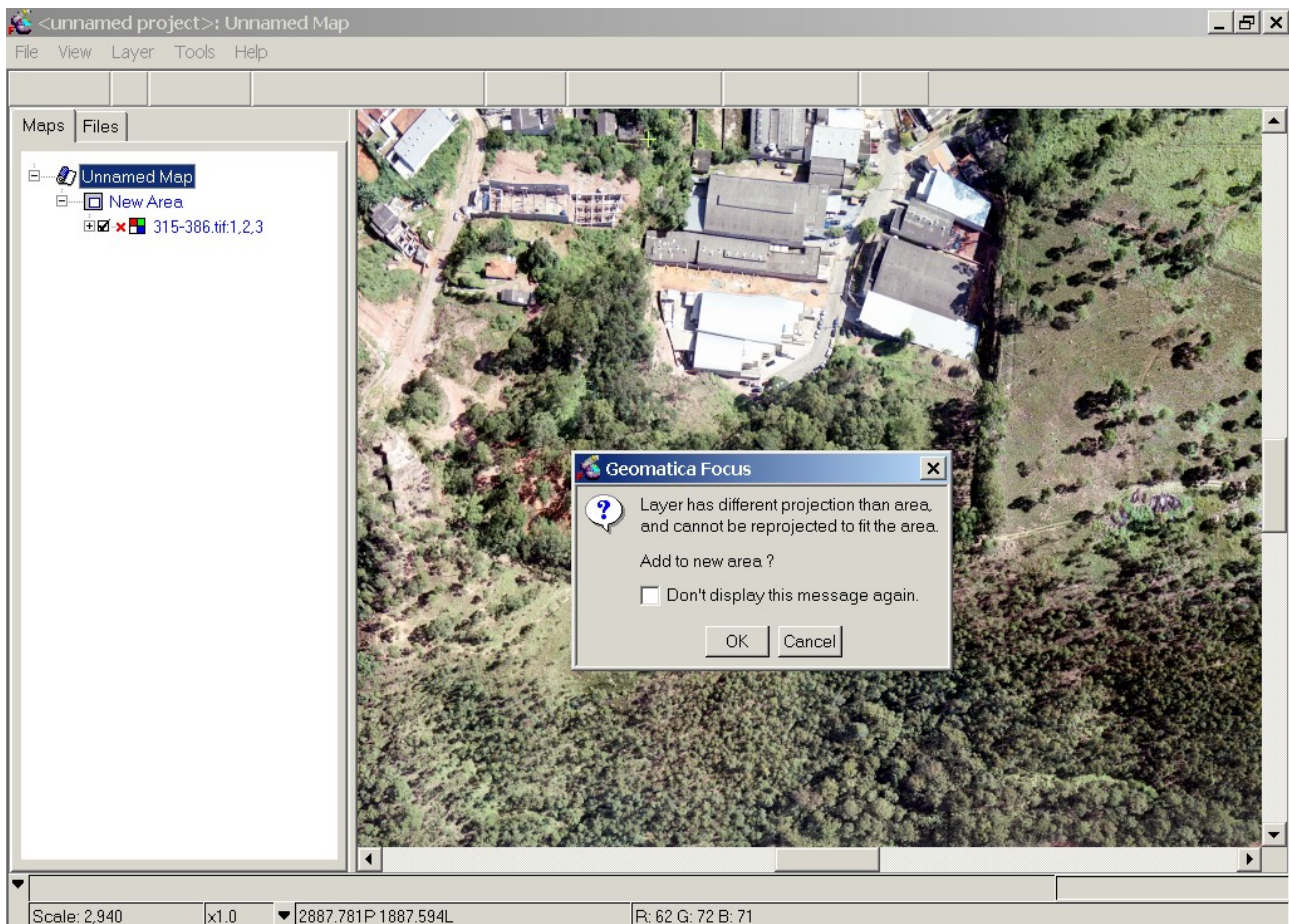


Figura 14. O FreeView acusa a diferença de projeções cartográficas entre os *layers* matricial e vetorial a serem carregados no sistema. Contudo, o aplicativo não consegue estabelecer a projeção cartográfica utilizada na base *raster*.

Adicionalmente, quando carregamos as duas bases no FME<sup>13</sup> - que é um sistema muito eficiente para realizar transformações de coordenadas, conversões entre formatos de arquivos *raster* e vetoriais, e tratamento dos dados geoespaciais -, este não consegue reconhecer o georreferenciamento da base matricial. O exposto pode ser verificado na figura a seguir:

---

13 FME (*Feature Manipulation Engine*) é um sistema de interoperabilidade e tratamento da informação geoespacial, desenvolvido pela Safe Software Inc. Mais detalhes estão disponíveis em: <http://www.safe.com/>.



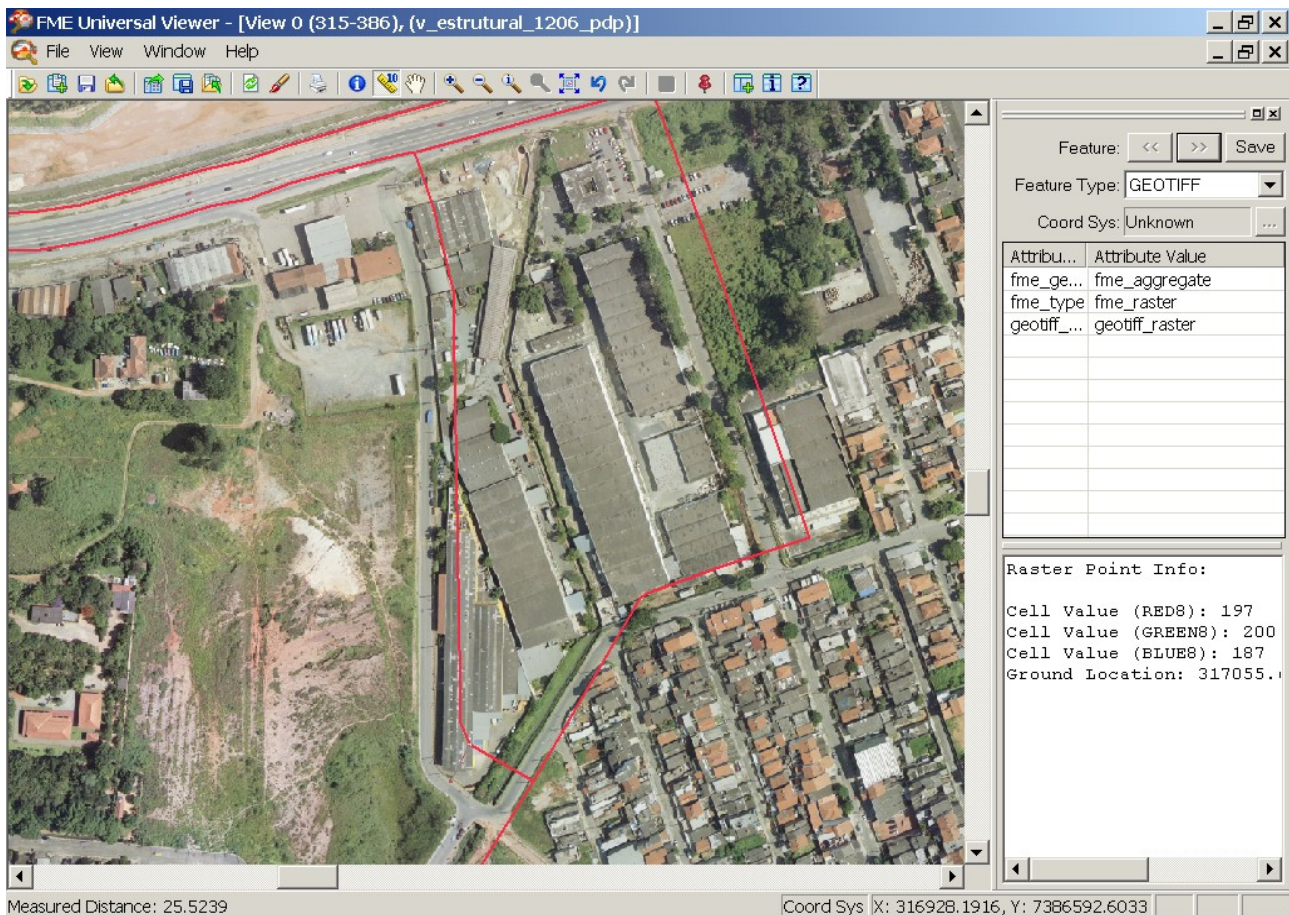


Figura 15. Erro de sobreposição de aproximadamente 25 metros (ver a medida no canto inferior esquerdo, da figura) entre as feições com maior desvio dos *layers* matriciais e vetoriais, o que *pode* indicar divergência de sistemas de referência e projeções utilizados nas duas bases. Notar que o FME não consegue reconhecer o georreferenciamento da base *raster*, apesar de apresentar as coordenadas UTM no rodapé do aplicativo (coordenadas X e Y).

Isto é bem interessante: o FME apresenta as coordenadas da base matricial em UTM, significando que a composição possui a projeção correspondente – a mesma utilizada na base vetorial. Entretanto, o FreeView acusa ambas as bases digitais de não estarem na mesma projeção UTM.

Existiriam, pelo menos, quatro possíveis razões para isto: um, a composição RGB não foi georreferenciada corretamente; dois, o georreferenciamento do arquivo digital está (parcialmente) corrompido; três, a composição foi georreferenciada em projeção e/ou sistema de referência distintos da base vetorial, o que indica a quarta possibilidade: falhas do FME e FreeView no reconhecimento do georreferenciamento.

Para testarmos se o problema de justaposição é devido *realmente* aos georreferenciamentos, forçaremos a transformação de coordenadas da base matricial, para a mesma projeção e referência geodésica utilizadas nos dados vetoriais da Prefeitura, compiladas no código EPSG:29193<sup>14</sup>, na

<sup>14</sup> *European Petroleum Survey Group* (EPSG) é uma organização científica europeia que compilou e disseminou o *EPSG Geodetic Parameter*, uma ampla base de dados que diz respeito a diversos parâmetros utilizados em

tentativa de minimizar ou anular o erro de justaposição apresentado.

A estrutura completa do código EPSG:29193, pode ser vista na tabela abaixo:

EPSG:29193
SAD69 / UTM zone 23S
Deprecated: 0
Scope: Large and medium scale topographic mapping and engineering survey.
Last Revised: 2002-09-19
Area: Brazil - 48 to 42 deg West.
Bounds: -48.0 -26.3 -42.0 0.0

Tabela 1. Descrição do código EPSG:29193.

### 3.3 TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS

Nossa intenção, neste projeto, é manter a base em GeoTIFF, transformando apenas os sistemas de referência e projeções, e não converter os arquivos GeoTIFF, para outros formatos *raster*.

Para escolher os dados de entrada, acessamos o **FME Universal Translator**, clicamos em **File > Translate** e escolhemos os arquivos a serem processados. No campo **Coordinate System**, deixamos que o FME extraia as coordenadas dos arquivos originais, mantendo a opção **Read from Source**. Em seguida, escolhemos o formato de saída (que neste exemplo, é o mesmo de entrada – GeoTIFF – pois queremos apenas fazer a transformação de projeções e sistemas de referência, e não a conversão entre formatos de arquivos), e configuramos o FME para forçar um novo sistema de referência e projeção aos dados de saída, escolhendo o sistema EPSG:29193, no campo **Coordinate System**. Este procedimento está ilustrado nas figuras abaixo:

---

mapeamentos, como sistemas geodésicos de referência, projeções, sistemas de coordenadas, etc. Esta base de dados, muito utilizada na área de *Web Mapping*, serve de modelo para padrões de interoperabilidade, envolvendo as transformações de coordenadas em dados geoespaciais. Maiores detalhes podem ser vistos em: <http://spatialreference.org/>

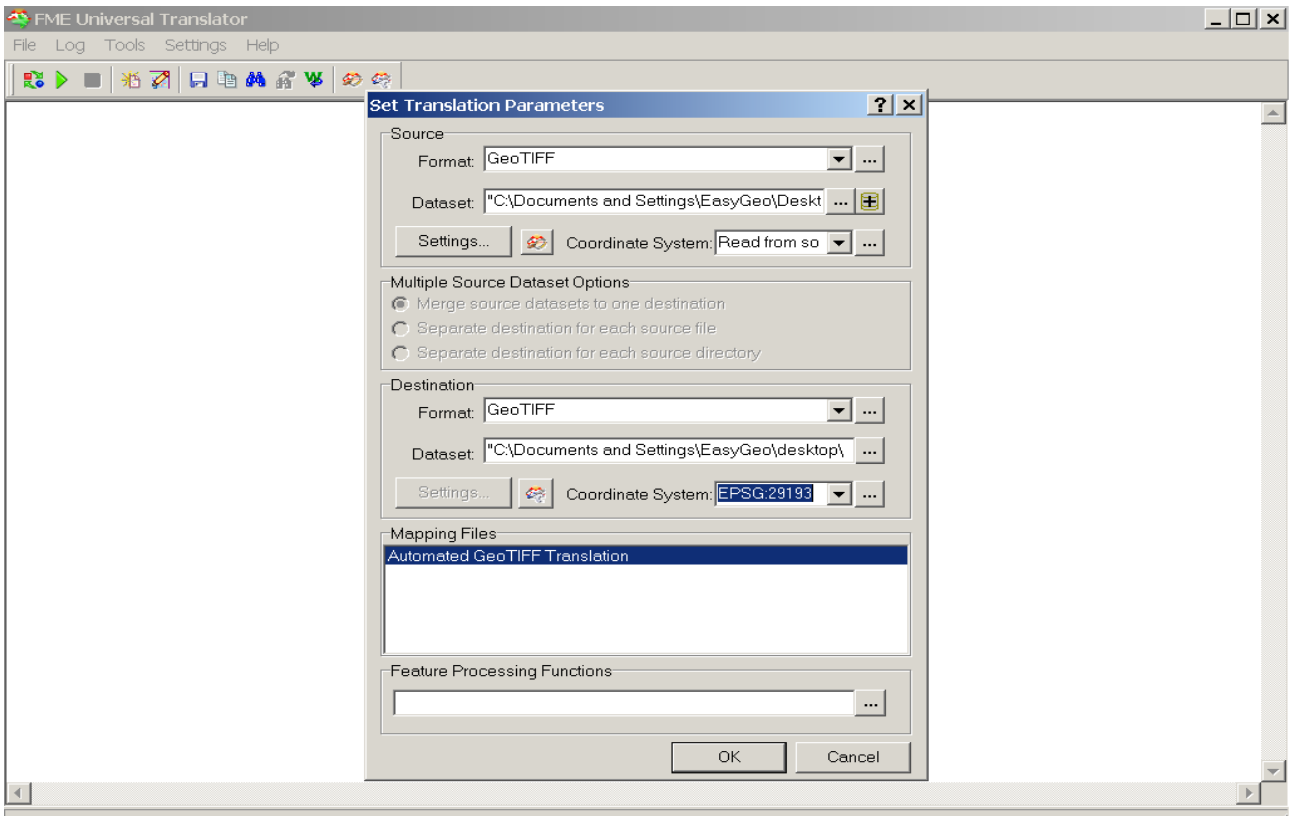


Figura 16. Módulo do FME Universal Translator, de configuração dos parâmetros da conversão (seja a conversão entre sistemas de referência, seja a conversão entre formatos de arquivos geoespaciais, ou ambas ao mesmo tempo).

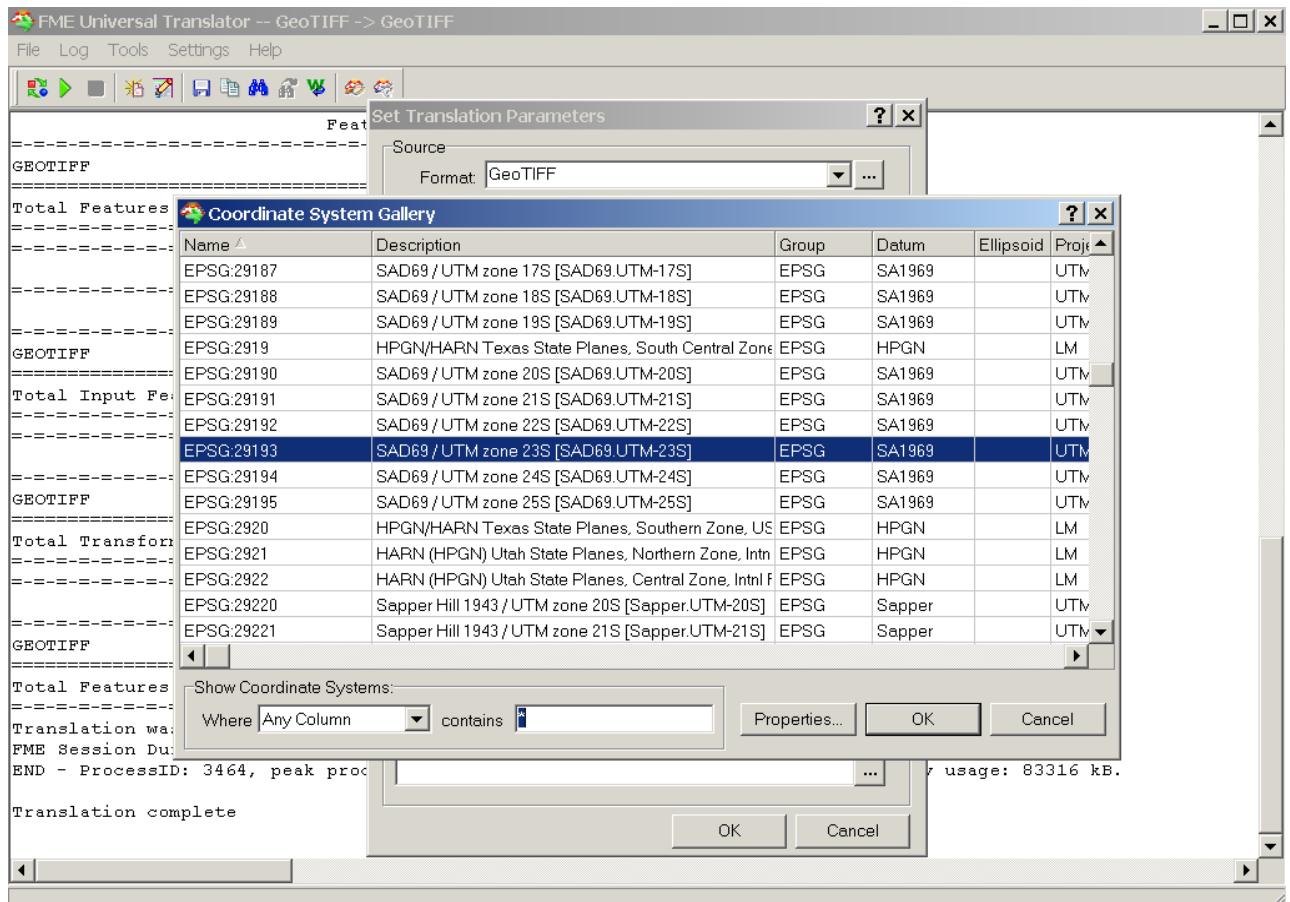


Figura 17. Escolha do sistema EPSG:29193 no FME, para o arquivo matricial de saída.



Nesta etapa, todos os procedimentos para a realização da transformação de coordenadas foram feitos, restando tão somente, executar a conversão desejada.

Como produto desta transformação, obtivemos um novo arquivo GeoTIFF, com o mesmo georreferenciamento da base vetorial da Prefeitura.

Se o desvio dos *layers raster* e vetoriais estivesse sendo ocasionado pelo georreferenciamento, com esta transformação ele deveria cessar ou ser minimizado (assumindo que a transformação de coordenadas pelo FME foi eficiente). Contudo, depois da transformação, o erro permaneceu o mesmo, indicando que o problema de desvio das feições pode ter outra origem. O comentado, pode ser visto na figura abaixo:

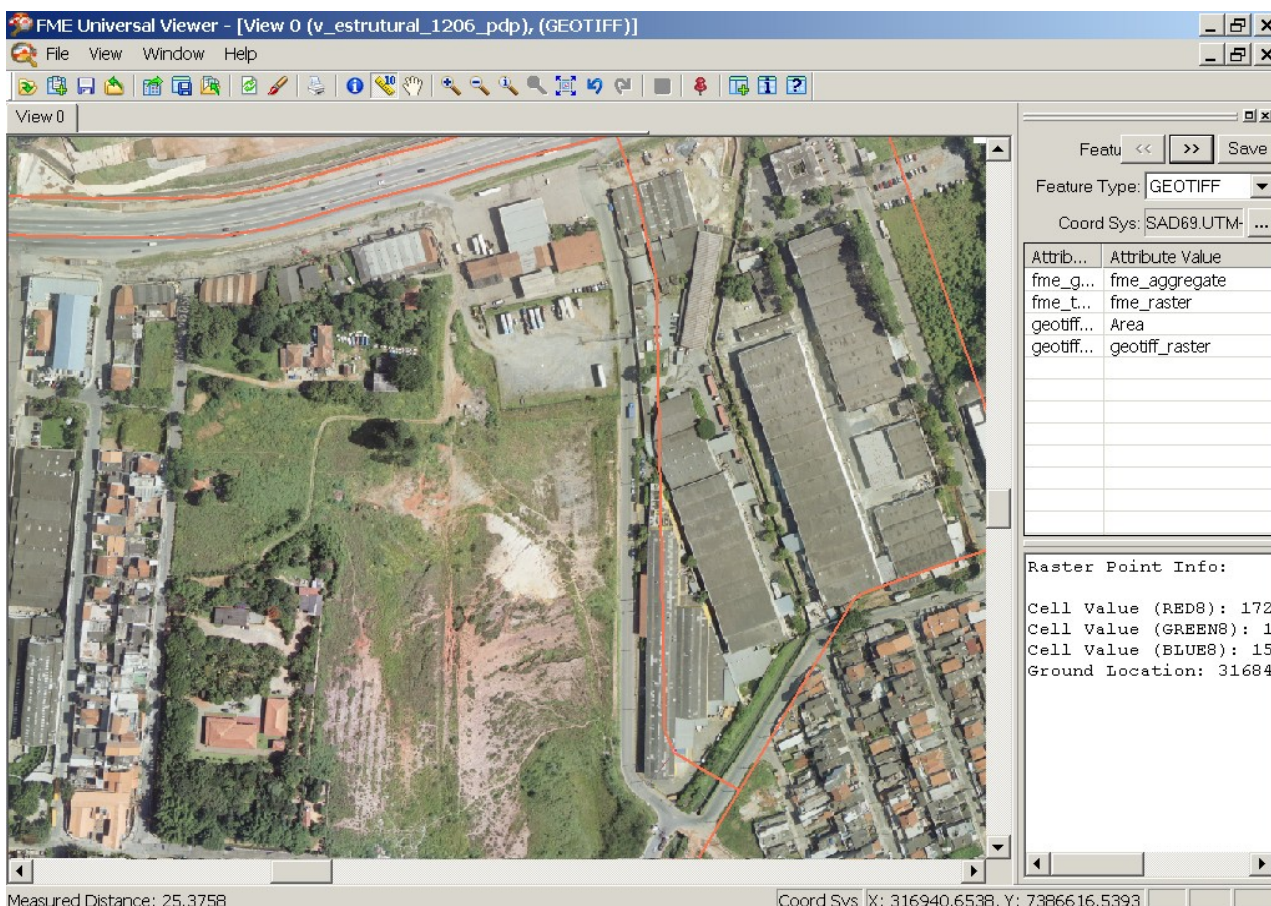


Figura 18. Produto da transformação de coordenadas da base *raster*. Note que agora o FME apresenta o sistema de referência e a projeção anteriormente escolhidos para esta conversão de coordenadas. Contudo, o desvio de justaposição, possui aproximadamente a mesma medida de antes da transformação (ver a medida no canto inferior esquerdo, da figura), o que nos leva a concluir que o desvio entre os *layers*, pode ter outra causa. A pequena diferença (de aproximadamente 15 cm no terreno) entre os valores da medida de antes e depois da transformação, é devido ao posicionamento do *mouse* em tela para a medição, e não produto da conversão de coordenadas.

Se o problema não está nos georreferenciamentos, o desvio pode ter sido gerado no processo de vetorização. Se verdadeiro, o processo de digitalização não obedeceu a uma escala constante, sendo que algumas feições foram vetorizadas em escala maiores, e outras em escala menores, resultando assim, no amplo desvio de algumas feições. Entretanto, esta conclusão só está correta - é bom frisar - se assumirmos que a transformação de coordenadas realizada pelo FME, foi eficiente,

ou seja, correta.

Entretanto, pelas informações contraditórias apresentadas por *softwares* distintos sobre o georreferenciamento da base *raster*, acreditamos que o problema realmente está nos próprios arquivos matriciais e não em questões de escala de vetorização. Este problema pode ter sido causado por procedimentos incorretos na correção geométrica da base ou na corrupção parcial de suas extensões auxiliares de georreferenciamento.

Fora esta questão do desvio apresentada na base *raster*, no entanto, os dados geoespaciais (vetoriais) provenientes da Prefeitura têm um banco de dados alfa-numéricos associado consistente, que permite em ambiente de geoprocessamento, efetuar consultas ou realizar operações de análise espacial mais sofisticadas.

Entramos, mais recentemente, em contato com o setor de Cartografia da Prefeitura, para sugerir que a edição da base de dados (seja requerendo a correção geométrica desta composição RGB, ou requisitando o fornecimento de uma nova, junto a empresa responsável pelo levantamento) seria necessária, tendo em vista minimizar ou anular o problema de desvio dos *layers*, para que sua utilização fosse mais correta em sistemas de Geoprocessamento.

O setor de Cartografia, contudo, já havia antecipadamente solicitado junto a empresa Base S/A, que corrigisse a questão do georreferenciamento nos arquivos matriciais. A empresa prontamente o fez, e a Prefeitura tem disponível sua base matricial corrigida e sem os grandes desvios apresentados, quando justapostos aos *layers* vetoriais gerados nesta instituição.

Como confirmado com a Equipe da Prefeitura, o problema estava nos arquivos auxiliares de georreferenciamento da base matricial em GeoTIFF. Não tivemos, contudo, acesso aos arquivos *raster* corrigidos.

## CAPÍTULO 4

### SISTEMAS GERENCIADORES DE BANCO DE DADOS - CONVENCIONAIS E ESPACIAIS

Um Servidor de Mapas é, em essência, um Sistema Gerenciador de Banco de Dados Espaciais, que além de obedecer às estruturas próprias de um Banco de Dados convencional (com seus modelos de dados inerentes<sup>15</sup>), possui a complexidade de trabalhar com as estruturas de dados geoespaciais, e funcionar numa arquitetura que favorece a transmissão dos dados em redes de computadores.

Neste sentido, o que apresentaremos nas próximas linhas, é o conhecimento básico necessário ao entendimento de cada componente essencial de um aplicativo de servidor de mapas, qual seja: o Banco de Dados convencional, o Banco de Dados Espacial, a Arquitetura de Sistemas beados em *Web* e o próprio servidor de mapas, que utilizaremos nesta dissertação.

#### 4.1 SISTEMAS GERENCIADORES DE BANCO DE DADOS

Silberschatz, Korth e Sudarshan (1999) expressam que um *Sistema Gerenciador de Banco de Dados* (SGBD) - ou apenas *Banco de Dados* -, é constituído por um conjunto de dados, associados a um conjunto de programas computacionais para acesso a estes dados. O principal objetivo de um SGBD é proporcionar um ambiente tanto conveniente quanto eficiente para a recuperação e armazenamento das informações do banco de dados.

Os bancos de dados são projetados para gerir grandes volumes de informações e devem garantir a segurança das informações armazenadas contra eventuais problemas com o sistema, além de impedir tentativas de acesso não autorizado. E se os dados são compartilhados por diversos usuários, o sistema deve evitar a ocorrência de resultados anômalos.

Nesta mesma linha, Ferreira et al (2005) complementam que um SGBD oferece serviços de armazenamento, consulta e atualização de banco de dados, tendo por base, os seguintes requisitos: facilidade de uso; correção; facilidade de manutenção; confiabilidade; segurança e desempenho.

##### 4.1.1 BANCO DE DADOS ESPACIAIS – CAD e SIG

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshan (Op. cit., p. 714) os bancos de dados espaciais armazenam informações relacionadas a localizações espaciais e fornecem suporte eficiente para consultas ao banco de dados, com base nessas localizações espaciais.

---

<sup>15</sup> Para uma visão detalhada dos modelos de dados em SGBD convencional, ver SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. Makron Book Ltda. São Paulo, 1999. 778 p.

Há dois tipos de banco de dados espaciais, particularmente importantes:

- *Bancos de dados de projetos*, ou banco de dados para projetos assistidos por computador (CAD). São bancos de dados espaciais utilizados para armazenar informações de projetos; mais especificamente de como objetos – prédios, carros, aviões e outros – são construídos. Outros exemplos importantes de banco de dados de projetos assistidos por computador, são projetos de circuitos integrados e de dispositivos eletrônicos.
- *Bancos de dados geográficos* são bancos de dados espaciais utilizados para armazenar informações geográficas, como mapas por exemplo. Os banco de dados geográficos são frequentemente chamados de *Sistemas de Informações Geográficas (SIG)*.

Ampliando ainda mais a questão com relação aos Bancos de Dados Espaciais, Worboys e Duckham (2004) definem que o *Sistema de Informação Geográfica (SIG)* é um tipo especial de Sistema de Informação, designado para armazenar, processar e manipular dados geoespaciais.

Em comparação ao sistema *Computer-aided design (CAD)*, o SIG, fundamentalmente, manipularia informações que são geograficamente referenciadas e, por isto, utilizaria um esquema mais complexo de modelo de dados (como foi apresentado, no capítulo 1, ao tratarmos dos modelos de dados para Servidores de Mapas).

Em resumo, um SIG seria uma ferramenta voltada a tratar informações que possuem dimensões espaço-temporais, e que afetariam decisões sobre as pessoas e sociedades, como o planejamento de novas cidades ou rodovias, a formulação de estratégias agrícolas, a localização e extração de jazidas minerais, por exemplo. Para todas essas atividades, é necessário que se tenha uma gama de informações espaciais e temporais coletadas, gerenciadas, distribuídas e analisadas consistentemente.

Nesta linha de raciocínio, Câmara e Ribeiro (2005) estabelecem que o termo *Sistemas de Informação Geográfica (SIG)* é aplicado a sistemas que realizam o tratamento *computacional* de dados geográficos. A principal diferença de um SIG para um *Sistema de Informação* convencional estaria na capacidade do primeiro em armazenar tanto os atributos *descritivos* como as *geometrias* dos diferentes tipos de dados geográficos.

Os autores propõem, a seguir, as principais características de um SIG:

1. Inserir e integrar, numa única base de dados, informações provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastros urbanos e rural, e outras fontes de dados como

imagens de satélites e às provenientes de GNSS (Sistemas Globais de Navegação por Satélite), que incluem o GPS (*Global Positioning System*) norte-americano e o GLONASS russo, por exemplo, e;

2. Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, por meio de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos.

A figura abaixo ilustra, esquematicamente, os componentes de um SIG:

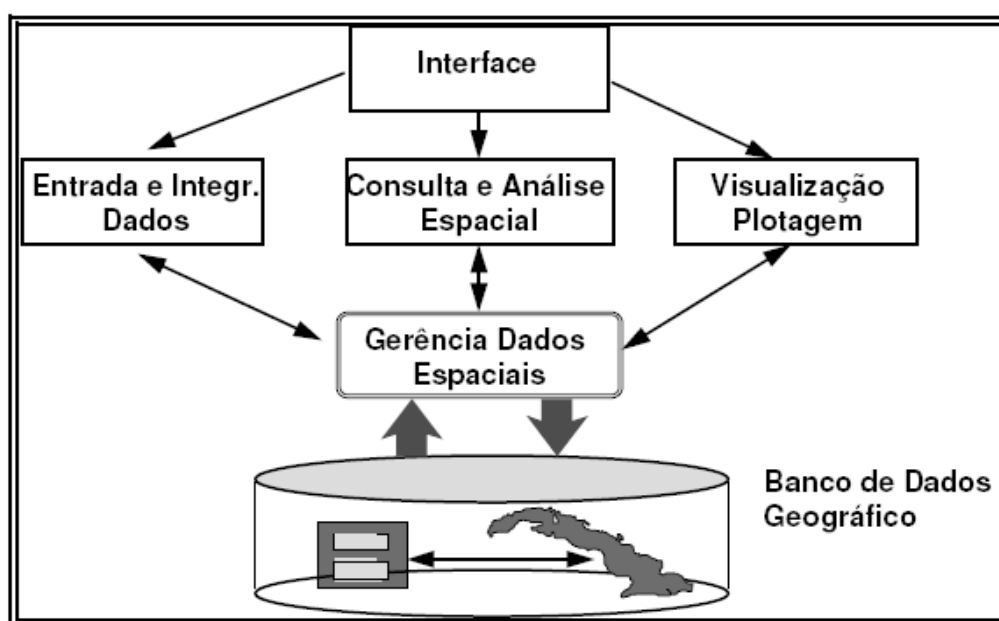


Figura 19. Componentes de um SIG. Fonte: Câmara e Ribeiro (2005).

Na seqüência, afirmam que o termo SIG está relacionado a distintas, mas complementares, soluções tecnológicas.

A primeira geração destes sistemas, o *SIG Desktop*, é formada por sistemas amigáveis e de funcionalidades crescentes. Entre estes, temos o AccuGlobe, anteriormente apresentado, o gvSIG e o Quantum GIS, que serão utilizados em capítulos posteriores.

A segunda geração, é constituída pelos Gerenciadores de Dados Geográficos, que foram desenvolvidos para serem acoplados a SGBD (inclusive remotos). Como exemplo, temos o TerraView, que será utilizado adiante e que incorpora, ao mesmo tempo, muitas funções de *SIG Desktop*.

A terceira geração, é formada pelas bibliotecas de componentes SIG. Estas, permitem que se desenvolva um aplicativo SIG com recursos dirigidos a usuários específicos. Nesta geração de SIG,

é necessário ao analista se valer de recursos avançados de programação para o desenvolvimento do aplicativo. Como exemplo, tem-se a biblioteca TerraLib<sup>16</sup> do INPE.

E por fim, a quarta geração é formada pelos servidores de dados geoespaciais, estruturados para publicar e disseminar dados geográficos em redes de computadores, entre elas a WWW. Como exemplo, temos o MapGuide, que será utilizado nesta dissertação.

A seguir, apresentaremos mais detalhes sobre sistemas de informação estruturados para a WWW.

#### 4.2 ARQUITETURAS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO BASEADOS NA *WEB*

Junior, Souza e Borges (2005) nos mostram que a evolução das plataformas de *hardware* e *software*, permitiram o desenvolvimento da arquitetura *cliente/servidor*, concebida inicialmente para gerenciar dados e, concomitantemente, possibilitar a utilização de máquinas capazes de prestar quaisquer serviços especializados numa rede de computadores, desde impressão de arquivos, até *backup* de dados remotos, como ilustrado na figura a seguir.

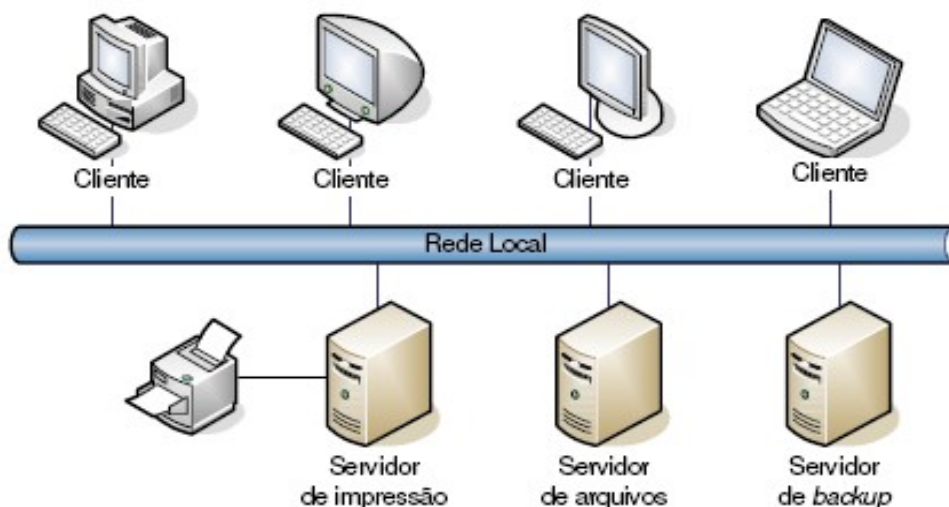


Figura 20. Arquitetura cliente/servidor. Fonte: Junior, Souza e Borges (2005).

Esta arquitetura, ainda segundo os autores, adapta-se bem às necessidades dos sistemas gerenciadores de banco de dados (SGBD) e está totalmente incorporada aos produtos comerciais, em nossos dias.

Nesta arquitetura, o servidor de banco de dados fornece, como serviço, respostas às consultas (ou requisições) enviadas por processos clientes. Assim, a camada do *cliente*, fica com as funções de gerenciamento da interface com o usuário, de interface com linguagens de

---

16 Maiores detalhes sobre o TerraLib, estão disponíveis em: <http://www.terralib.org/>

programação, entre outras funções mais ligadas ao usuário, por isso chamadas de alto nível.

A camada do servidor, gerencia as funções de armazenamento em disco, recuperação de dados, entre outras funções mais próximas a interface com a máquina, por isso nomeadas de baixo nível, como se vê na figura a seguir:

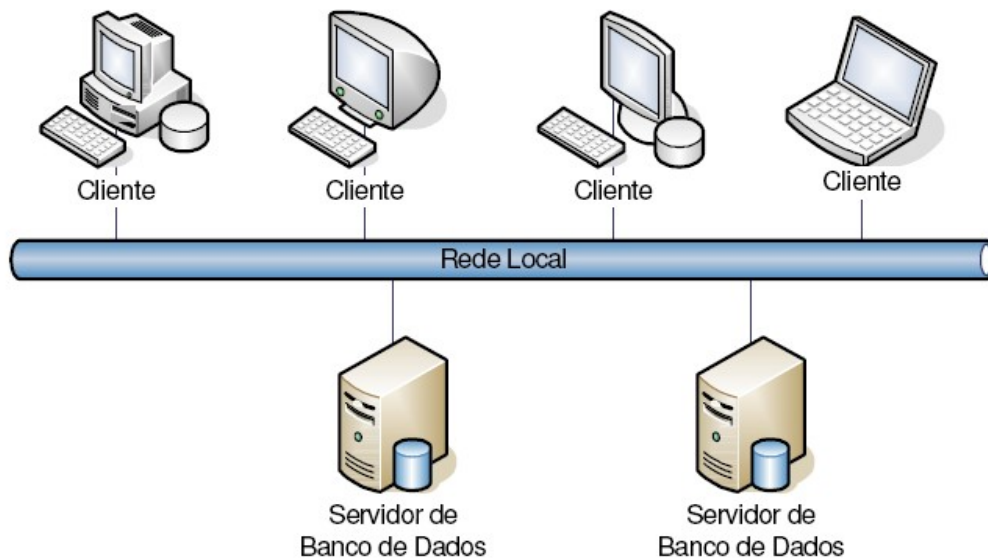


Figura 21. Arquitetura cliente/servidor aplicada a SGBD. Fonte: Junior, Souza e Borges (2005).

A arquitetura cliente/servidor original, tem sido chamada de *arquitetura de duas camadas*, uma vez que seus componentes estão distribuídos entre dois níveis apenas, o do cliente e o do servidor. Neste tipo de arquitetura, a escalabilidade (capacidade de aumentar seu processamento, quando exigido) pode ser insuficiente, caso venha a ser muito alto o número de clientes para um mesmo servidor. Isto, levou a criação e ao estabelecimento da *arquitetura de três camadas*, componente, hoje, típico dos sistemas baseados em *Web*.

A arquitetura de três camadas, acrescenta uma camada intermediária às do cliente e servidor, recebendo esta camada intermediária o nome de servidor de aplicações (*application server*), como ilustrado na figura a seguir:



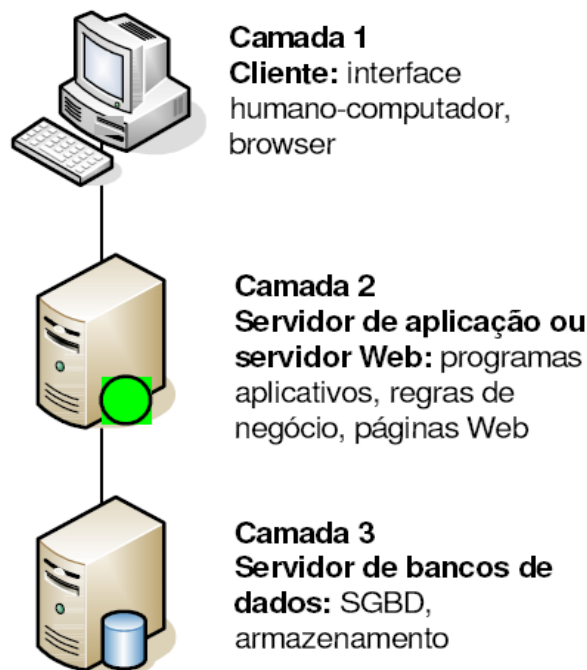


Figura 22. Arquitetura de três camadas. Fonte: Junior, Souza e Borges (2005).

Resumidamente, esta camada intermediária é a responsável por receber as solicitações da aplicações clientes e distribuí-las ao servidor. Sendo possível ao servidor de aplicação controlar o acesso aos dados e direcionar as requisições a servidores de dados remotos, a arquitetura de três camadas, pode melhorar consideravelmente a escalabilidade de sistemas de informações, apoiados em SGBD.

### 4.3 SERVIDOR DE MAPAS MAPGUIDE

Tendo por base as noções anteriormente apresentadas, pode-se definir o MapGuide<sup>17</sup> como um SGBD Espacial de quarta geração, capaz de manipular simultaneamente dados convencionais (alfa-numéricos), em conjunto com dados CAD e SIG, estruturado na arquitetura de três camadas, que possui entre outros, os seguintes recursos cartográficos:

- recurso de apontamento espacial, que fornece a visualização, em tela e em modo de impressão, das feições geométricas (pontos, linhas, polígonos e elementos cosméticos) e dos

<sup>17</sup> O MapGuide Open Source é um servidor de mapas originariamente desenvolvido pela AutoDesk Inc., mas que recentemente foi licenciado publicamente na *General Public License* (GPL). Nesta modalidade de licença, o uso do software é livre, assim como seu código-fonte está disponível para qualquer interessado. Mais detalhes em: <http://www.osgeo.org/mapguide>



atributos alfa-numéricos (nomes e valores) das feições requisitadas;

- possibilidade de seleção e navegação por *layers*, individualmente ou em grupos;
- módulo para impressão em página HTML<sup>18</sup>, com possibilidade de edição do nome do mapa, inclusão de legenda e do norte geográfico;
- régua que mede áreas e segmentos de retas, em unidade de milha, quilômetro e metro;
- recurso para a criação de área de influência (*buffering zone*);
- recursos para aumento e diminuição de escala (*zoom in* e *zoom out*), com seleção de área;
- recurso de *pan mode*, em todas as direções, e;
- apresentação de coordenadas geográficas e planas, de escala e de altitude, no rodapé do *browser*.

Não iremos apresentar em detalhes, aqui, todas as funções do MapGuide, pois em capítulos posteriores, utilizaremos vários recursos disponíveis no sistema, assim, suas funcionalidades cartográficas e computacionais serão não somente descritas, como também ilustradas.

---

<sup>18</sup> *HyperText Markup Language* (HTML) é uma linguagem de programação utilizada para produzir páginas eletrônicas na WWW. Documentos HTML podem ser interpretados pelos navegadores *Web (browsers)*.

## CAPÍTULO 5

### TEORIA DA DISSEMINAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS NA WWW

Feitas as considerações sobre as estruturas componentes de um servidor de mapas, no capítulo anterior, é útil apresentarmos, em seguida, os principais tipos básicos de informações geoespaciais, passíveis de serem disseminadas por estes aplicativos, em navegadores *Web*.

#### 5.1 Mapas estáticos em formato de imagem

A forma mais básica de disseminação de dados geográficos na WWW, é a publicação de mapas estáticos, em formato de imagem, embutidas em páginas *Web*.

Segundo Kraak e Brown (Op. Cit, p. 3), a categoria de mapa mais comum encontrada na WWW seria a estática, pois resultaria apenas da *rasterização* de produtos cartográficos existentes em meio analógico e publicados, geralmente, como imagens na rede. Como um bom uso desta técnica, tem-se a possibilidade de apresentar e disseminar mapas históricos na WWW. Entretanto, mesmo os mapas estáticos poderiam ter alguma interatividade. Esta se daria em sua capacidade nos apontamentos para informações adicionais, quando acessados: por exemplo, ao se *clicar* num mapa de uma cidade, este apontaria para uma *URL*<sup>19</sup> contendo as fotos de cartões postais desta mesma cidade. Vale dizer que a *URL*, no exemplo dado, poderia conter não somente fotografias, mas também vários tipos de imagens e textos. Uma ilustração da publicação estática, pode ser vista na figura a seguir:

---

<sup>19</sup> *Universal Resource Locator* (URL) é uma forma de localizar um recurso na WWW, descrevendo seu endereço de localização, como por exemplo a seguinte URL: <http://www.geografia.fflch.usp.br>. Existem outras forma de localização de recursos, como as que utilizam os *buscadores Web*, tais como o Google, Yahoo, etc.

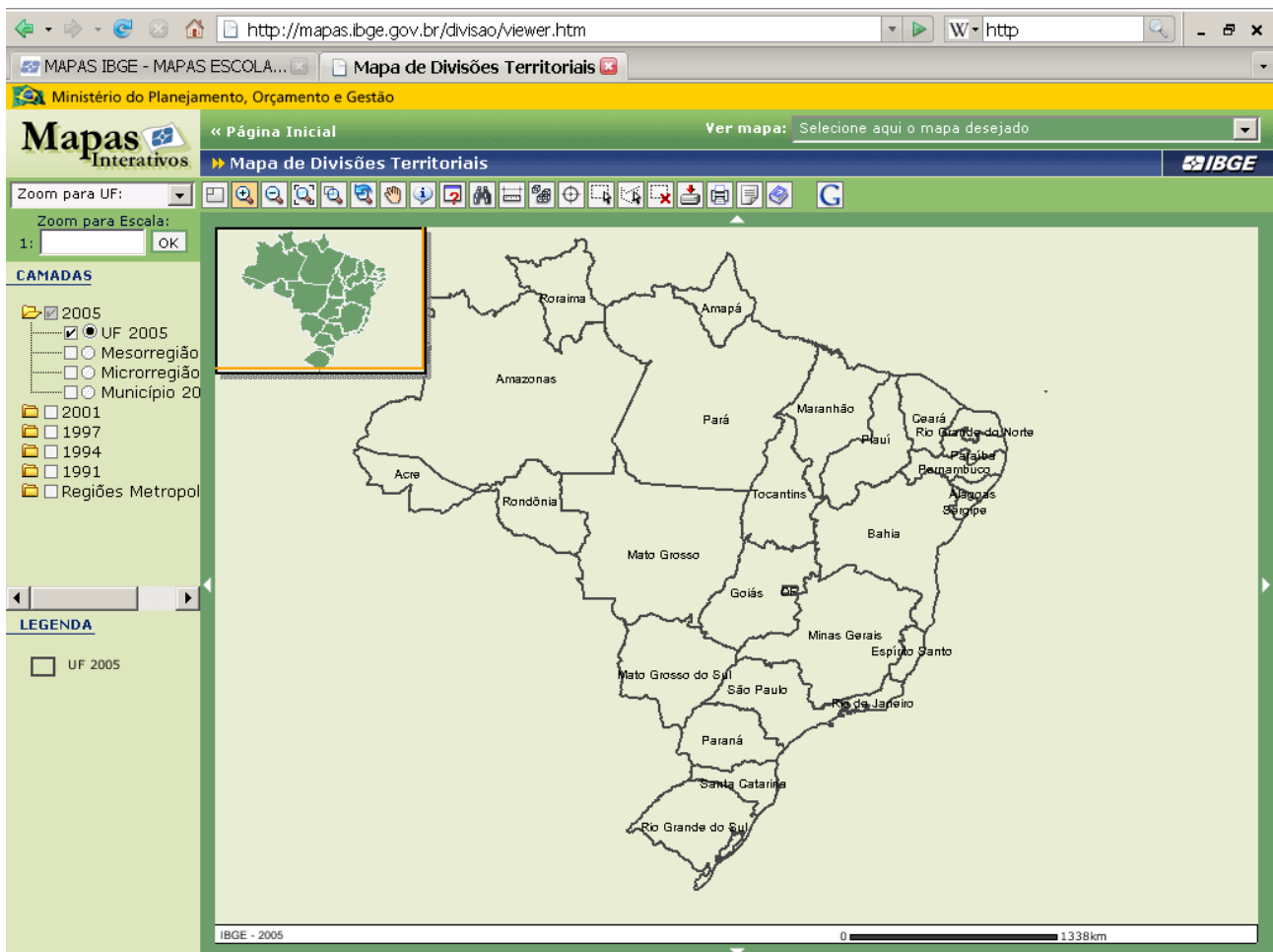


Figura 23 . Mapa estático, publicado em formato matricial. Fonte: Página eletrônica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (<http://www.ibge.gov.br>).

## 5.2 Mapas gerados a partir de formulários

Esta possibilidade de publicação, segundo Junior, Souza e Borges (Op. cit., p. 347), foi muito utilizada durante a década de 90, do século XX, e consiste em oferecer aos usuários, um formulário para preenchimento. Neste formulário, são solicitadas informações quanto às regiões geográficas de interesse (sendo necessário, alguma vezes, escolher diretamente mapas numa articulação ou coleção), os *layers* que devem aparecer e mesmo elementos de composição visual, tais como cores, espessuras de linhas, forma de preenchimento de polígonos, etc. Quando o preenchimento do formulário é terminado, as informações são transmitidas a um servidor, que recupera os dados necessários e converte o mapa final em formato de imagem, como GIF<sup>20</sup> ou JPEG. Esta imagem, então, é inserida em uma página *Web* criada automaticamente e transmitida ao usuário.

<sup>20</sup> *Graphics Interchange Format* (GIF), é um formato digital muito utilizado na WWW, para representações estáticas ou animadas de imagens.

É uma alternativa simples, do ponto de vista dos *browsers*, pois já que apresenta imagens estáticas em formatos padronizados, aqueles não necessitam de nenhum *plug-in*<sup>21</sup> especial, para apresentarem as informações necessárias.

Mesmo oferecendo um mínimo de interatividade, é uma alternativa ainda limitada, pois não permite que o usuário navegue pelo mapa, interagindo diretamente com os objetos apresentados, sem que haja re-geração da imagem. E o aspecto da re-geração contínua de imagens, pode contribuir não só para a lentidão no uso da aplicação (por essas serem compostas de dados matriciais, apresentam um volume muito maior de *bytes* a serem trafegados, o que vai influenciar, diretamente, na velocidade de transmissão destes dados via *Web*), como eventualmente na sobrecarga do servidor de dados, que precisa não somente disponibilizar prontamente os dados requeridos, mas também reconstruir, internamente, dados matriciais a partir de dados vetoriais, se estes estiverem incorporados ao servidor de mapas.

É necessário observar que, qualquer operação simples, como ampliação ou diminuição da escala do mapa (*zoom in* e *zoom out*) por exemplo, exige uma reconstrução de todo o mapa-imagem, com o respectivo processamento no servidor, e nova transmissão via WWW.

Uma ilustração deste tipo de aplicação, pode ser vista na figura a seguir:

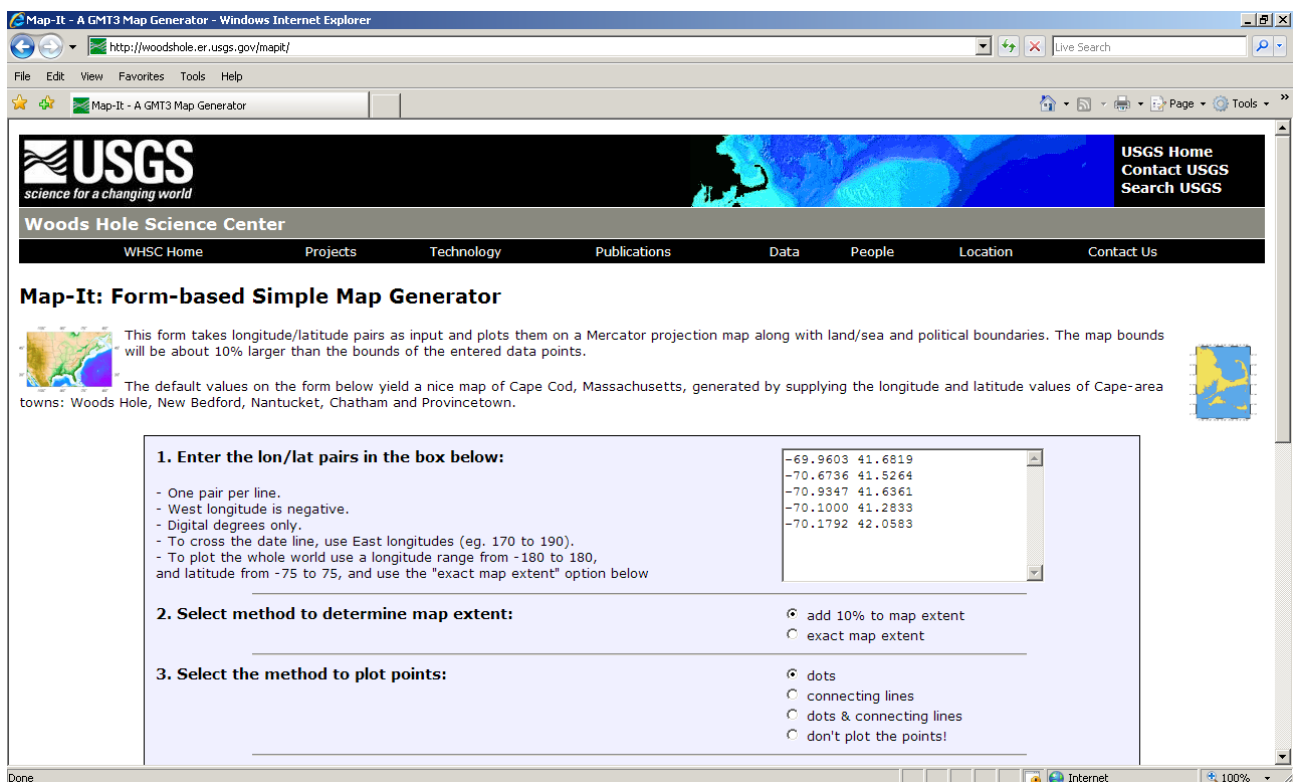


Figura 24 . Mapa baseado em formulário. Fonte: <http://woodshole.er.usgs.gov/mapit/>

21 *Plug-in* é um programa de computador que interage com uma aplicação maior, e fornece um conjunto bem específico de funções, quando requisitado. Muitas vezes, são desenvolvidos por terceiros e *embutidos* nos sistemas principais. Assim que requisitados pela aplicação maior, são geralmente transmitidos pela WWW e instalados diretamente no computador do usuário.

### 5.3 Navegação baseada em mapas-chave

Junior, Borges e Souza (Op. cit., p. 349) apresentam uma outra possibilidade de acesso a dados geográficos por meio da WWW que, basicamente, apresenta ao usuário um mapa-chave, em formato de imagem. O usuário, por sua vez, deverá indicar com o *mouse* uma região no mapa de seu interesse, gerando assim, uma navegação para outro mapa ou imagem mais detalhada. Vale ressaltar que neste tipo de aplicação, existem recursos avançados de ativação/desativação de *layers*, medição de distâncias na tela, etc.

Segundo os autores, esta abordagem permite um grau maior de flexibilidade em relação as anteriormente mencionadas, mas ainda não soluciona eficazmente, a questão dos custos de processamento e transmissão dos dados, nem a questão da navegação interativa.

Nesta modalidade, não existiria, realmente, uma interação direta com o usuário, pois este não seria capaz de acessar diretamente o banco de dados, mas somente, uma imagem de parte do conteúdo do banco de dados, gerada instantaneamente, após o processo de requisição pela aplicação cliente.

Uma ilustração desse tipo de abordagem, pode ser visualizada na figura abaixo:

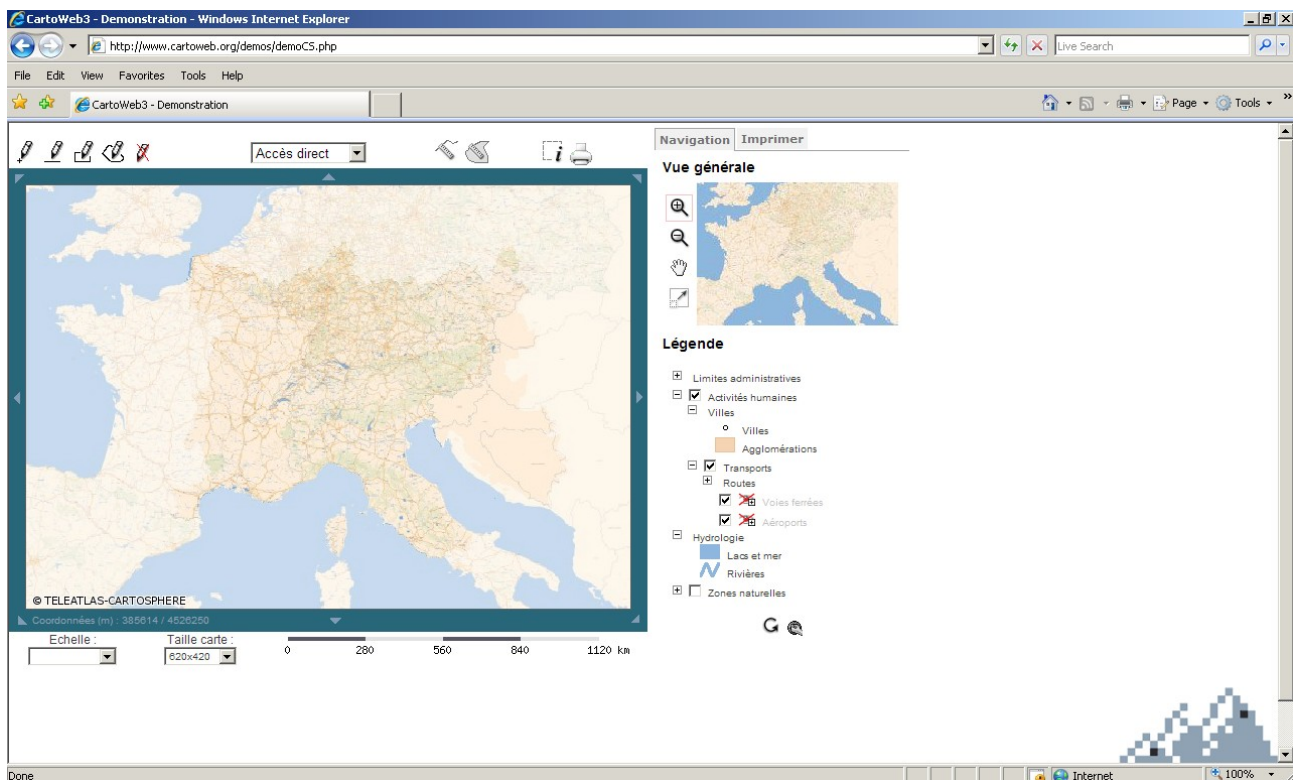


Figura 25. Exemplo de Mapa-chave. Fonte: <http://www.cartoweb.org/demos/demoCS.php>. O CartoWeb funciona sobre o MapServer e, conforme o maior ou menor grau de configuração estabelecido pelo analista, pode se comportar como um aplicativo que serve mapas-chave (quando manipulada dados *raster*), em conjunto com dados vetoriais.

## 5.4 Transmissão de dados vetoriais

Os mesmos autores que vimos citando, afirmam que uma alternativa mais interessante do que a transmissão de imagens, é a transmissão de objetos geográficos, com representação vetorial. Isto porque, neste tipo de representação, os objetos geográficos transmitidos são mantidos na memória da máquina cliente, para que possam ser reaproveitados em casos de operações de *zoom* ou *pan*, aumentando assim, a eficiência na interatividade, pois são dados que consomem menos memória física e, portanto, são de transmissão via *Web* mais rápida. E como consequência, ao usuário é possível interagir diretamente com os objetos do mapa, consultando atributos e acessando funções de manipulação de dados.

Uma outra alternativa possível, seria a aplicação ao mapa vetorial, do conceito de *hipermapa*, simulando nos símbolos e objetos vetoriais existentes no mapa, as operações de *link* (*hyperlink*) presentes em páginas comuns da WWW. Esta operação se daria de modo semelhante àquela aplicada ao mapa-estático. Como exemplo, ao se clicar sobre um ícone ou elemento cosmético de um restaurante, poderia se ter acesso a página deste restaurante na WWW ou mesmo ao seu cardápio de forma *on-line*.

A questão da transmissão de dados geográficos em formato vetorial pela WWW, vinha sendo solucionada, de um lado, pela incorporação nos *browser* da tecnologia *Ajax*, que dispensa a necessidade de *plug-ins*<sup>22</sup>. Basicamente, esta tecnologia permite que os dados vetoriais sejam transformados em matriciais, no momento de sua transmissão ao *browser*, facilitando a disseminação de dados na WWW. Por outro lado, mais recentemente, os navegadores foram preparados para apresentar dados vetoriais nativamente, por meio da linguagem SVG<sup>23</sup>, e alguns servidores de mapas, como o MapServer<sup>24</sup>, possuem especificações para configurá-la no sistema. A transmissão de dados vetoriais por meio de um servidor de mapas, é ilustrada pela figura a seguir:

---

22 A utilização de *plug-ins* se torna, de igual forma, uma alternativa interessante para a disseminação de dados geoespaciais na WWW. Um bom exemplo é o SPRING-WEB, um servidor de mapas desenvolvido pelo INPE, que aciona e se utiliza do *plug-in* Java instalado na *máquina cliente*. Esta arquitetura, além de possibilitar uma maior interoperabilidade (pois o sistema funciona direto sobre o navegador e dispensa o uso de outros *softwares* específicos), permite centralizar boa parte das regras do processos de consulta espacial e manipulação na base de dados, na própria máquina cliente, evitando com isto, a sobrecarga no servidor. A questão da escalabilidade é maximizada, neste tipo de arquitetura. Maiores detalhes estão disponíveis em:

<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/sprweb/springweb.html>

23 *Scalable Vector Graphics* (SVG) é uma linguagem utilizada para descrever desenhos e gráficos bi-dimensionais, sejam estáticos ou animados. Maiores detalhes sobre esta linguagem, estão disponíveis em:

<http://www.w3.org/Graphics/SVG/>

24 MapServer é um servidor de mapas de uso gratuito e código-fonte disponível, que possui recursos avançados para a disseminação e apresentação de dados geográficos na WWW. Mais informações estão disponíveis em:

<http://mapserver.gis.umn.edu/>

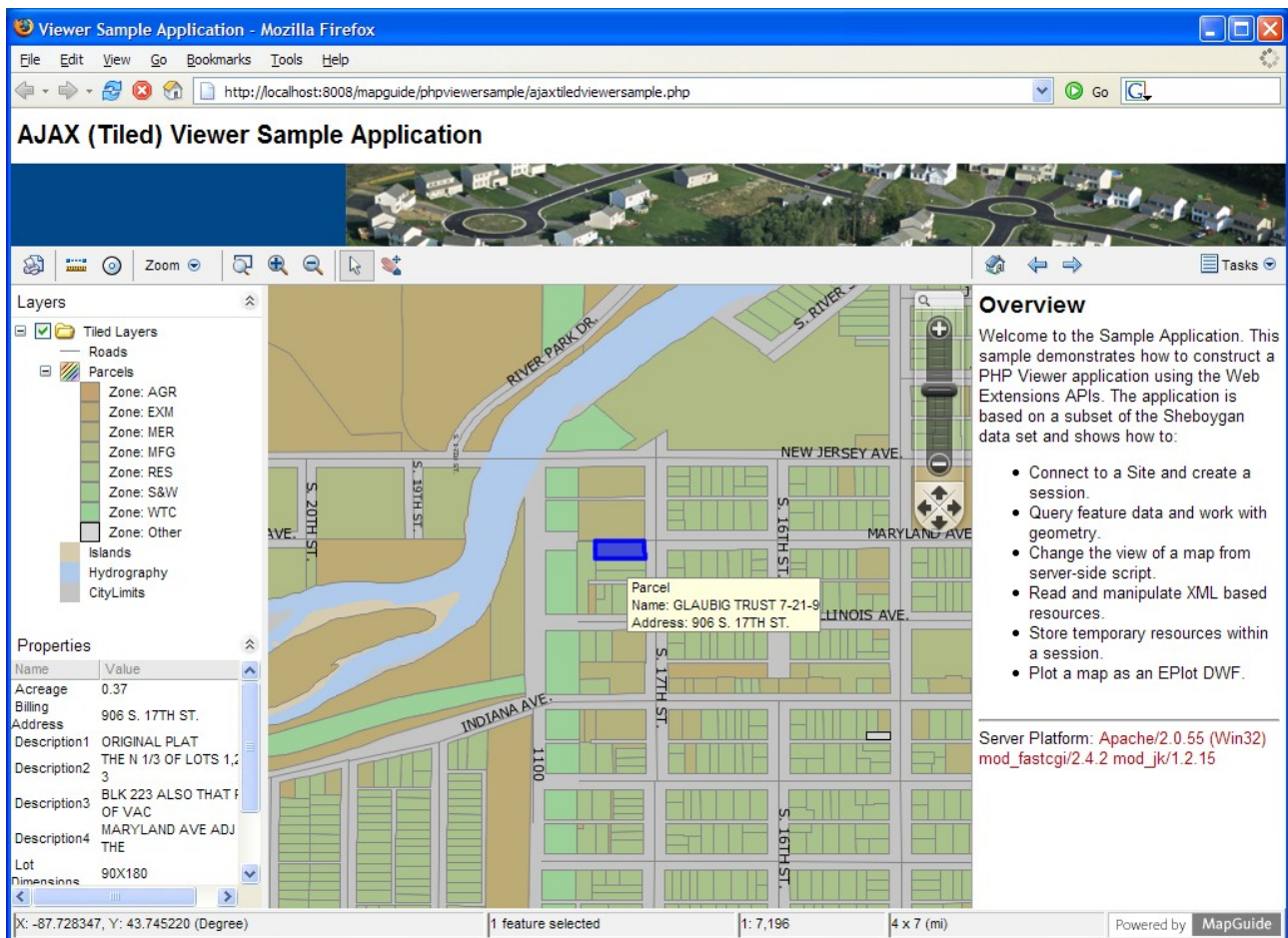


Figura 26. Servidor de Mapas publicando dados vetoriais, por meio do navegador Firefox. Neste caso, foi utilizado o MapGuide - mesmo aplicativo em que desenvolveremos o projeto objeto desta dissertação. O MapGuide, por meio de seu recurso *Ajax Viewer*, é capaz de *rasterizar* os dados vetoriais servidos, fazendo com que o *browser* os apresente nativamente, sem a necessidade de *plug-ins*. Fonte da figura: <http://mapguide.osgeo.org/images/ajaxviewer.png>

Nos próximos capítulos, utilizaremos o MapGuide para publicar os dados geoespaciais recebidos da Prefeitura de Taboão.

Demonstraremos, assim, como realizar a entrada de dados no sistema, fazer sua modelagem interna, apresentar procedimentos básicos e avançados para sua disseminação eletrônica e, finalmente, utilizar os recursos de consulta e operação nos objetos geográficos, disponíveis no servidor, para o estabelecimento de alguns importantes processos na realização de análises espaciais.

## CAPÍTULO 6 MODELANDO E PUBLICANDO DADOS GEOESPACIAIS NO MAPGUIDE

Neste capítulo, apresentaremos em detalhes os procedimentos de modelagem e publicação de dados geoespaciais no sistema MapGuide, por meio do aplicativo Autodesk MapGuide Studio<sup>25</sup>. Seguiremos, assim, as etapas necessárias exigidas pelo sistema, para esta configuração.

Contudo, tendo em vista o entendimento mais preciso dos conceitos envolvidos e buscando uma maior contextualização dos procedimentos adotados nos processos de modelagem e publicação de dados, procederemos de maneira sucinta, primeiramente, à exposição dos conteúdos teóricos próprios do sistema, antes de apresentarmos a etapa operacional de configuração do aplicativo.

### 6.1 ASPECTOS TEÓRICOS

Basicamente, o processo de configuração do MapGuide, para disseminar dados geoespaciais em rede, dá-se pelas seguintes etapas:

1. Carregar no sistema, os arquivos vetoriais e matriciais necessários ao projeto e/ou; configurar conexões às bases de dados externas (em servidores remotos), se necessário e/ou; unir (*merge*) base de dados distintas em formatos de arquivos de uso interno do Sistema;
2. Construir e configurar *layers* que referenciam (espacialmente e não-espacialmente) os dados geoespaciais, atribuindo-lhes categorias temáticas;
3. Construir os mapas, por meio da combinação de diversos *layers*;
4. Disponibilizar os mapas na *Internet* ou em *intranets*, por meio de *layouts* (pré-configurados ou customizados) que permitem a visualização no navegador (*browser*) de rede e em módulos para impressão;
5. Testar o Aplicativo configurado.

#### 6.1.1 ASPECTOS OPERACIONAIS

Após a breve apresentação teórica das etapas gerais necessárias para a modelagem de dados geoespaciais no ambiente MapGuide, procederemos, agora, à fase operacional, que consiste em apresentar os recursos e comandos utilizados no âmbito interno do sistema, para disponibilizar os dados em rede, alcançando assim, um dos objetivos propostos para esta dissertação.

---

<sup>25</sup> Autodesk MapGuide Studio é um sistema proprietário de gerenciamento de conteúdos para o servidor de mapas, desenvolvido pela Autodesk Inc.



Como ilustração, na figura a seguir, apresentaremos por meio do *software* ArcExplorer, um conjunto de arquivos vetoriais ESRI Shape a serem carregados, em seguida, no sistema MapGuide.

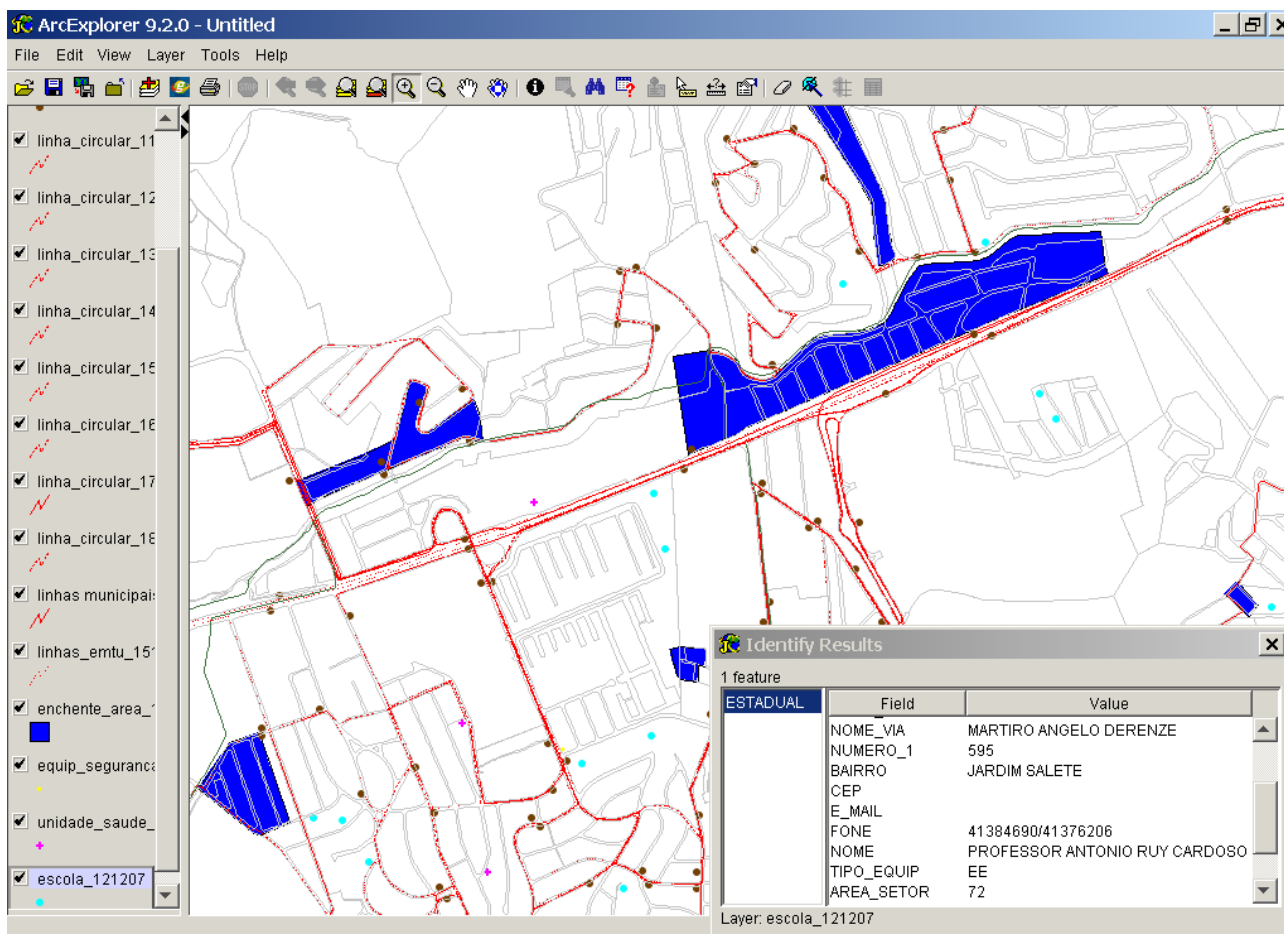


Figura 27. Exemplo de dados vetoriais que podem ser carregados no sistema MapGuide. Neste caso, a seqüência dos *layers*, à esquerda, indicam alguns dos temas representados: linhas de ônibus, áreas de enchente, postos policiais e da guarda civil, escolas, e os postos de saúde e hospitais. Na tabela de dados alfa-numéricos, à direita e abaixo na figura, pode-se constatar os atributos do *layer* de escolas.

Como mencionado na parte teórica deste capítulo, para modelar e disponibilizar dados geoespaciais por meio do MapGuide, é necessário, inicialmente, carregar os arquivos de interesse (sejam estes dados vetoriais ou matriciais) no sistema.

Entretanto, antes de procedermos ao carregamento desses arquivos, é necessário criar as estruturas de pastas, para armazenar os dados que o sistema irá manipular constantemente. Assim, na interface principal do AutoDesk MapGuide Studio, são acionadas as seguinte seqüências de comandos:

*(clicar no menu) File > (clicar em) New Folder > (nomear para) Taboão da Serra*

Com isto, criaremos a pasta principal (*Taboão da Serra*) que conterà as demais sub-pastas.

Em seguida, criaremos as demais sub-pastas. Para tanto, seguiremos a seguinte seqüência:

*(clicar com o botão esquerdo do mouse na pasta) **Taboão da Serra** > (clicar em) **New Folder** > (atribuir o nome **Procedimento de Carregamento** para a pasta).*

Basta repetir essa mesma seqüência para criarmos outras sub-pastas, com os seguintes nomes: *Mapas*, *Layout de Web* e *Biblioteca de Símbolos*.

Feito isto, em seguida, invocaremos no Autodesk MapGuide Studio, na interface inicial do programa, o comando *Load file-based data*, para carregar no MapGuide, os dados de interesse (matriciais ou vetoriais). A seqüência de comandos, estrutura-se, então, da seguinte maneira:

*Interface do Autodesk MapGuide Studio > (acessar a função) **Load file-based data**.*

Neste processo, após a seleção dos arquivos, pode-se atribuir uma gama de sistemas de referência e projeções aos dados a serem carregados no aplicativo. O MapGuide oferece, nativamente, centenas de sistemas de referências utilizados em vários países do mundo, inclusive os utilizados no Brasil.

A base de dados geoespaciais em uso neste trabalho, está georreferenciada em UTM-SAD69 – a projeção oficial e referência geodésica ainda utilizada no Brasil. O sistema MapGuide reconhece este sistema, assim como muitos outros, como o antigo Córrego Alegre e o novo SIRGAS<sup>26</sup>. Atribuiremos, portanto, a projeção UTM, o DATUM SAD69, no fuso 23 sul, aos arquivos a serem carregados no sistema.

Os comandos e recursos para os procedimentos acima descritos, poderão ser vistos, parcialmente, na figura a seguir:

---

26 O desenvolvimento do Projeto SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) compreende as atividades para a adoção no continente americano, de um sistema de referência de precisão compatível com as técnicas atuais de posicionamento, notadamente as associadas ao Sistema de Posicionamento Global (GPS). Para maiores detalhes, acessar: <http://www.sirgas.org/>

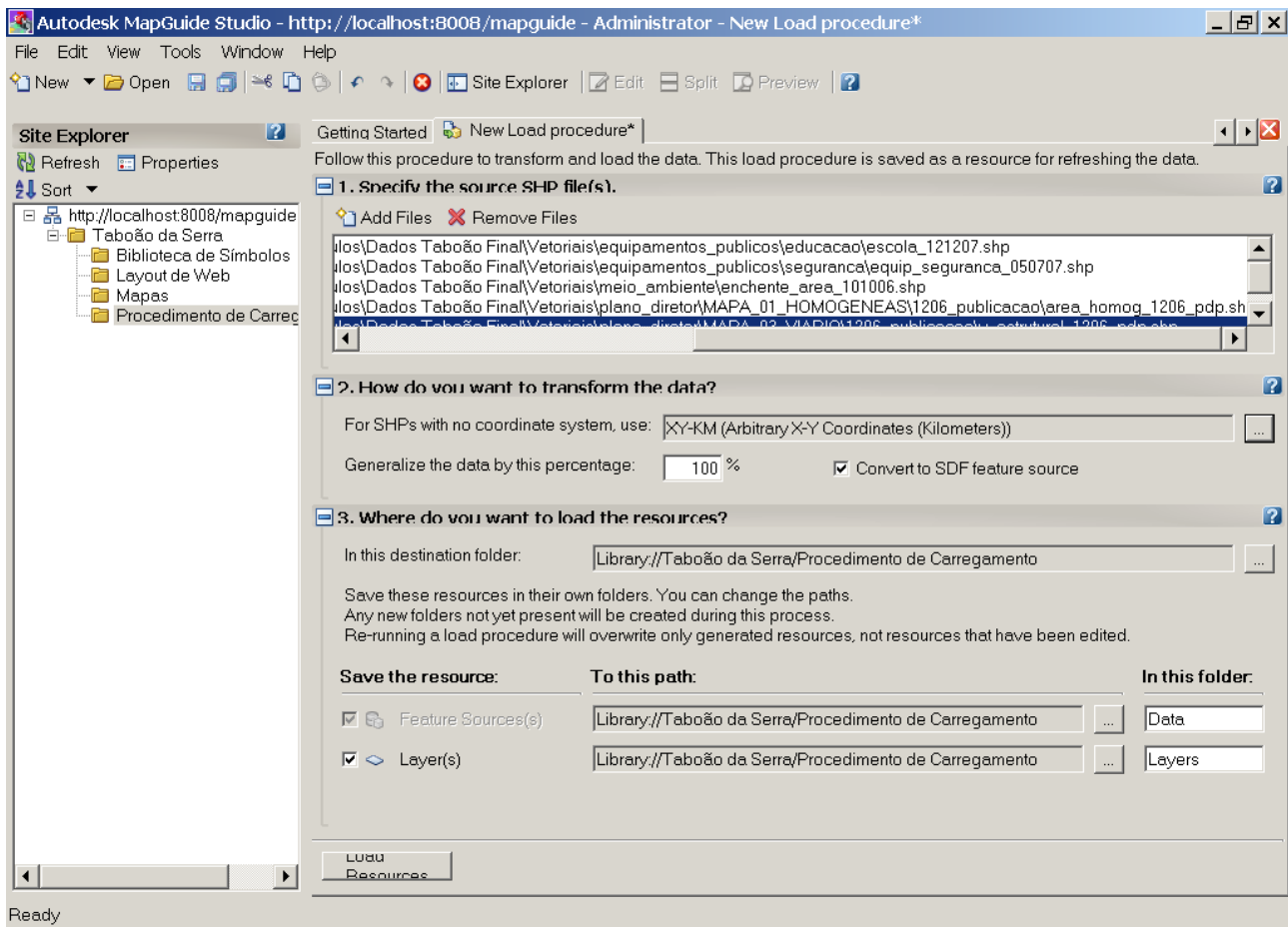


Figura 28. Interface do programa Autodesk MapGuide Studio, em que é possível carregar arquivos matriciais e vetoriais no sistema MapGuide, definindo-lhes diversos sistemas de referência e projeções, com a possibilidade de transformar os arquivos carregados, em *resources* para maximização de uso pelo sistema.

Após o carregamento efetuado no processo anterior, o sistema cria automaticamente, como pode ser visto na figura acima, duas pastas com os nomes de *Layers* e *Data* (que poderão ser renomeadas, sempre que desejado), necessárias ao armazenamento do conjunto de dados vetoriais e matriciais que comporão o mapa final a ser disponibilizado via *Web*.

De igual modo, ao se acessar a pasta *Layers*, o sistema passa para o módulo *Layer Editor*. É neste módulo que o analista define, predominantemente, as respostas visuais (em tela ou em módulo de impressão) que estarão disponíveis aos usuários, quando estes interagirem com os mapas finais, apresentados no *browser*.

Entre outras aspectos, é importante ressaltar algumas funções presentes neste módulo, como a possibilidade de editar os estilos de linha e cores dos mapas finais (as primitivas de linhas perdem sua formatação ao serem carregadas no sistema, e se tornam mono-cromáticas); suas escalas inicial e final (recurso muito útil quando se trabalha com dados matriciais, pois pode-se definir uma escala máxima para estes dados, fazendo com que seja evitado o *estouramento* dos *pixels*); definir os *hyperlinks* aos quais os usuários poderão ser direcionados; selecionar quais atributos de um banco de dados alfa-numérico poderão ser visualizados pelos usuários, quando apontarem para uma feição

no mapa; entre outros recursos adicionais.

Uma ilustração da interface sobre a qual decorremos, e parte de suas funções, pode ser vista na figura a seguir:

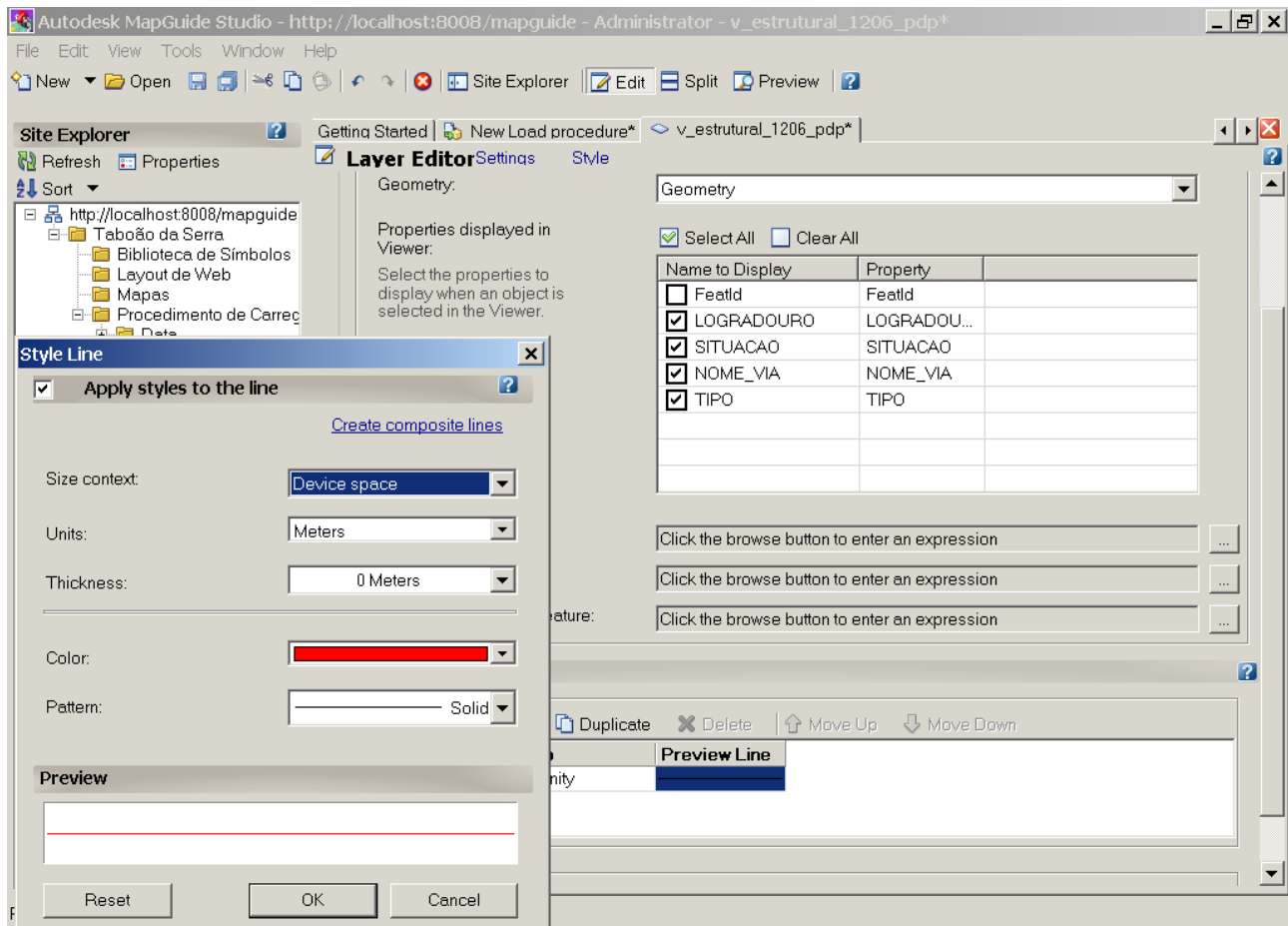


Figura 29. Interface do módulo *Layer Editor*, que permite ao analista modificar e estilizar os elementos gráficos do mapa final (cores, estilos de linha), bem como definir aspectos importantes dos dados a serem mostrados no *browser*, como escalas inicial e final dos mapas e atributos de banco de dados que estarão visíveis aos usuários finais.

Após essa etapa, é necessário criar um *mapa* – que na terminologia do MapGuide, nada mais é que a coleção de diversos *layers*.

Para tanto, basta ir na pasta *Layers* e clicar com o botão esquerdo do *mouse*, invocando o comando *New* e, em seguida, o comando *Map*, como explicitado no esquema abaixo:

(Clicar com o botão esquerdo do mouse em) **Layers** > (clicar em) **New** > (e finalmente, escolher a opção) **Map**.

Feito isto, ter-se-á, como resposta visual, a interface de tela *New Map*, que apresenta ao analista, a possibilidade de atribuir o nome desejado ao mapa, a cor de fundo (*background color*) que este terá, suas coordenadas espaciais e a ordem (sequência) dos *layers* que estarão na tela,

disponíveis por seleção (ativação ou desativação) ao usuário final.

Em nosso caso, atribuímos o nome *Mapa de Taboão da Serra – SP* ao mapa; selecionamos a cor branca como fundo de tela, em que o mapa estará circunscrito; não acionamos o recurso de coordenadas, pois estas permanecerão, por *default*, as mesmas quando da edição dos *layers* no módulo Layer Editor; e, finalmente, no recurso de *Layers* (que possibilita criar grupos de *layers* e determinar a seqüência de aparecimento destes em tela), criamos novos grupos (pastas) de *layers*, por meio do comando *Create a New Group* (representado por um ícone de pasta). Como exemplo, os seguintes grupos de *layers* criados foram:

- Hidrografia (que contém o *layer* das áreas passíveis de enchentes);
- Áreas Homogêneas (que contém o *layer* de regiões homogêneas, ou seja, regionalizadas por temas como, proteção ambiental, urbanização consolidada, desenvolvimento econômico, etc);
- Saúde Pública (que contém o *layer* com os hospitais, clínicas médicas e unidades básicas de saúde);
- Segurança Pública (que contém o *layer* com os postos policiais, delegacias e guarda municipal);
- Transporte (que contém os *layers* de pontos de ônibus, e linhas de ônibus municipais e metropolitanas), e;
- Escola (que contém o *layer* com as escolas municipais).

Para colocar os *layers* pertinentes em cada grupo respectivo, basta acionar o comando *Add a new layer*, representado por um ícone com um sinal de adição (+), ou arrastar os *layers* pretendidos da pasta Layers, que está dentro da pasta Taboão da Serra (no *Site Explorer*).

Os comandos acionados e as pastas criadas, estão ilustradas na figura a seguir:

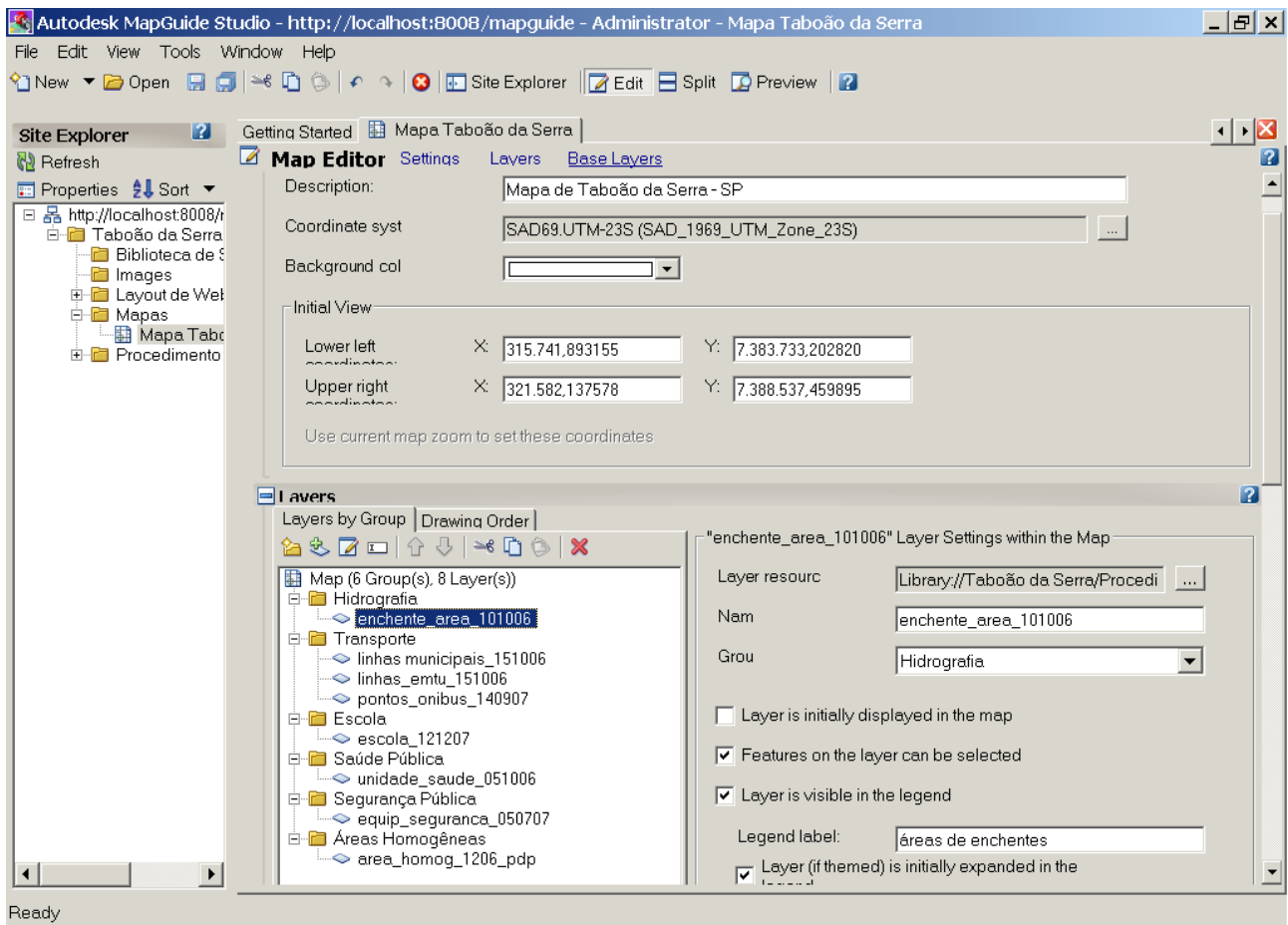


Figura 30. Módulo *New Map*.

É possível, também, escolher a ordem de desenho dos *layers* na tela, por meio da guia *Drawing Order*, ao lado da guia *Layer Group*. Isto é interessante porque há casos em que *layers* são tamponados por outros, e ficam invisíveis em tela, mesmo carregados corretamente no sistema e escolhidos devidamente pelos usuários. Isto pode acontecer tanto com *layers* matriciais quanto vetoriais.

Por fim, basta salvar o *resource* e gravar na pasta Mapas, anteriormente criada, atribuindo-lhe um nome qualquer.

Para acessar o mapa recém-criado, basta acionar a pasta Mapas, no *Site Explorer*, e clicar no nome do mapa e pressionar *Preview*, na janela (menu) superior. Assim, teremos uma resposta visual, como a seguinte:

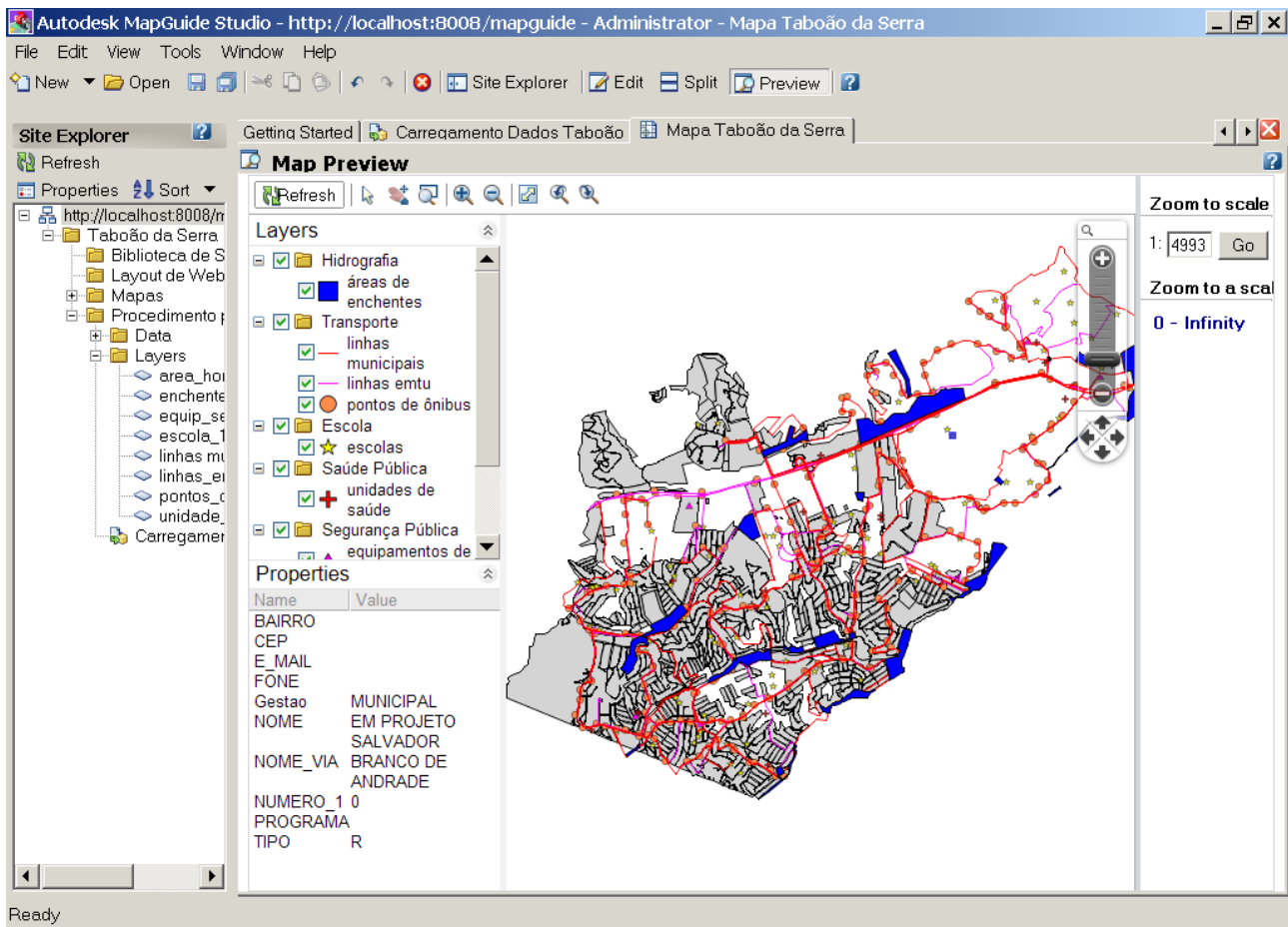


Figura 31. Resposta visual do Mapa de Taboão da Serra.

Basicamente, o mapa está pronto para publicação via *web*. Para isso, é necessário invocar o comando *New Web Layout*.

As etapas necessárias estão descritas no esquema abaixo:

*(clique na pasta Mapas no Site Explorer) > (clique com o botão esquerdo do mouse no Mapa de Taboão da Serra – SP) > (invocar o comando) New > (invocar o comando) Web Layout.*

Feitas essas etapas, o sistema abrirá uma nova aba na janela superior, chamada *New Web layout*.

Os recursos presentes nesta janela, permitem ao analista atribuir o título do mapa que aparecerá no topo do *browser*; definir os recursos disponíveis ao usuário final (como recursos de impressão, régua de distâncias, botão de área de influência (*buffer*), botão de seleção de polígonos, botão de limpeza de seleção, entre diversos outros recursos úteis).

Para a visualização de alguns recursos disponíveis nesta janela, apresentamos a figura abaixo:

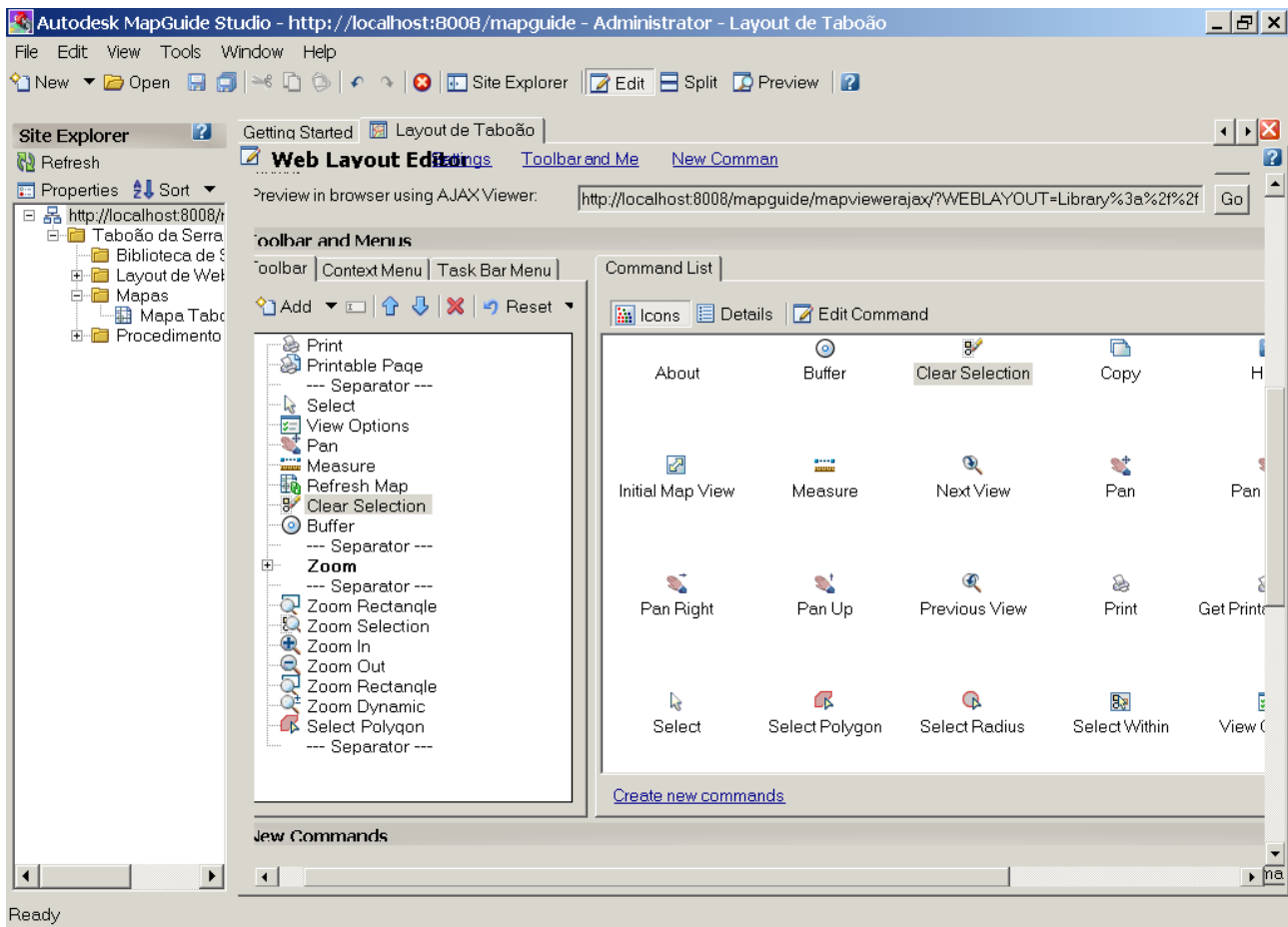


Figura 32. Módulo New Web Layout, em que é possível selecionar os recursos que estarão disponíveis no *browser*, para o usuário final.

Como pode ser visto na figura acima, ao analista é facultada a escolha dos recursos de manipulação geométrica e gráfica nos dados geoespaciais carregados. É interessante que o sistema, apesar de vir configurado em inglês, permite que alguns recursos tenham modificados seus nomes e *tool tips*<sup>27</sup>, a fim de que apareçam no idioma escolhido pelo analista, quando disponibilizados via rede. Infelizmente, este recurso não se estende a todos os comandos, mas apenas aos mais básicos como “Home”, “Forward”, “Back” e “Tasks”.

Para o título do mapa, atribuiremos o nome *Mapa Temático de Taboão da Serra – SP*.

Para a visualização do mapa (Mapa de Taboão da Serra – SP) anteriormente criado no módulo *New Map*, basta o associarmos ao comando *Map resource used in this layout*, na parte de configurações (*Settings*) da janela. Na seqüência, basta apenas clicar no ícone *Preview in browser using AJAX Viewer*, nesta mesma janela de *New Web Layout*, visível no centro da figura acima, para que o sistema abra o navegador de *Internet*, com o mapa publicado.

Assim, teremos um mapa como ilustrado na figura a seguir:

<sup>27</sup> *Tool tips* são rótulos que informam, de maneira geral, o que é o objeto indicado pelo ponteiro do *mouse*.

Diferentemente dos *labels*, os *tool tips* desaparecem da tela, assim que o ponteiro do *mouse* é afastado do objeto.



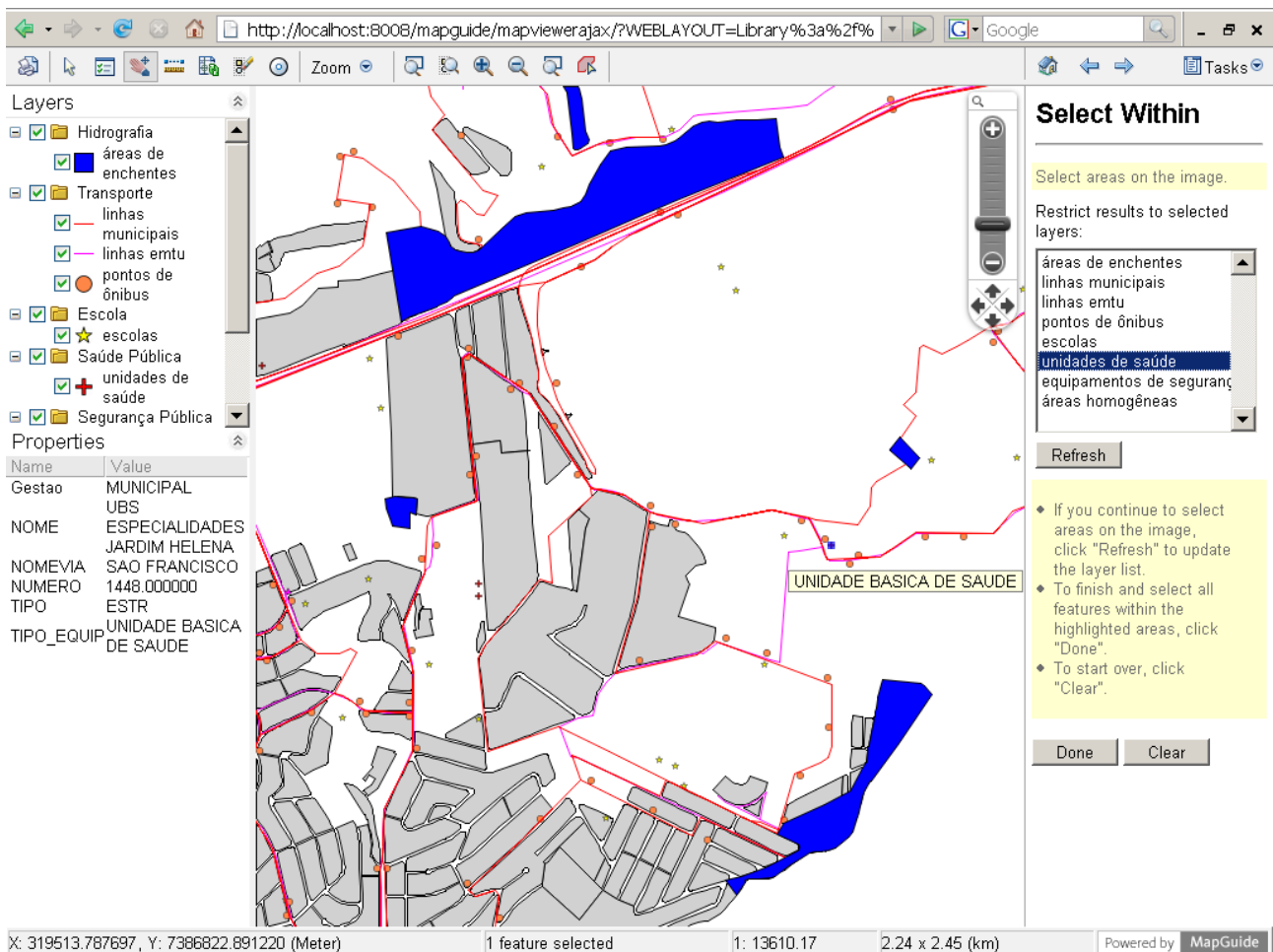


Figura 33. Mapa de Taboão publicado na WWW e visível no *browser*, mostrando os atributos alfa-numéricos (à esquerda, no canto inferior) do objeto selecionado, e seu *tool tip* correspondente. No caso, foi selecionada uma Unidade Básica de Saúde.

O mapa, neste estágio de configuração do servidor de dados geoespaciais, já pode ser publicado via WWW e atingir o público interessado. Entretanto, é possível adicionar, ainda, mais recursos ao mapa carregado no sistema. É o que demonstraremos nos passos seguintes.

### 6.1.2 LABELS

Os *labels* são rótulos persistentes (não desaparecem facilmente como os *tool tips*) que ficam unidos às primitivas gráficas, qualificando-as, de acordo com algum atributo escolhido no banco de dados alfa-numérico. São muito úteis para a apresentação direta ao usuário, de informações importantes contidas no banco de dados, sem que o mesmo necessite realizar um apontamento espacial nos objetos geográficos, para visualizá-las.

Como guia dos procedimentos adotados para disponibilizar a função de *label*, apresentamos o esquema abaixo:

(No **Site Explorer**, clicar na pasta **Layers** e escolher um layer qualquer. Em nosso caso, escolheremos o layer **Sistema Viário**) > (Acessar o layer clicando duas vezes em seu nome) > (Na aba **Layer Editor** que será aberta, clicar em **Style**) > (Na gama de escalas a serem utilizadas, deixaremos de 0 a 30.000, embora se trate de dados vetoriais, que permitem o livre aumento e diminuição de escala, sem comprometer a resposta gráfica das primitivas) > (Na opção **Feature Label**, clicaremos no botão [...]) > (Na caixa de diálogo **Style Label**, selecionar **Create Label**) > (Clicar em **Property to Display** e escolher o item desejado. Em nosso caso, escolheremos **Nome\_Via**) > (Na caixa de seleção **Units**, escolheremos **Points**) > (Na caixa de seleção **Size**, escolheremos o tamanho 8) > (para a seleção **Text Color**, escolheremos a cor vermelha, para contrastar com o cinza da primitiva gráfica linha) > (No painel **Layer Preview** clicar em **Refresh**) > (Na opção **Zoom to Scale**, clicar em **0 – 30000**, como anteriormente definido) > (Salvar o Mapa e visualizá-lo no **Layout de Web**).

Seguindo o procedimento acima descrito, teremos um mapa ou croqui, como ilustrado pela figura abaixo:

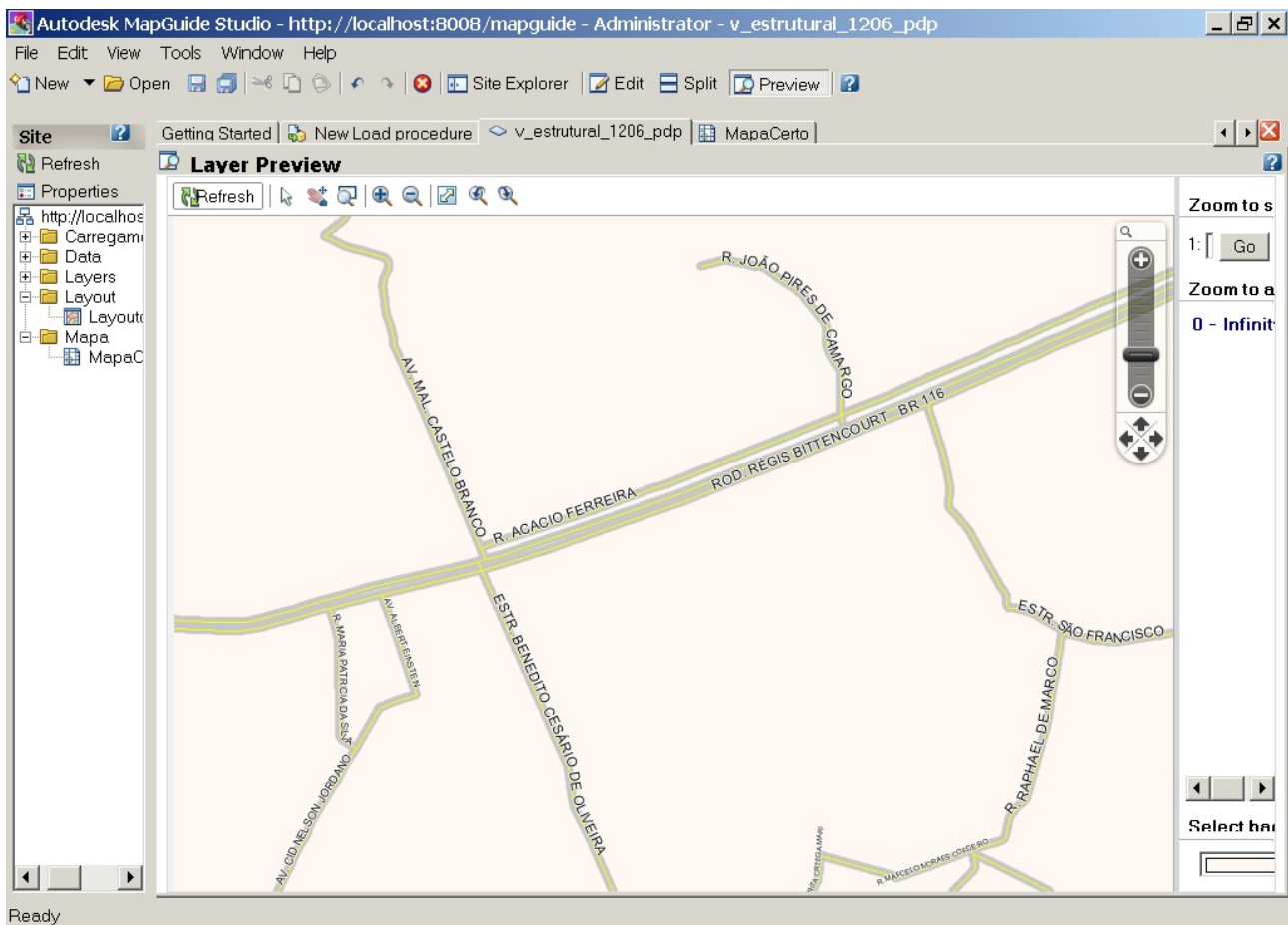


Figura 34. Labels provenientes do campo *Nome\_Via*, do layer Sistema Viário. Note que em conjunto com os labels, é possível editar as primitivas gráficas, a fim de se tornarem mais artísticas e parecidas com uma feição real do espaço geográfico. Neste caso, uma feição linear foi formatada para simular uma via pavimentada real.

### 6.1.3 SISTEMA DE IMPRESSÃO

Os *layers* selecionados em tela podem ser impressos, assim como a coleção deles. Isto significa que os dados anteriormente carregados e tratados digitalmente no sistema, poderão ter uma transformação analógica, isto é, poderão ser transferidos para o papel, na forma de um mapa convencional. Para acessar este recurso, basta clicar no ícone *Get Printable Page*, na janela do *browser*.

Nesta função, pode-se escolher o título a ser dado ao mapa, a inclusão ou não da legenda e do norte geográfico, como ilustrado na figura abaixo:

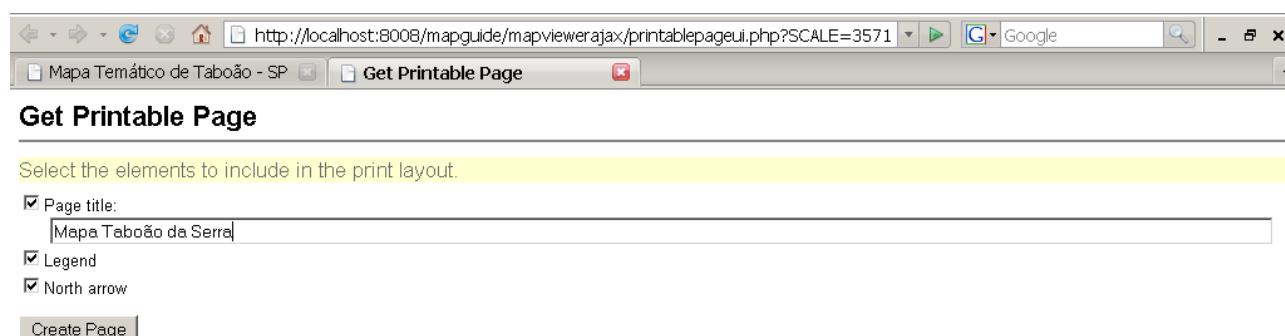


Figura 35. Recurso de impressão do MapGuide, permitindo a escolha do Título (nome do mapa), a inclusão da legenda e da orientação da folha, com o norte geográfico.

Entretanto, como se pode perceber na figura anterior, não existe por *default* a opção de inclusão de fonte ou da escala (numérica ou gráfica) para o mapa a ser impresso. Estas, só podem ser adicionadas por códigos de programação. A escala, por exemplo, só pode ser vista no *browser*, antes do acesso ao recurso de impressão. A fonte, contudo, não pode ser visualizada nem mesmo no

mapa digital, visível em tela.

Sob a ótica cartográfica, estas são duas grandes falhas, pois o mapa impresso não dá ao usuário a noção de dimensão dos objetos geográficos representados, além de omitir a origem das informações apresentadas.

É importante, portanto, que analistas de sistemas de Geoprocessamento, estejam atentos e não descuidem da representação normatizada da informação geográfica, objeto principal da ciência cartográfica. E, principalmente, que os desenvolvedores destes sistemas, incluam o mais cedo possível, estes recursos básicos aos aplicativos.

A figura, abaixo, ilustra o mapa selecionado pelo recurso de impressão:

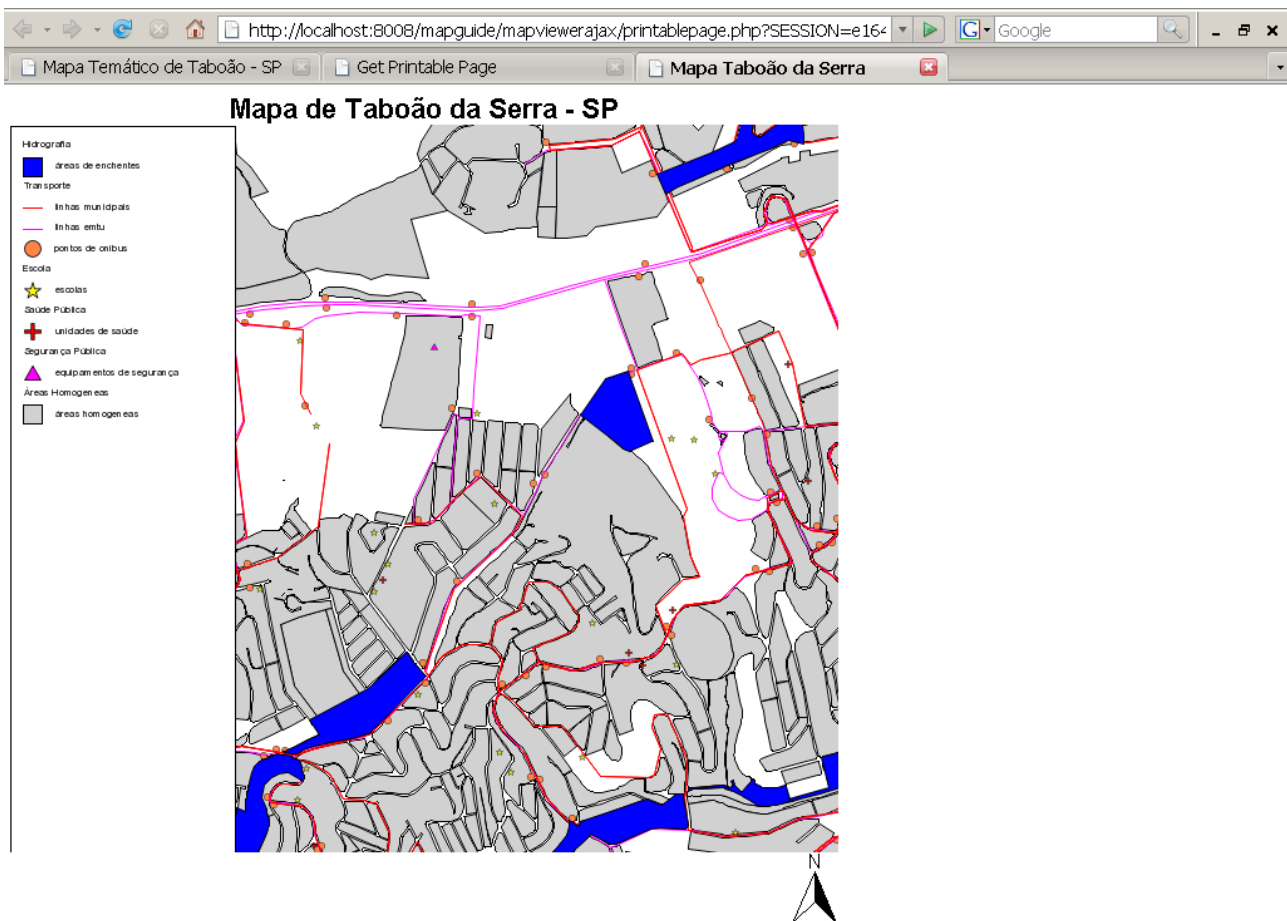


Figura 36. Mapa de Taboão da Serra, selecionado pelo recurso de impressão. Na figura, pode se ver o Título do mapa, a legenda e a orientação da folha por meio do ícone do norte geográfico. Contudo, não estão presentes a escala (gráfica ou numérica), nem a fonte das informações apresentadas no mapa.

Vimos, até agora, como fazer a entrada, modelagem e publicação básica dos dados geoespaciais, no MapGuide. Na seqüência, apresentaremos vários recursos e procedimentos para disseminar, de maneira mais avançada, estes dados que foram incorporados ao sistema.

## CAPÍTULO 7

### DISSEMINANDO DADOS COM O MAPGUIDE – PROCEDIMENTOS AVANÇADOS

#### 7.1 DISPONIBILIZANDO OS ARQUIVOS GEOESPACIAIS ORIGINAIS

Em servidores de mapas, usualmente, as informações apresentadas no *browser* são descartadas após as consultas nas geometrias ou nos atributos alfa-numéricos. No MapGuide, se o usuário não acessar o módulo de impressão e imprimir os *layers* ativos ou o resultado das consultas espaciais, estes dados se perderão quando o *browser* for fechado.

O CartoWeb, servidor de mapas avançado que roda sobre o MapServer, permite que as informações da tela (entre elas, os resultado das consultas espaciais e no banco de dados alfa-numérico), sejam gravadas num arquivo PDF<sup>28</sup>, para posterior impressão ou distribuição eletrônica.

Há ocasiões em que os usuários necessitam ter acesso aos arquivos geoespaciais, em seus formatos originais, para posterior utilização em SIG. Esta situação é mais freqüente para usuários avançados de geotecnologias. Neste caso, o servidor de mapas é transformado num servidor de dados, num aplicativo que tem a capacidade de disseminar eletronicamente os arquivos geoespaciais, substituindo sua gravação em mídias óticas (CD-ROM, DVD-ROM) ou magnéticas (Discos Rígidos).

O ArcIMS (servidor de mapas da ESRI) fornece, nativamente, esse recurso. O sistema permite o *download* dos arquivos ESRI Shapes apresentados em tela, diretamente para a máquina do usuário.

O MapGuide, entretanto, não fornece nativamente tal função, sendo necessário ao analista gerar *scripts* (códigos de programação) em PHP<sup>29</sup>, para que o usuário possa realizar o *download* dos dados.

No caso em que pese a dificuldade de estruturar algoritmos para implementar no sistema esta função, o analista pode armazenar os dados geoespaciais originais num servidor FTP<sup>30</sup> e apontar na interface de publicação do MapGuide, um *hyperlink* para este *site*. E isto é bem simples.

Basta acessar o módulo *Web Layout Editor*, na interface do *Site Explorer* no Autodesk

---

28 *Portable Document Format* (PDF) é um formato de arquivo com padrão aberto e interoperável (funciona em diversas plataformas de *hardware* e *software*), criado pela Adobe Systems em 1993, e é utilizado para a publicação de documentos de texto e imagens.

29 *Hypertext Preprocessor* (PHP) é uma linguagem de programação, utilizada para criar páginas *Web* dinâmicas (interativas). Vários servidores de mapas utilizam esta linguagem para sua manipulação avançada, entre eles, o MapGuide, o MapServer e o CartoWeb. Entre as vantagens de sua utilização, está o fato de poder ser embutida em páginas HTML, com a conseqüente interpretação imediata pelo navegador (*browser*).

30 Chama-se servidor FTP um servidor que fornece, através de uma rede de computadores, um serviço de acesso de usuários a um disco rígido ou servidor de rede, através do protocolo de transferência de arquivos *File Transfer Protocol* (FTP). Seu acesso pode se dar por qualquer usuário da rede ou reservado (com pedido de *login* e senha).

MapGuide Studio. Para isto, é necessário somente clicar no arquivo de *layout* criado anteriormente. No *Web Layout Editor*, o analista pode definir o endereço do *hyperlink*, que pode ser acessado numa nova página *Web* ou na mesma página dos mapas publicados. A figura abaixo, ilustra estes procedimentos:

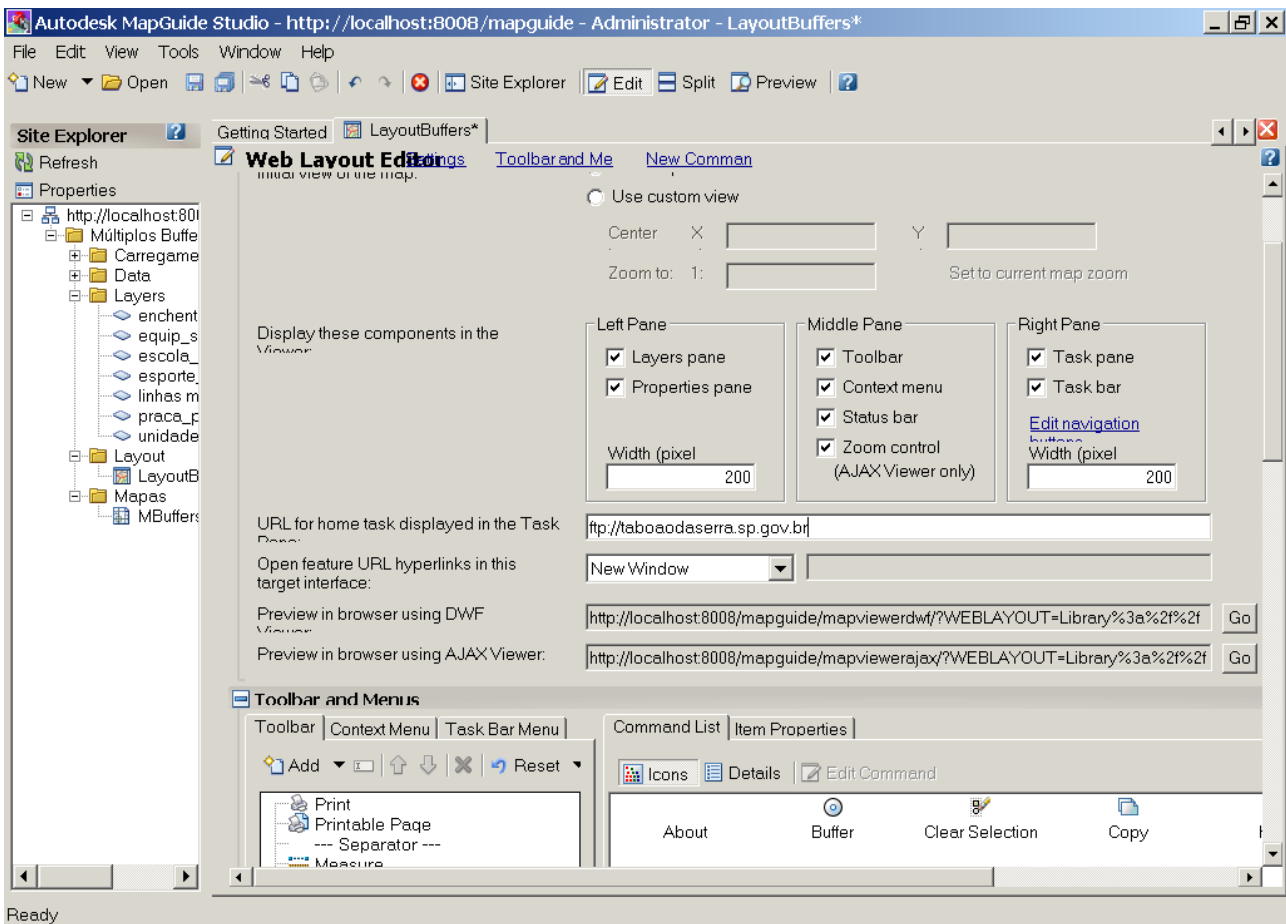


Figura 37. Módulo Web Layout Editor, no Autodesk MapGuide Studio. No centro da figura (*URL for home task displayed in the task pane*), é possível ao analista inserir *hyperlinks* para *websites*, inclusive servidores FTP.

Feito isto, é possível publicar os dados geospaciais sem dificuldade alguma, juntamente com o acesso ao *site* FTP.

Outra grande vantagem, é disponibilizar pelo servidor FTP arquivos volumosos, entre estes, arquivos matriciais, como cenas satelitais e/ou produtos aerofotogramétricos que, por seu tamanho, poderiam comprometer a dinâmica de troca de dados entre o servidor de mapas, e as aplicações clientes (*browsers*, máquinas dos usuários).

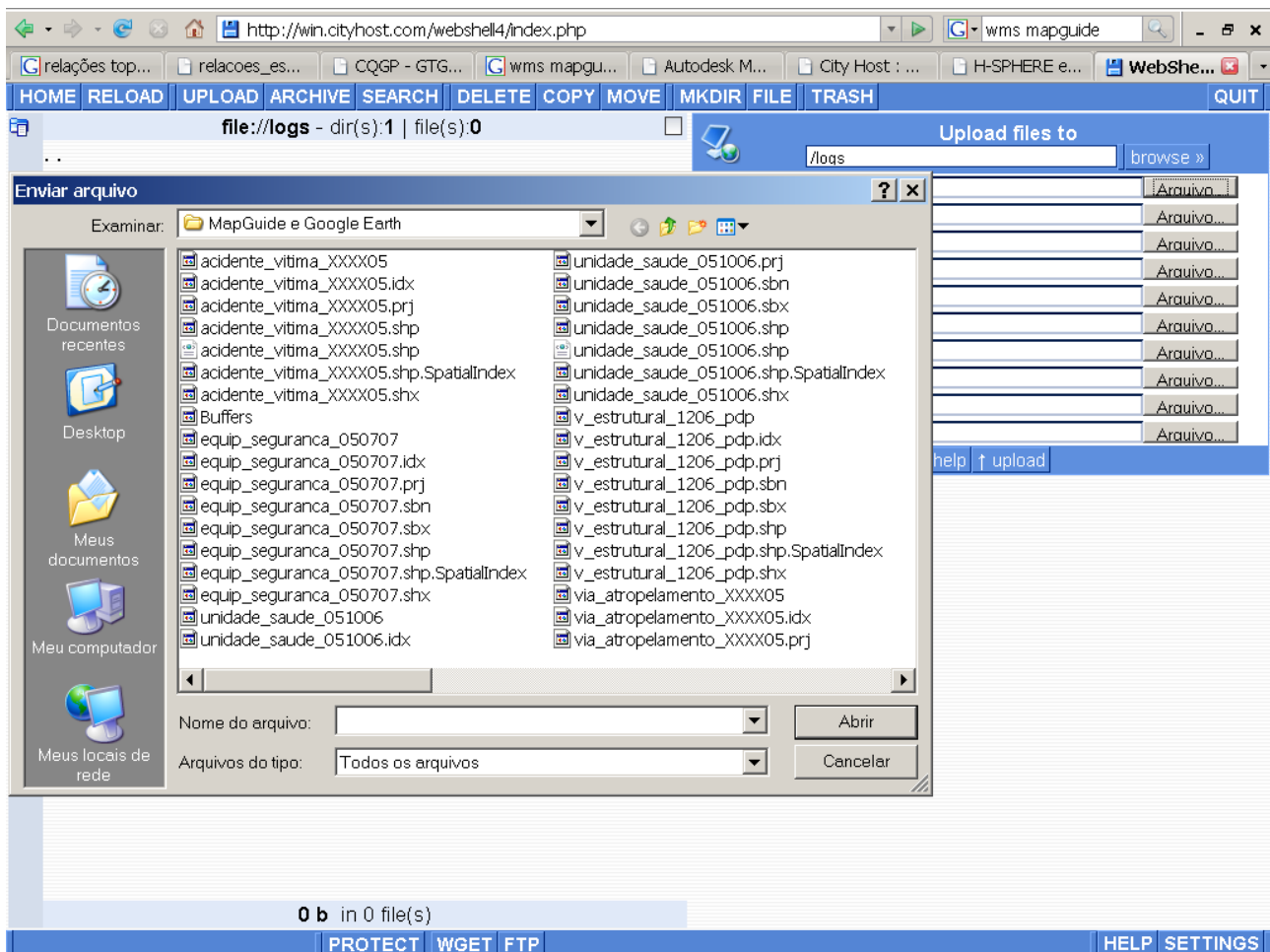


Figura 38. Módulo de *upload* do Gerenciador de *site* FTP *on-line* - WebShell -, em que todos os tipos de arquivos (na figura, arquivos ESRI Shapes), podem ser carregados, e ficam disponíveis para *download* pelos usuários, independentemente de tempo ou de lugar. Como visto, é muito simples carregar arquivos matriciais ou vetoriais num *site* FTP, para disponibilização constante.

Vale dizer que também é possível ao analista criar uma página HTML, com recursos visuais atraentes, fazendo com que os *hyperlinks* da página, apontem diretamente para um servidor FTP (este, permanecendo oculto ao usuário que acessa a página HTML). A página HTML poderia ser configurada, então, para ser aberta juntamente com o MapGuide publicado no *browser*, ambos estando na mesma interface para o usuário.

Um exemplo do que está sendo comentado, seria publicar o *web site* da Prefeitura de Taboão da Serra, na mesma página do MapGuide, pela configuração da URL no módulo *Web Layout Editor*.

A ilustração a seguir, apresenta a publicação dos mapas por meio do MapGuide, juntamente com a disponibilidade de acesso a conteúdos diversos num *site* FTP básico, sem criação de página HTML:



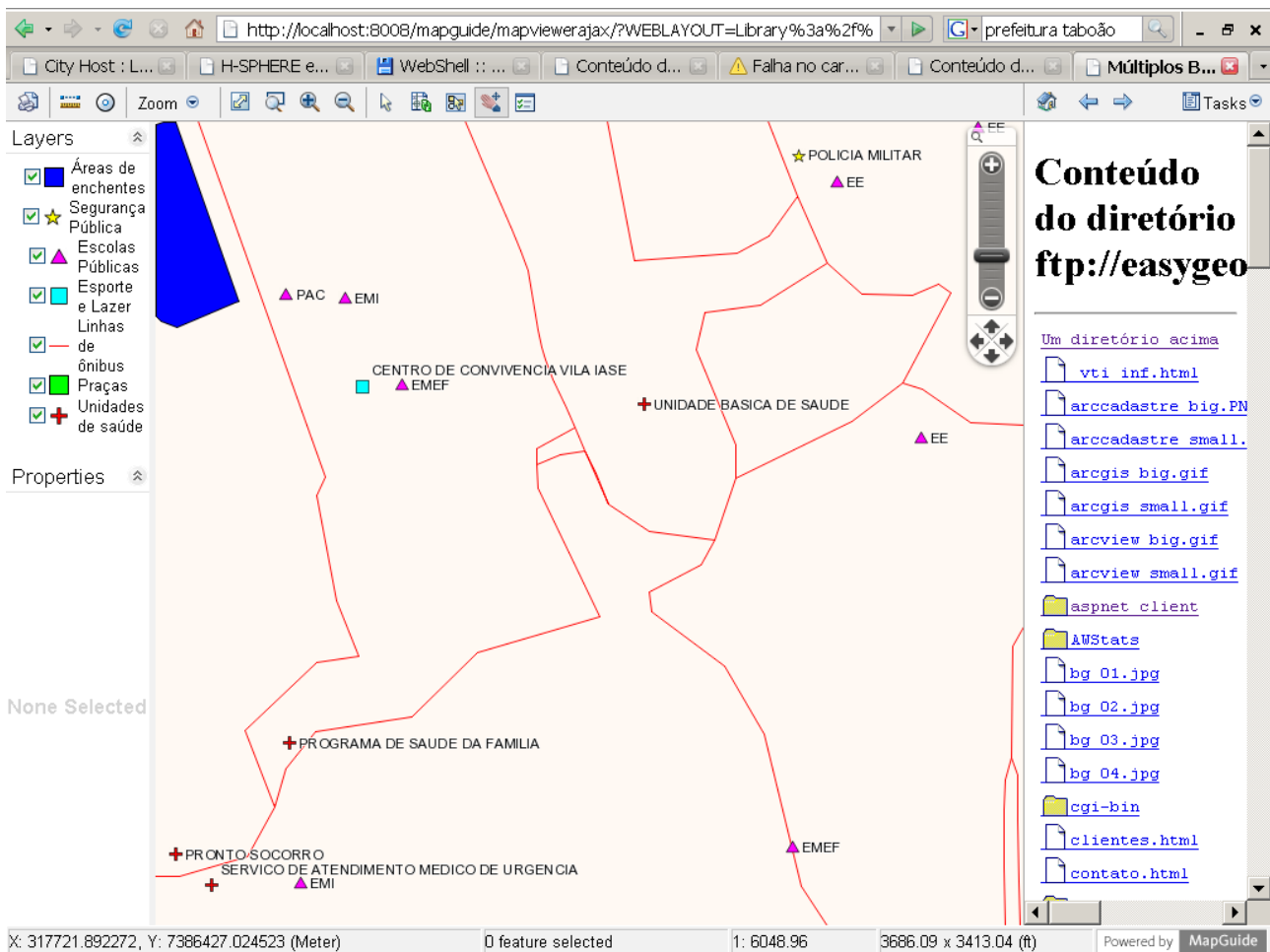


Figura 39. Acesso ao *site* FTP, juntamente com os dados geoespaciais publicados. É possível armazenar qualquer tipo de arquivo digital num *site* FTP, sejam matriciais, vetoriais, arquivos HTML, PHP, de banco de dados, etc. O usuário pode ver os dados geoespaciais publicados no *browser*, e baixá-los em seus formatos originais, para pós-processamento em SIG.

### 7.1.1 DISSEMINANDO DADOS GEOESPACIAIS POR MEIO DE WMS

Até agora, foi mostrado como fazer a entrada de dados geoespaciais no MapGuide, sua modelagem interna no sistema e disponibilização por meio do *browser* ou de servidor FTP.

É possível, entretanto, configurar o MapGuide para que sirva estes dados através da *Web*, não somente para os *browsers*, mas *diretamente* para os SIG, a fim de serem processados e incorporados a projetos diversos. Isto é possível configurando um tipo específico de processo, chamado *Web Mapping Service* (WMS), que é um serviço de acesso remoto *on the fly*<sup>31</sup> aos dados

31 *On the fly* significa algo que é criado dinamicamente, sob demanda, de acordo com certos requisitos definidos pelos usuários. Este conceito é muito utilizado nas arquiteturas de duas e três camadas. Como exemplo, um mapa digital pode ser gerado e apresentado via *Web*, assim que requisitado pela aplicação cliente, de acordo com o conteúdo de formulários definidos *on-line* pelos usuários. Alguns servidores, adicionalmente, não armazenam os mapas em sua base de dados, mas apenas metadados (que os descrevem). Assim que requisitados pela aplicação cliente, o sistema (*application server*) efetua a consulta ao banco de dados e, se o serviço estiver disponível, o servidor ativa o processo de *renderização* (geração de imagens digitais) e inicia sua transmissão à aplicação cliente.



geoespaciais disponibilizados no servidor de mapas.

Entre os requisitos necessários, esta opção exige que o SIG tenha tal capacidade (o que o torna uma aplicação *cliente*), e que o servidor de mapas, tenha o recurso de configuração de WMS (o que o torna, uma aplicação *servidor*), configurando, portanto, uma arquitetura de duas camadas.

É importante ressaltar que os serviços WMS disponibilizam como resposta às requisições das aplicações clientes, dados matriciais na forma de arquivos como PNG, JPEG ou GIF.

O MapGuide permite este tipo de serviço, que pode ser configurado no *Site Explorer*.

Abaixo, indicaremos como configurar o WMS no MapGuide e, em seguida, utilizaremos um aplicativo SIG para acessar os dados neste servidor, já configurado para servir dados remotamente por meio de WMS.

Para definir o WMS no MapGuide, é necessário efetuar os seguintes processos:

(No) **Site Explorer** (clicar com o botão direito do mouse no **layer** que se deseja disponibilizar via WMS) > (clicar em) **Properties** > (clicar na aba) **Service Properties** > (marcar) **Publish via Web Mapping Service**.

Feito isto, o sistema abre uma janela, na qual é necessário adicionar o *Title* (título) que aparecerá no mapa a ser servido para a aplicação cliente, e o georreferenciamento do *layer* a ser disponibilizado via WMS.

Neste exemplo, carregamos o *layer* de áreas homogêneas do município de Taboão, e o configuramos para ser servido por meio de WMS, com o nome de *WMS pelo MapGuide*, atribuindo-lhe o seguinte retângulo envolvente:

```
<Bounds SRS="EPSG:29193" west="-48" south="-26.3" east="-42" north="0"/>
```

A estrutura acima estabelece que nosso projeto está localizado entre os meridianos 48° e 42° a oeste, e os paralelos 0 e 26.3 ao sul, utilizando a projeção UTM e o DATUM SAD69, codificado na base de dados EPSG, reconhecida pelo MapGuide.

A figura, a seguir, ilustra a configuração do *layer* de áreas homogêneas de Taboão, para o serviço WMS:

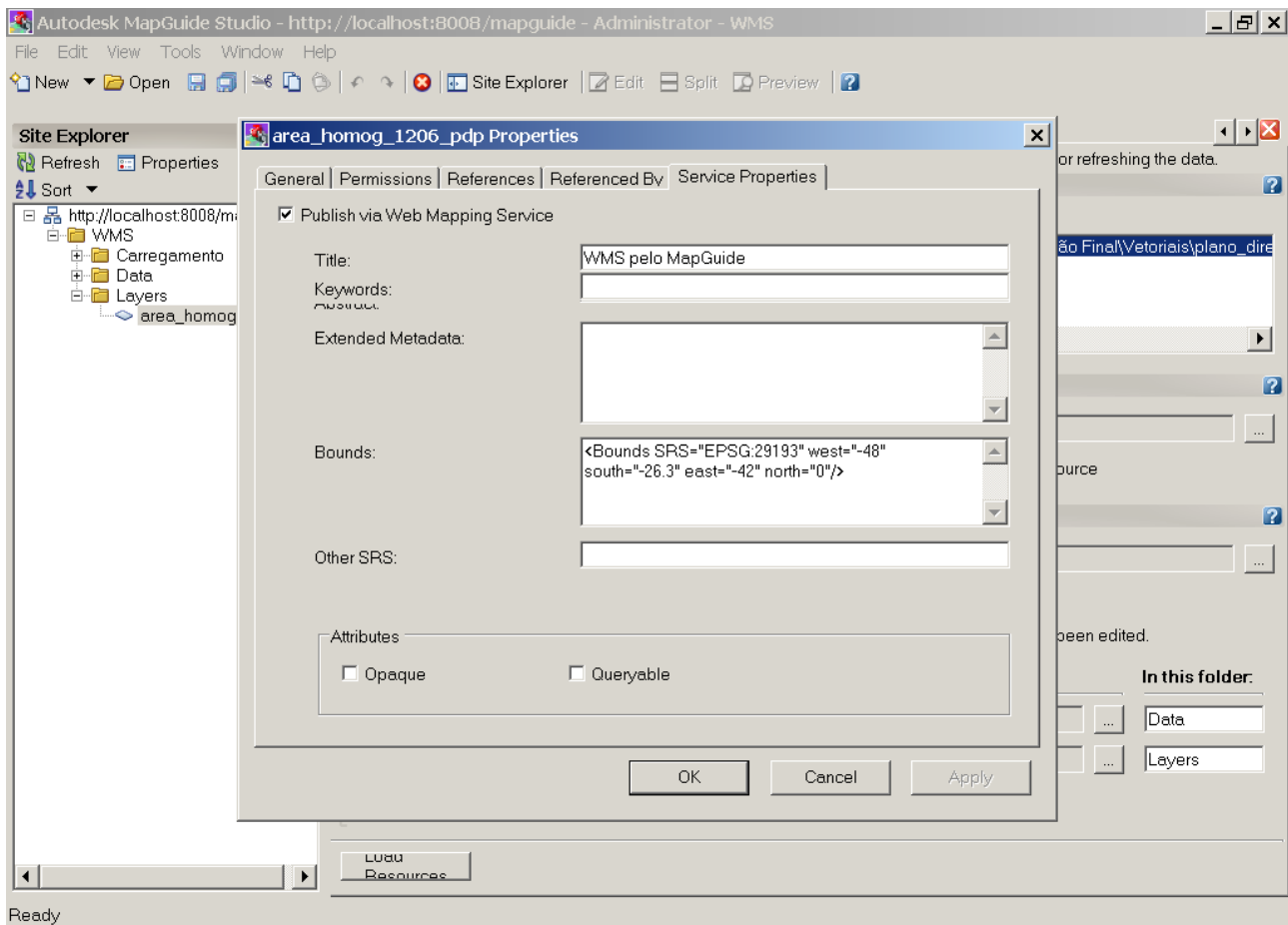


Figura 40. Etapas para fazer com que um *layer* no MapGuide, seja disponibilizado por meio de WMS.

Feito isto, o *layer* está pronto para o serviço WMS. Para acessá-lo, utilizaremos o Quantum GIS<sup>32</sup>, como aplicação SIG cliente. Este sistema é capaz de acessar vários serviços WMS, não somente os provenientes do MapGuide, mas outros disponíveis em distintos servidores de mapas.

Para começar, é necessário iniciar o Quantum GIS e clicar no recurso de adição de WMS. Para isto, basta efetuar os seguintes passos, na interface principal do programa:

*clicar em Camada > Add WMS Layer.*

Em seguida, o sistema abre o módulo de inclusão de *layers*, armazenados em servidores remotos. Neste módulo, basta clicar em *Novo*, dar um nome à conexão com o servidor, e adicionar a URL do servidor remoto (em nosso exemplo, utilizaremos a URL: <http://localhost:8008/mapguide/mapagent/mapagent.fcgi>, que acessa via *Web*, o MapGuide instalado na máquina do autor).

Alguns destes passos, podem ser vistos, na figura abaixo:

32 Quantum GIS é um Sistema de Informação Geográfica, licenciado na GPL, e desenvolvido por voluntários em diversos países. Maiores detalhes em: <http://www.qgis.org/>

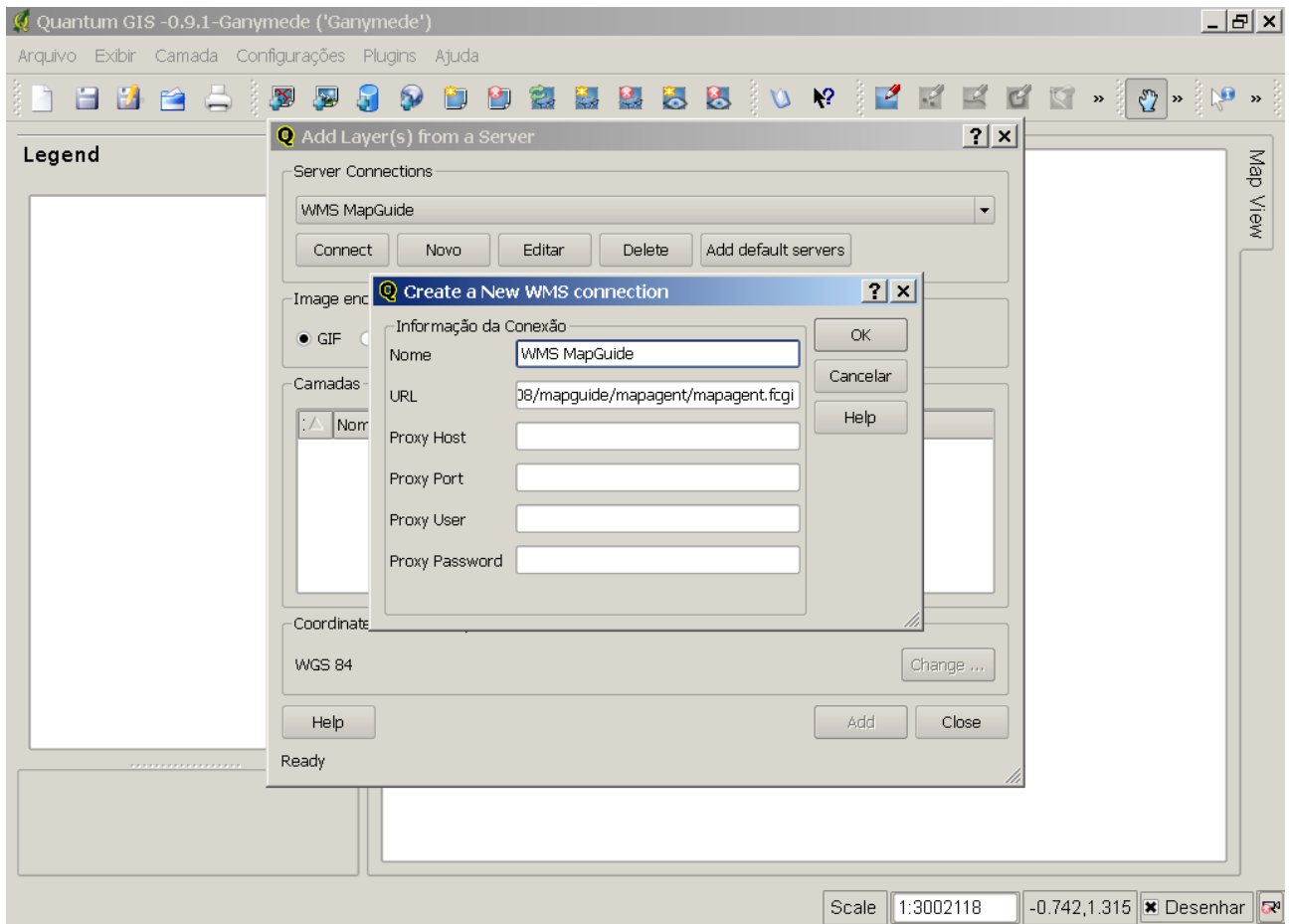


Figura 41. Criação de uma nova conexão ao WMS no Quantum GIS.

Bastar, em seguida, pressionar **OK** e, em seguida **Connect**. O sistema, então, vai buscar no servidor remoto (especificado pela URL), todos os serviços WMS disponíveis na URL indicada.

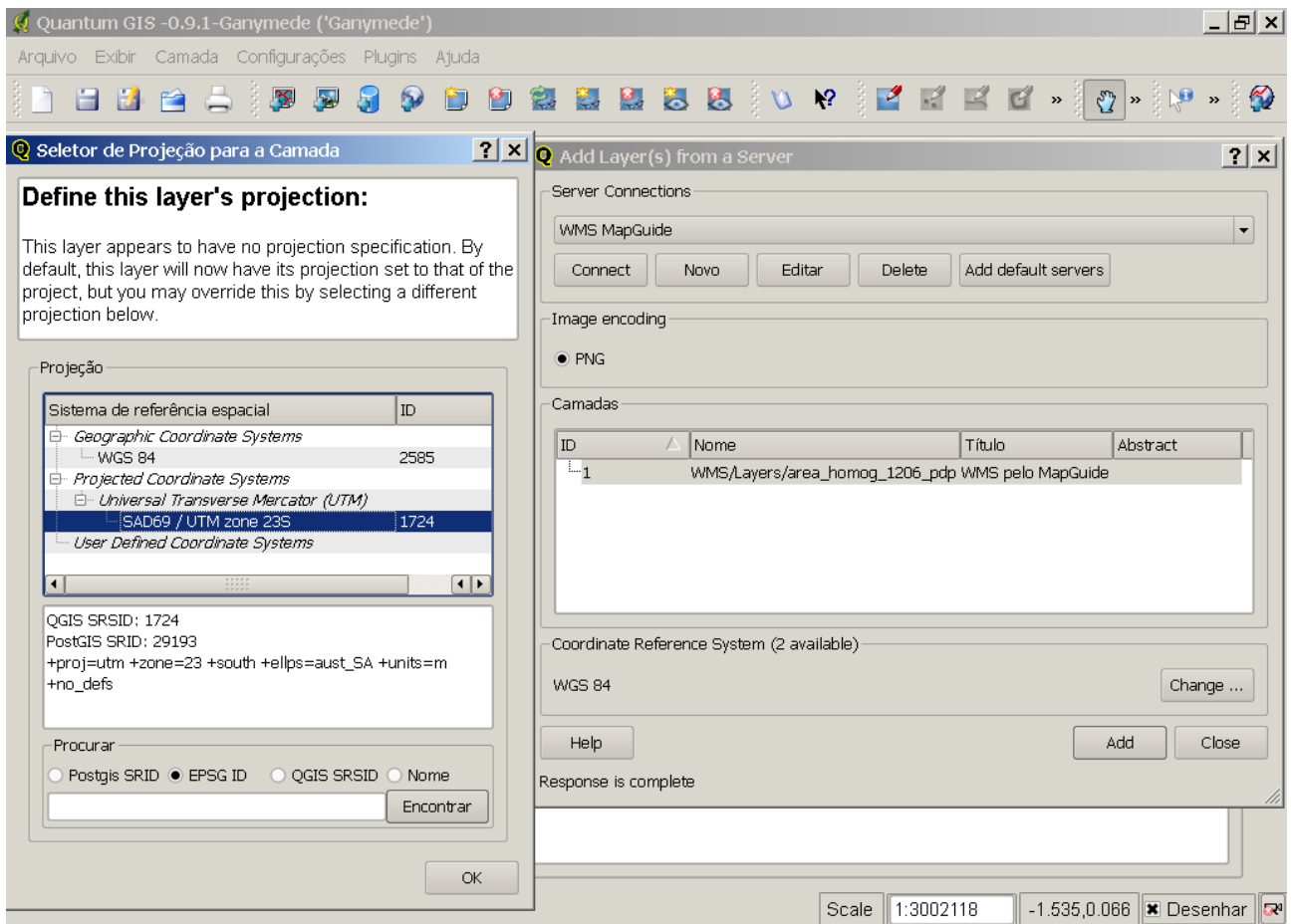


Figura 42. O Quantum GIS acessando remotamente o *layer* de áreas homogêneas de Taboão, servido pelo WMS no MapGuide. Note que é possível atribuir a referência geodésica e a projeção ao *layer* acessado.

É muito importante ressaltar que o servidor de mapas configurado em WMS, deve indicar *claramente* o sistema geodésico de referência e a projeção utilizados, do contrário, a aplicação cliente pode ter dificuldades em receber o mapa escolhido, para a compatibilização com seu projeto.

É também útil repetir que o mapa disponibilizado por WMS, estava armazenado no servidor de mapas como um arquivo vetorial ESRI Shape, mas foi transformado dinamicamente (*on the fly*) num arquivo matricial GIF, quando a aplicação cliente enviou a requisição pelo serviço.

O mapa gerado via WMS, pode ser visto na figura a seguir:

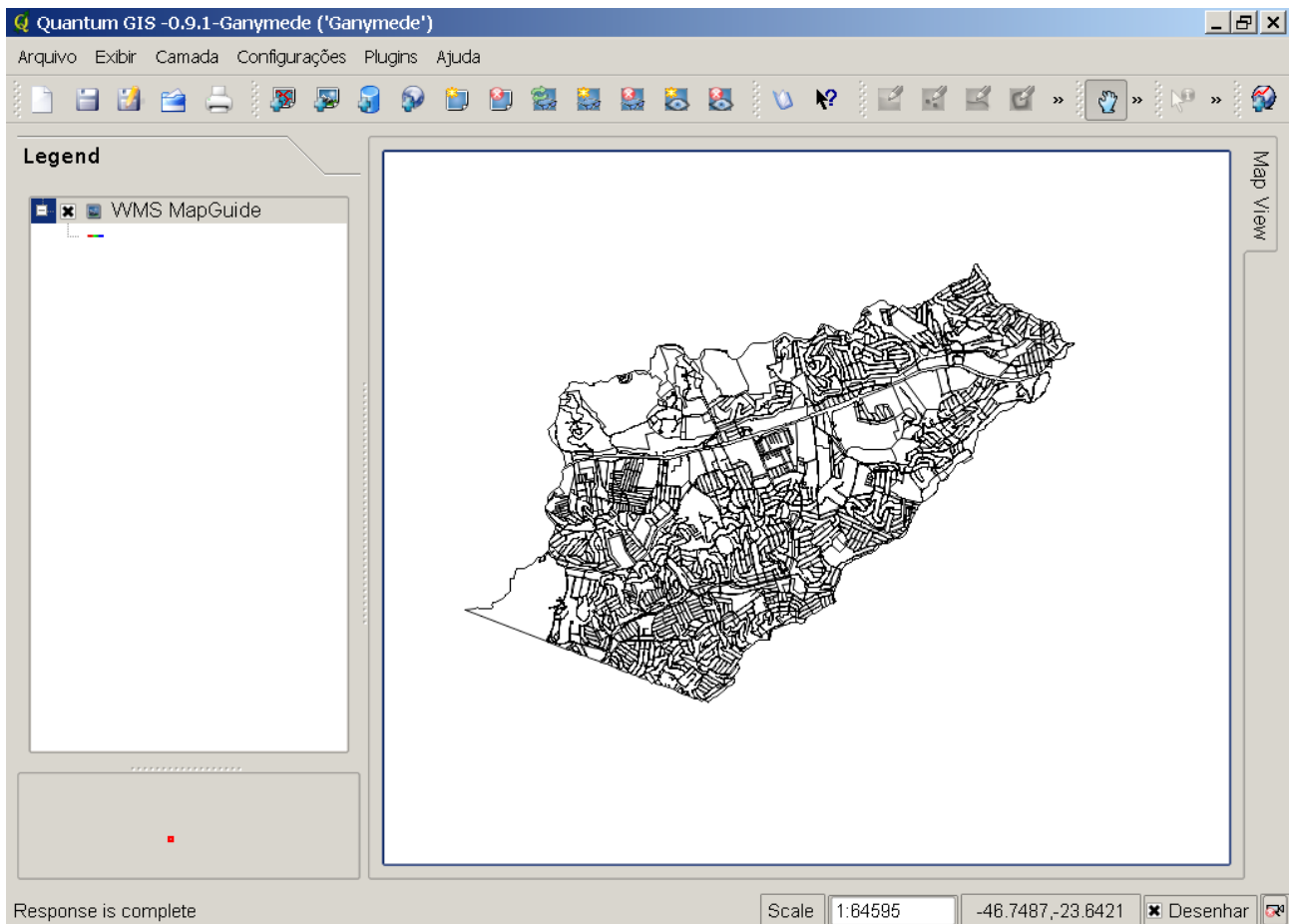


Figura 43. *Layer* do município de Taboão, gerado dinamicamente no MapGuide, após a requisição pela aplicação cliente (SIG). Usualmente, apenas dados *raster* são disponibilizados por meio de WMS. Contudo, neste caso, após a requisição pelo mapa no servidor, ele foi automaticamente *rasterizado* e transmitido pela *Web* para a aplicação cliente em formato matricial (GIF).

Na seqüência, utilizaremos novamente o Quantum GIS para acessar serviços WMS, somente que disponíveis em outro servidor remoto. As etapas são as mesmas do exemplo anterior, diferindo somente na URL especificada. Neste caso, utilizaremos o servidor da Lizardtech, disponível em:

<http://wms.lizardtech.com/lizardtech/iserv/ows>

Como resposta pelo serviço, temos a seguinte tela:

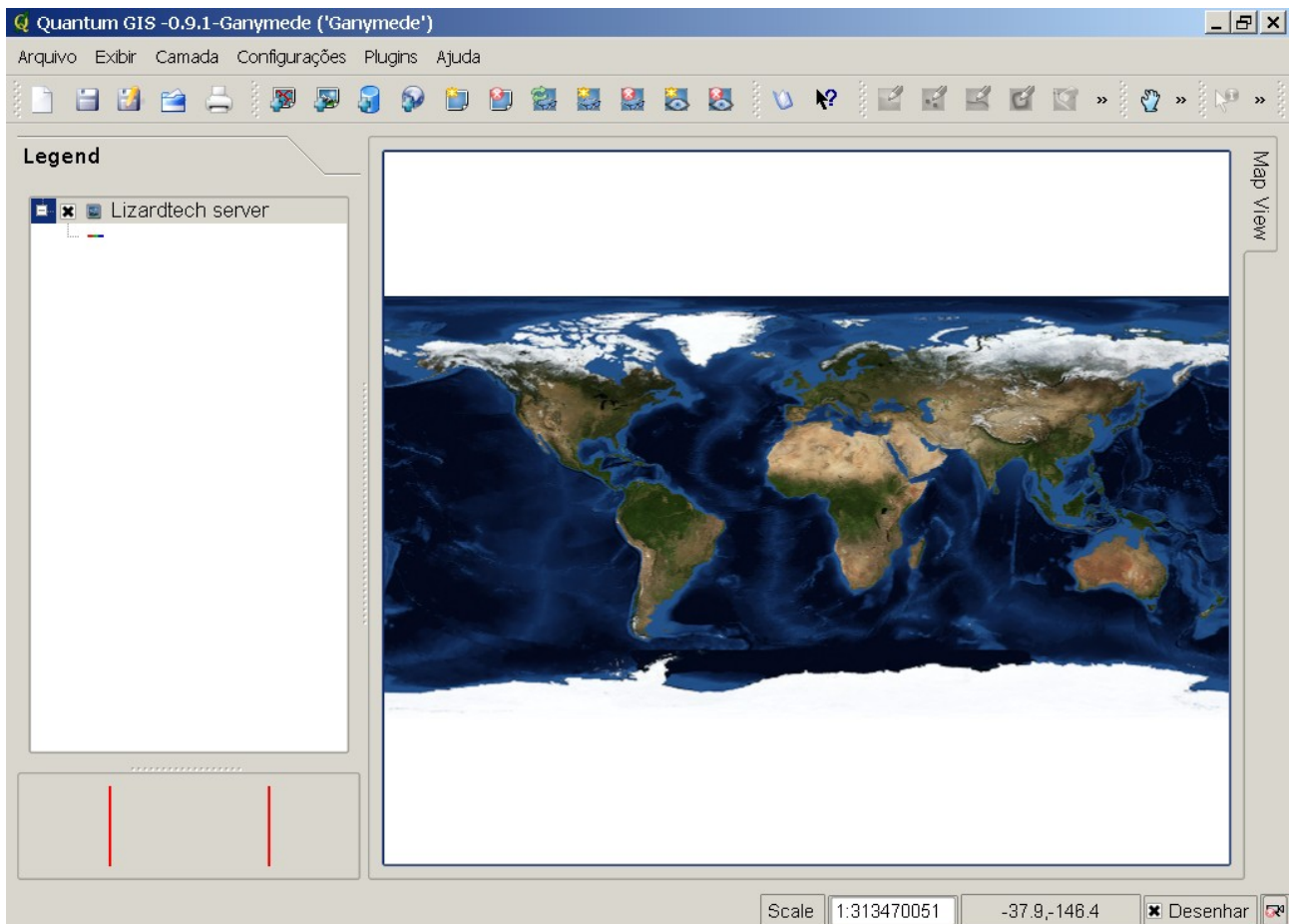


Figura 44. Resposta pelo serviço WMS requisitado no servidor da Lizardtech, disponível na *Web*. Foi gerado um mapa-imagem mundial de topografia e batimetria.

O serviço WMS, como visto, é muito eficaz para disponibilizar dados diretamente para os SIG. Sem dúvida, é um serviço mais avançado, que beneficiará usuários mais técnicos ou analistas responsáveis pelos projetos de servidores de mapas. A grande maioria dos usuários de servidores de mapas, por sua vez, não tem a necessidade deste tipo de serviço.

Vale dizer que o MapGuide pode ser utilizado também como uma aplicação cliente, para serviços WMS disponíveis em outros servidores de mapas. Com isto queremos dizer que, embora desenvolvido para ser um servidor de dados, o MapGuide pode atuar como um *aplicativo cliente*. Isto é muito interessante, pois é uma forma dinâmica de entrada de dados no sistema, quando sua inclusão não é possível por outros meios, como por servidores FTP ou por mídias magnéticas e óticas.

A configuração do MapGuide para atuar como uma aplicação cliente, é indicada a seguir:

*No Site Explorer, clicar em New > clicar em Data Connection > escolher OSGeo FDO Provider for WMS.*

Feito isto, o sistema apresenta a interface para a entrada da *URL* do servidor WMS, em que é

possível testar a conexão com o servidor remoto. Isto é apresentando na figura a seguir:

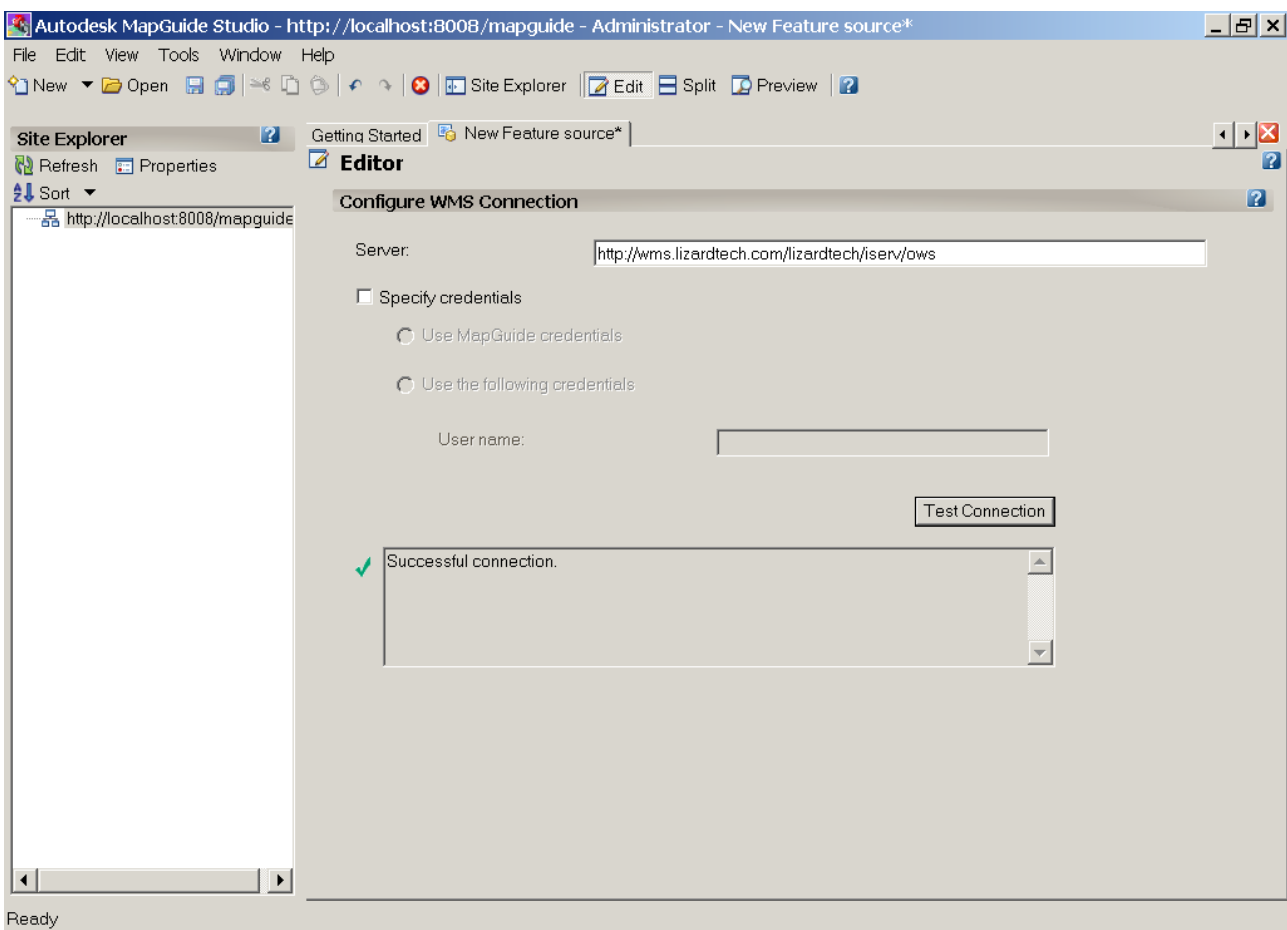


Figura 45. Módulo para configuração do MapGuide como aplicação cliente. Na URL, indicamos o mesmo endereço do exemplo anterior: <http://wms.lizardtech.com/lizardtech/iserv/ows>

Basta salvar o procedimento e refazer todo o processo de criação de *Layer*, *Map* e *Web Layout*, como mostrado no capítulo anterior, e selecionar os *layers* disponíveis pelo servidor remoto. Em nosso exemplo, selecionamos um *layer* de mapa-mundi, como mostrado na figura 44.

Realizados todos os passos de seleção e edição no *Autodesk MapGuide Studio*, resta conferir no *browser*, se o acesso aos dados disponibilizados remotamente por meio de WMS, foram bem-sucedidos, o que pode ser visto na figura 45.



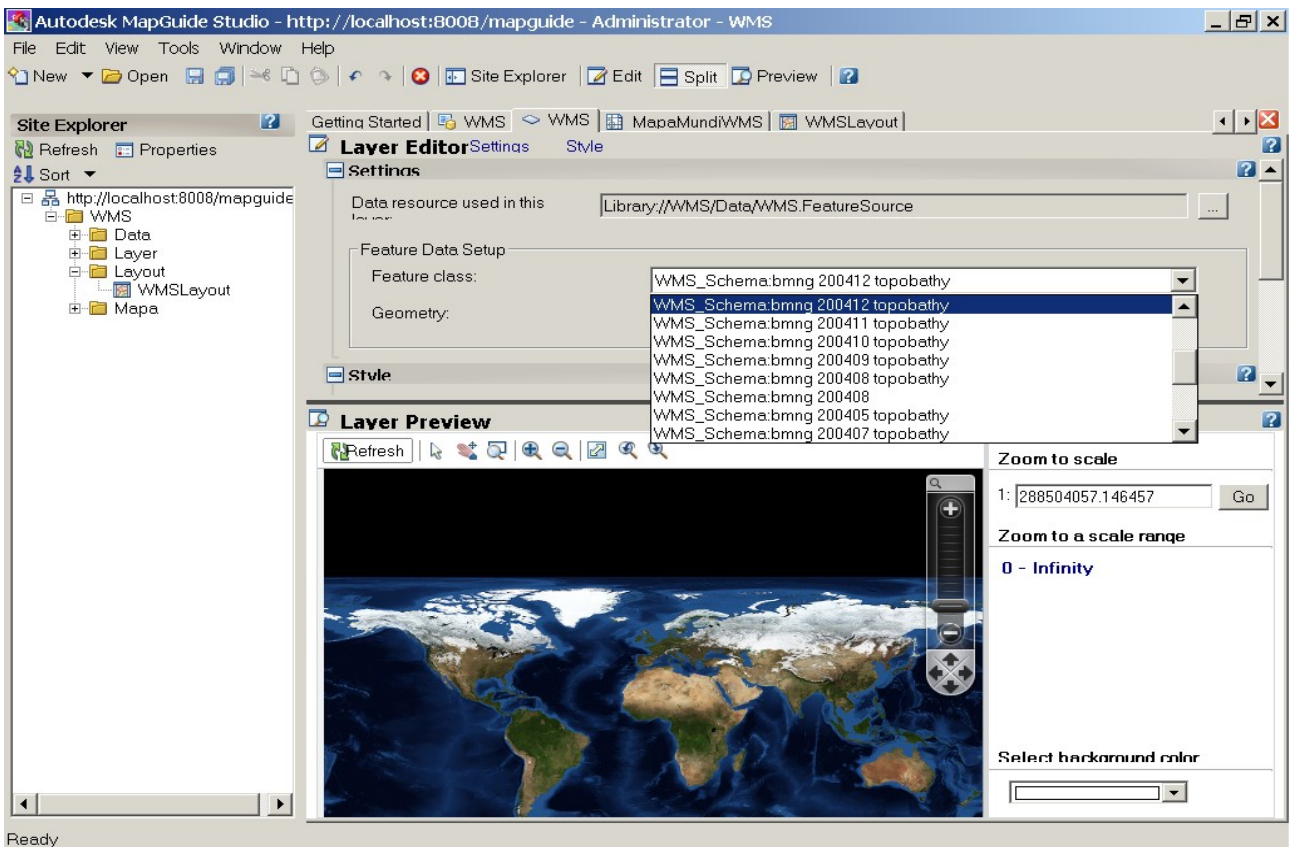


Figura 46. Módulo *Layer Editor*, no *Autodesk MapGuide Studio*, para a seleção dos mapas remotamente. A variedade de mapas à disposição, depende da oferta destes, quando se configura um serviço WMS para o servidor de mapas.

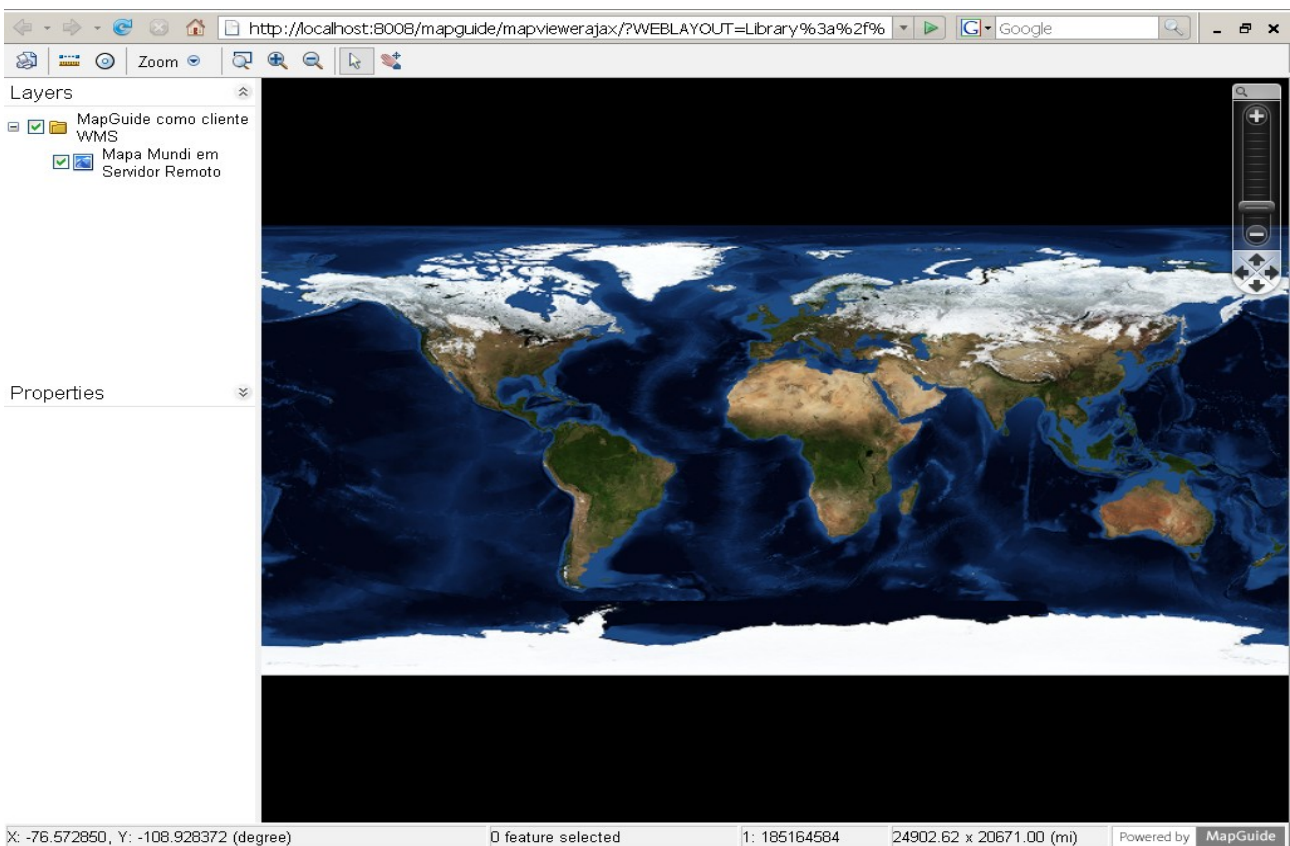


Figura 47. Resultado do acesso do MapGuide (como aplicação cliente) a dados disponibilizados no Express Server da Lizardtech (como servidor remoto), por meio de WMS. Note que o mapa está publicado na WWW e disponível para a manipulação, no *browser*.



A maior limitação do serviço WMS, é a impossibilidade de acesso direto pelas aplicações clientes, a dados vetoriais mais complexos, como arquivos ESRI Shape, ou a arquivos matriciais georreferenciados, como no formato GeoTIFF, por exemplo. Para a resolução destes problemas, o OGC<sup>33</sup> especificou serviços adicionais de disponibilização de dados, como o *Web Feature Service* (WFS) e o *Web Coverage Service* (WCS), que permitem aos servidores de mapas servir dados geoespaciais vetoriais e matriciais nesses formatos, respectivamente.

O MapGuide tem a capacidade de utilizar o primeiro destes serviços - o WFS.

### 7.1.2 DISSEMINANDO DADOS GEOESPACIAIS POR MEIO DE WFS

Para a sua configuração, basta criar no *Autodesk MapGuide Studio*, as seqüências de pastas e carregar os arquivos *vetorias* de interesse, como mostradas no capítulo anterior. Feito isto, deve-se proceder como se segue:

*(clicar com o botão direito do mouse no arquivo de interesse, localizado na pasta) **Data** > (escolher **Properties**) > (em seguida, deve-se escolher a aba) **Service Properties**> (e por fim, deve-se acionar o recurso de) **Publish via Web Feature Service**.*

Como realizado anteriormente no WMS, deve-se entrar novamente com os parâmetros do georreferenciamento e atribuir um nome ao serviço, como pode ser visto na figura a seguir:

---

33 OGC (*Open Geospatial Consortium*) é uma organização internacional formada por centenas de instituições nas áreas de pesquisa, comercial e governamental, que busca conceber e implementar padrões de serviços e conteúdos envolvendo o setor geoespacial. Mais informações podem ser adquiridas em: <http://www.opengeospatial.org/>

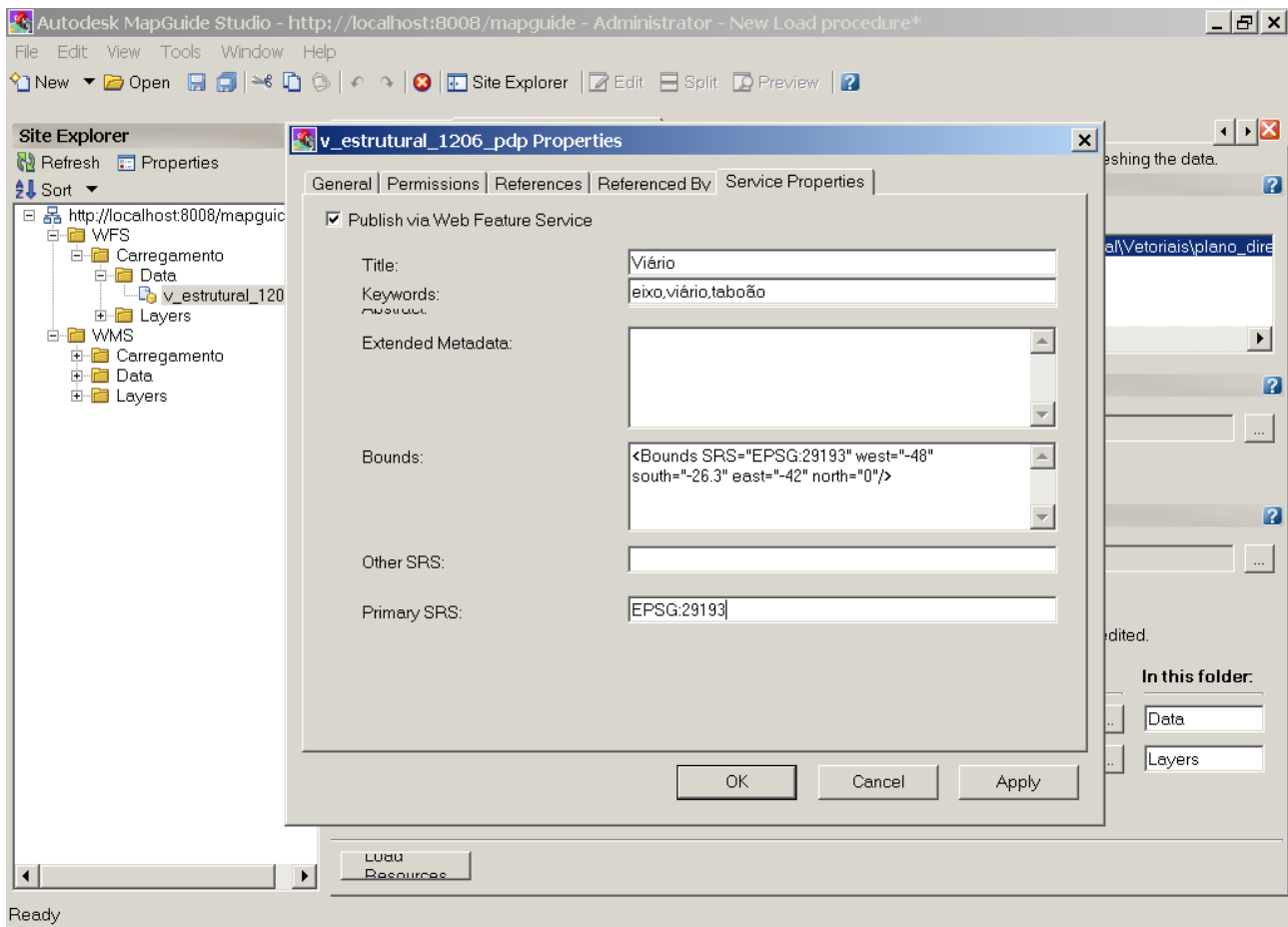


Figura 48. Configuração do serviço WFS, no MapGuide. A figura mostra o *layer* do sistema viário principal de Taboão, selecionado para a disseminação por meio de WFS, com as especificações do retângulo envolvente e nome preenchidos.

Para a demonstração deste recurso numa aplicação cliente, utilizaremos o aplicativo gvSIG<sup>34</sup>, que acessará o MapGuide configurado na máquina do autor, remotamente.

O recurso de WFS no gvSIG, é de simples ativação, bastando criar uma *Vista* (esta, possui a mesma função de um *layer* ou plano de informação), e invocar o recurso *Adicionar Capa*. Neste módulo, é preciso selecionar a aba **WFS**, preencher a URL para o servidor remoto e conectar-se a ele. Após este processo, resta somente escolher os *layers* vetoriais disponíveis. A URL para a máquina do autor na *Web* é: <http://localhost:8008/mapguide/mapagent/mapagent.fcgi>; enquanto o arquivo vetorial escolhido, é proveniente do *layer* de sistema viário de Taboão.

Finalmente, é só pressionar o botão *Aceitar*, e se tudo estiver correto, os dados vetoriais são importados como mostrado a seguir:

As figuras abaixo, ilustram o que foi expresso acima:

34 gvSIG é um Sistema de Informação Geográfica de uso livre, licenciado na GPL. É desenvolvido por voluntários de diversos países. Mais informações disponíveis em: <http://www.gvsig.gva.es/>

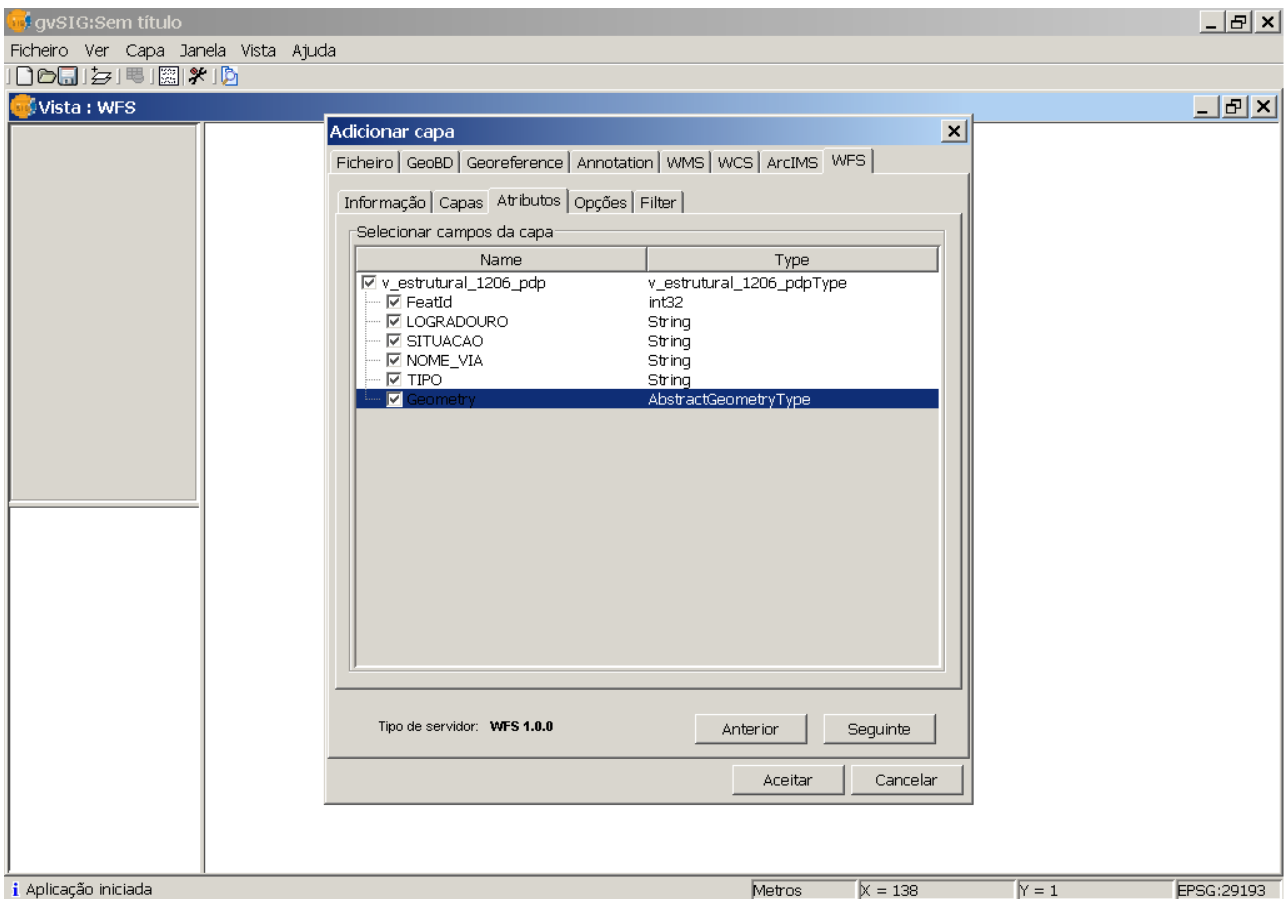


Figura 49. Configuração do gvSIG para acessar, remotamente, dados vetoriais em serviços WFS.

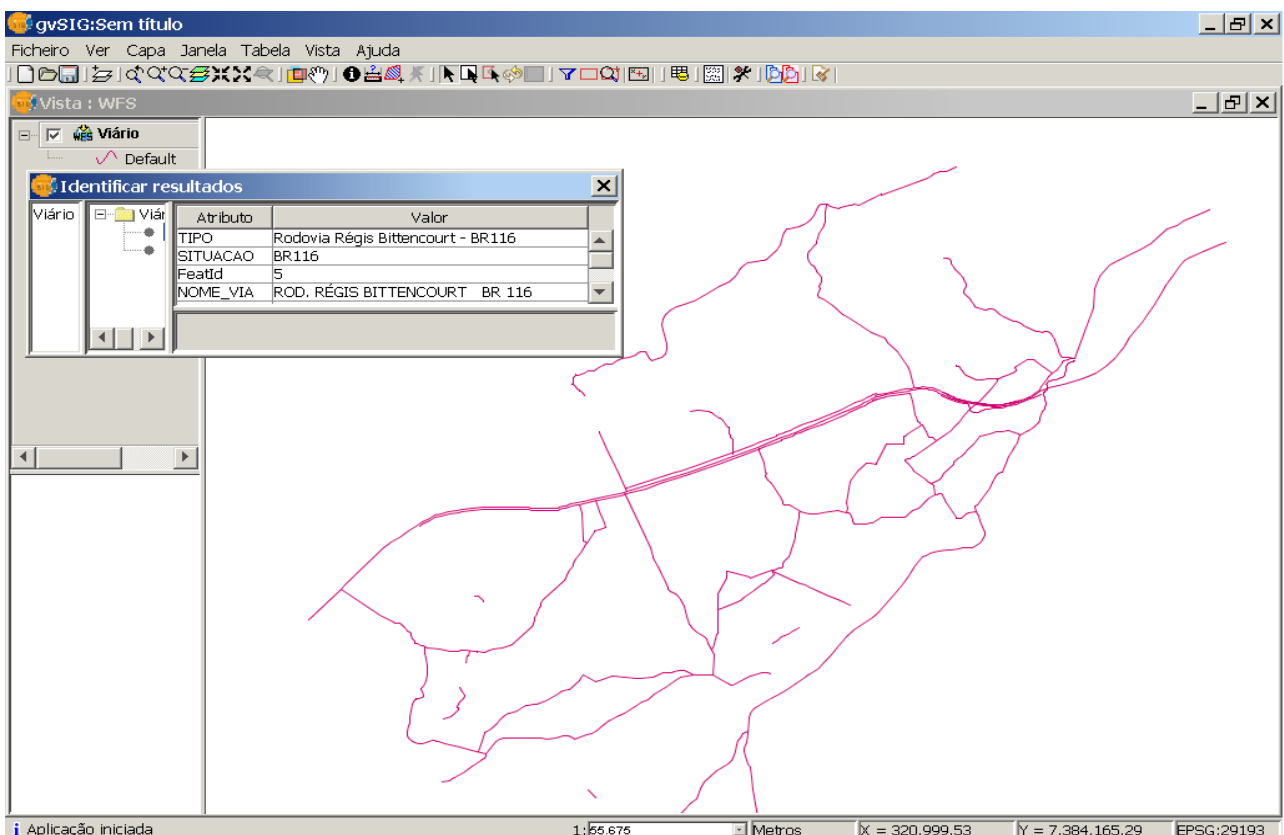


Figura 50. Layer do sistema viário principal de Taboão, acessado no gvSIG por meio do serviço remoto de WFS, disponível no servidor MapGuide do autor. Nota-se que não apenas as feições geométricas foram servidas, mas também os atributos alfa-numéricos do banco de dados.

Como exemplo adicional, vamos carregar no gvSIG dois arquivos vetoriais, provenientes de serviços WFS, localizados em outro servidor remoto na *Web*.

O servidor de mapas escolhido é o MapServer, da DM Solutions, localizado na seguinte URL: [http://www2.dmsolutions.ca/cgi-bin/mswfs\\_gmap](http://www2.dmsolutions.ca/cgi-bin/mswfs_gmap) Os *layers* escolhidos, são de representações territoriais dos EUA e do Canadá.

O resultado da requisição para o serviço WFS, na URL acima, pode ser visto na figura abaixo:

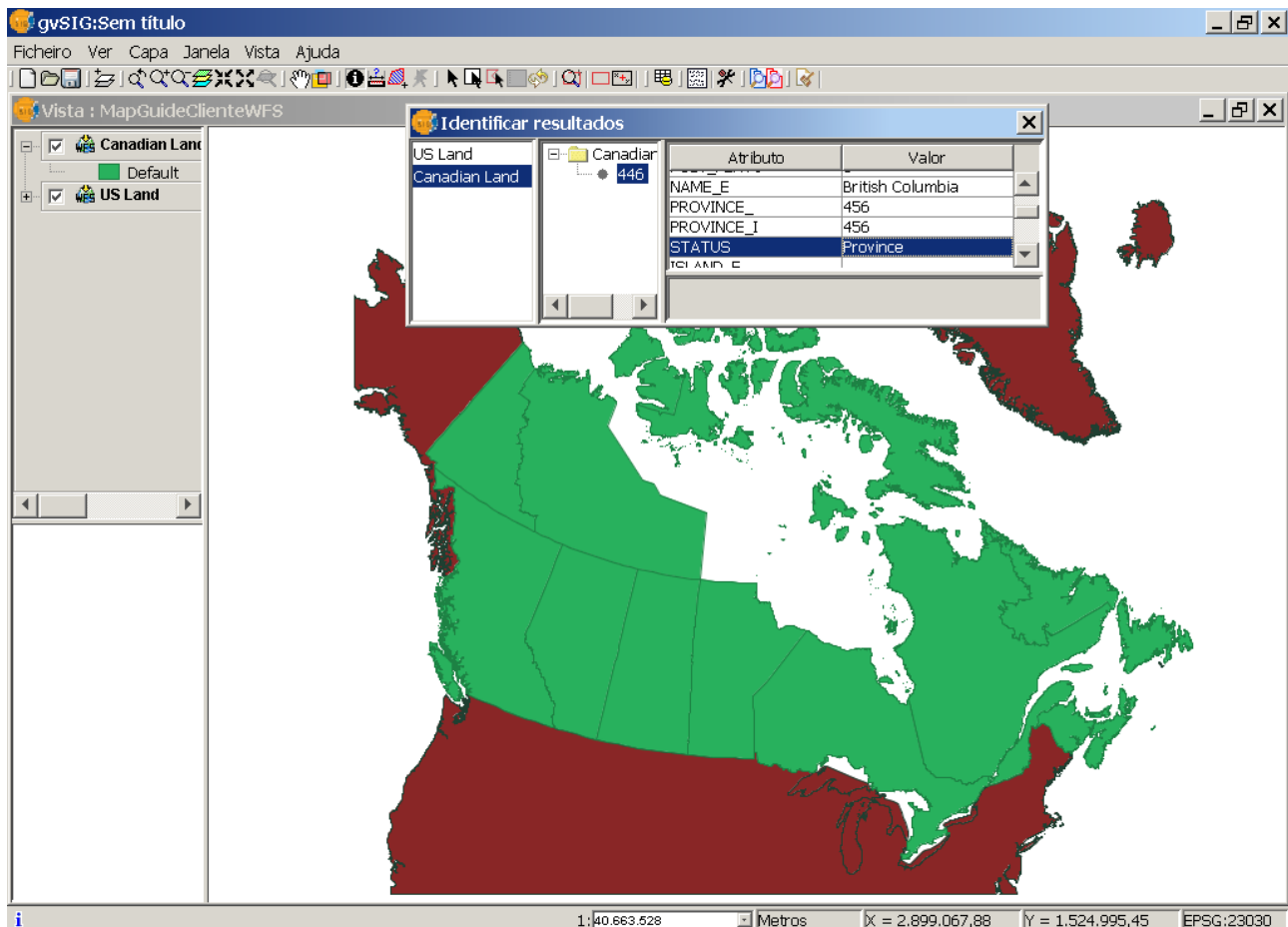


Figura 51. *Layers* vetoriais contendo feições geométricas e seus atributos alfa-numéricos associados, acessados por serviços WFS em um servidor MapServer remoto. Como o gvSig não possui em sua base de dados o código EPSG:42304 (no qual os *layers* acessados foram originalmente georreferenciados e disponibilizados no servidor de mapas), o sistema atribuiu-lhes um código *default*, o EPSG: 23030. Entretanto, ambos os códigos EPSG estão em projeções e referências geodésicas distintas, o que resulta em erros de geoposicionamento dos vetores. Assim, a adequação dos georreferenciamentos no projeto de servidor de mapas, é muito importante na implementação do processo de WFS.

Como visto, são inúmeras as vantagens de se configurar serviços WMS e WFS para o servidor de mapas, principalmente porque o analista vai ter acesso a uma gama maior de dados, o que poderá ser convertido numa maior disponibilização deles, aos usuários finais do *Web Mapping*.

É válido mencionar que os serviços apresentados, não concorrem com os carregamentos usuais de arquivos matriciais ou vetoriais (*load procedures*). Ou seja, é possível fazer a entrada de dados no servidor de mapas, tanto pela escolha de arquivos geoespaciais no disco rígido da

máquina, como estabelecendo conexões com serviços WFS e WMS remotos, num mesmo e único projeto.

Por fim, a diversidade de SIG utilizada na demonstração dos exemplos destes tópicos, indica que nem todos os aplicativos possuíam, plenamente, os recursos necessários para o acesso a serviços WFS ou WMS. Mesmo com funções semelhantes, alguns SIG realizavam o processo satisfatoriamente, enquanto outros não.

O Quantum GIS, por exemplo, não foi bem-sucedido em requisitar serviços WFS remotos, apresentando erros sistemáticos, quando tentávamos conectar por este recurso. Porém, o acesso a serviços WMS com o sistema, foi muito bem-sucedido.

O gvSIG, por sua vez, apresentou sucesso apenas no acesso ao WFS. Quando acessávamos o WMS no mesmo servidor de mapas utilizado no exemplo do Quantum GIS, o sistema acusava, sistematicamente, problemas de conexão ao servidor remoto.

Isto indica, portanto, que nem todos os sistemas estavam no mesmo ciclo de desenvolvimento, apresentando cada aplicativo, seus pontos fracos e fortes.

## CAPÍTULO 8

### RELAÇÕES E ANÁLISES ESPACIAIS EM SERVIDORES DE MAPAS E SIG

#### 8.1 RELAÇÕES ESPACIAIS

Técnicos ou leigos, todos usamos os conceitos das relações espaciais diariamente, quando necessitamos localizar objetos, fenômenos (naturais ou sociais), pessoas e inclusive a nós mesmos, nos espaços em que vivemos.

Paralelamente ao definir um endereço (que é uma forma de coordenada) para estes entes, utilizamos igualmente expressões como “*próximo a*”, “*dentro de*”, “*em frente a*”, “*fora de*”, “*perto de*”, “*a 100 metros*” de algo ou algum lugar, etc. Sem dúvida, muitas destas expressões são relativas e por conseqüência, apresentam o problema da inexatidão de localização. Uma coordenada (ou um conjunto delas) é a forma mais exata de localização de uma feição geográfica, por ser um conceito absoluto, exato. Contudo, percebemos no dia-a-dia que as pessoas acabam se utilizando com muita freqüência dos conceitos relativos.

Tão necessário quanto descrever os modelos de dados utilizados para representar as feições geográficas (feito no Capítulo 2), é igualmente importante apresentar algumas das relações espaciais possíveis entre elas, em ambiente computacional.

As relações espaciais são transpostas para o universo da informática, sendo amplamente utilizadas nos sistemas de Geoprocessamento. Nestes sistemas, sua manipulação baseia-se no relacionamento entre as primitivas gráficas (pontos, linhas e polígonos) que representam as feições geográficas.

Neste capítulo, apresentaremos algumas das relações espaciais mais pertinentes ao nosso objeto de estudo, tendo em vista sua utilização no servidor de mapas já configurado. E como demonstraremos, seu entendimento é muito importante para a análise e revelação de certos fenômenos que ocorrem no espaço geográfico.

As relações espaciais podem ser agrupadas em três grandes grupos:

1. *Topológicas*: são aquelas que descrevem os conceitos de vizinhança e sobreposição, mantendo-se inalteradas sob a mudança de escala. As relações “*fora de*”, “*adjacente a*”, “*dentro de*”, são exemplos deste tipo de relação;
2. *Métricas*: são aquelas que dizem respeito às direções e distâncias, sendo que as primeiras descrevem a orientação no espaço como “*norte*” e “*sul*”, e as segundas, definem os parâmetros de afastamento ou proximidade, como “*perto de*” e “*longe de*”;
3. *De ordem*: são aquelas que descrevem a ordem dos objetos, tais como “*abaixo de*”, “*acima*

de”, “em frente a”, “atrás de”, etc.

A figura abaixo, ilustra certas relações espaciais topológicas:

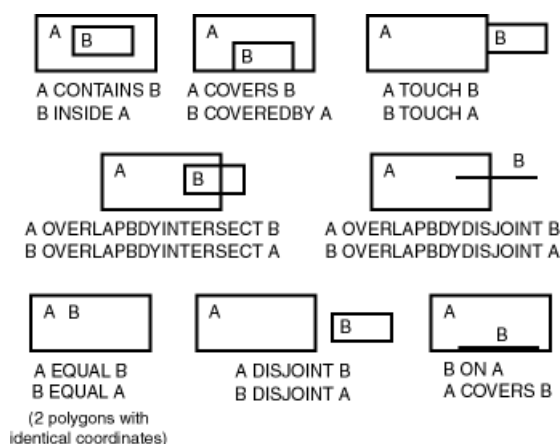


Figura 52. Diagrama de possíveis relações espaciais topológicas, como contenção, adjacência, sobreposição, disjunção, intersecção e igualdade. Na figura, são apresentadas apenas as relações topológicas envolvendo as primitivas gráficas de linha e polígono. Contudo, as operações topológicas sobre as primitivas de pontos, são também muito utilizadas no Geoprocessamento, como veremos no decorrer deste capítulo. Fonte: Oracle Spatial. Disponível em: <http://www.oracle.com/technology/documentation/spatial.html>

Para o contexto deste trabalho, entretanto, queremos ilustrar particularmente as relações métrica de distância e topológica de contenção<sup>35</sup>.

É importante dizer que não existem relações *melhores* que outras; apenas mais *sofisticadas*. Cada projeto exige um conjunto de relações espaciais pertinentes à sua finalidade principal, cabendo ao analista decidir pela utilização ou não de uma ou mais delas.

Na tabela abaixo, compilamos algumas relações espaciais, para serem utilizadas em nosso projeto de servidor de mapas.

CATEGORIA	RELAÇÃO ESPACIAL	INTERPRETAÇÃO GEOMÉTRICA	INTERPRETAÇÃO GEOGRÁFICA
MÉTRICA (de distância)	A tantos (m/Km)	Geração de polígono	Distância métrica representada por uma banda (área) com valor definido.
TOPOLÓGICA	Dentro de	Contido/Dentro de	Pontos contidos ou que tocam uma área.

Tabela 2. Exemplos de relações espaciais a serem utilizadas em nosso projeto.

Tendo definido as relações espaciais para nosso exemplo, procederemos agora ao processo

35 Para uma abordagem detalhada sobre as relações espaciais, ver: Sistemas de Informações Geo-Referenciadas. Conceitos e Fundamentos. Ardemiro de Barros Silva. Editora Unicamp, 2003 e; Geospatial Analysis – a comprehensive guide. Second Edition. De Smith, Goodchild, Longley. 2006-2008, disponível em: <http://www.spatialanalysisonline.com/output/>

de *análise espacial* – processo no qual, os sistemas de Geoprocessamento têm sua maior razão de existência.

## 8.2 ANÁLISE ESPACIAL

Como sustenta Câmara et al. (2005), a ênfase da *análise espacial* está em mensurar propriedades e relacionamentos (espaciais), levando em conta a localização do fenômeno em estudo, isto é, incorporar a dimensão espacial à análise que se deseja fazer. Um dos aspectos mais importantes neste tipo de operação, portanto, é encontrar o padrão espacial de fenômenos no espaço geográfico, não apenas visualmente, mas também por meio de considerações objetivas e mensuráveis.

O processo de análise espacial pode ser considerado em três enfoques distintos, mas complementares:

1. análise espacial analógica: é aquela realizada pelo analista/usuário num documento (mapa, carta, croqui, tabela) sem o auxílio de qualquer sistema informatizado;
2. análise espacial digital: é aquela realizada automaticamente pelo sistema de Geoprocessamento, restando ao usuário/analista apenas a configuração e a ativação das funções pertinentes nos sistemas, e;
3. análise espacial analítica: é aquela que mescla a análise espacial analógica com a digital, exigindo também um esforço intelectual do analista/usuário, na explicitação do relacionamento espacial entre as feições consideradas.

Entre as funções apresentadas pelo MapGuide, a que mais se emprega à análise de relacionamentos espaciais, é a função de *bufferização*, que consiste na geração de áreas (*buffers*) de proximidade, modeladas segundo critérios de medidas no terreno. Este é um tipo particularmente importante, no Geoprocessamento, de relação espacial do tipo métrica. Geralmente, os *buffers* são circulares e retangulares, quando gerados ao redor de pontos e polígonos, respectivamente; ou lineares, quando gerados ao longo de linhas.



Figura 53. Relações espaciais métricas de distância (*bufferização*) operadas nas primitivas gráficas de *ponto*, *linha* e *polígono*. Neste tipo de relação, são geradas bandas (áreas) ao redor das primitivas selecionadas para a operação. Fonte: Oracle Spatial. Disponível em: <http://www.oracle.com/technology/documentation/spatial.html>



A configuração do sistema para a ativação desse recurso é bem simples, o que indica que boa parte dos usuários do sistema, ou seja, dos cidadãos do município de Taboão, poderão utilizá-lo frequentemente.

Abaixo, exemplificaremos um processo de análise espacial analítica utilizando o recurso de *bufferização*, com alguns dos dados recebidos da Prefeitura de Taboão.

Para tanto, devemos carregar os dados pertinentes no sistema MapGuide, e procedermos posteriormente à sua estilização, como demonstrado anteriormente, no processo de carregamento dos dados iniciais no sistema.

Assim, carregamos os *layers* de Unidades Básicas de Saúde, de Sistema Viário e de Locais de Acidentes de Trânsitos com vítimas, como pode ser visto na figura a seguir:

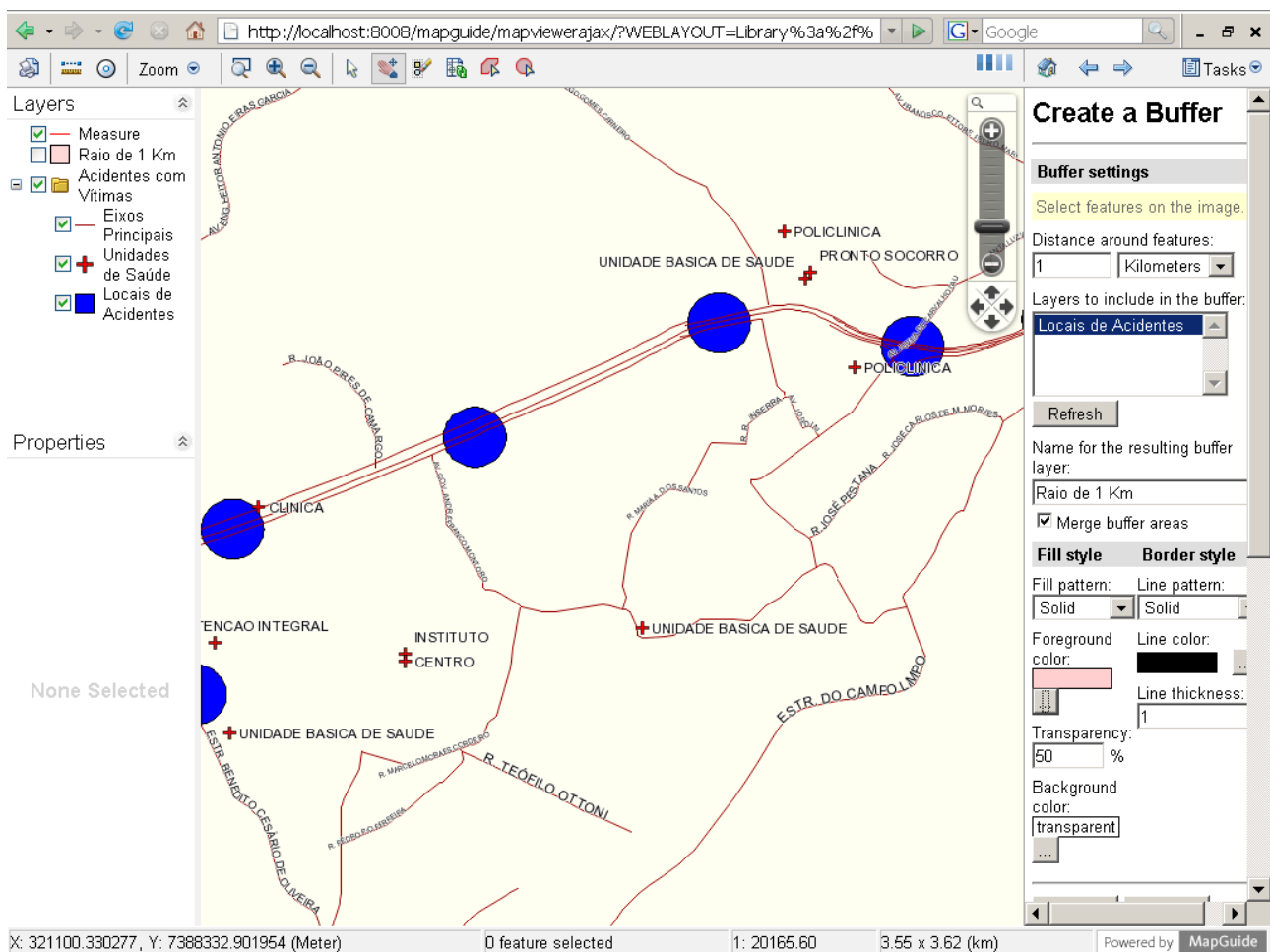


Figura 54. *Layers* publicados na WWW, acessados e ativos no *browser*, oriundos do sistema MapGuide do autor, para o início da operação de análise espacial. Os pontos (em grandes dimensões), representam a ocorrência de acidentes com vítimas, no município. É interessante notar que o MapGuide atribuiu aos pontos, na caixa de seleção dos *layers* no *browser*, uma figura geométrica distinta de sua representação original, isto é, atribuiu um retângulo como representação gráfica de um ponto.

Nossa intenção, nesta simulação, é responder à seguinte pergunta: se houver um acidente de trânsito com vítimas na extensão da Rodovia Régis Bittencourt (BR-116) que atravessa o município

de Taboão, quais unidades de pronto-socorro a este tipo de ocorrência, estarão localizadas numa distância de até 1 Km da Rodovia?

Para sua resposta, procederemos do seguinte modo:

- escolheremos no mapa a rodovia BR-116 (no *layer* Eixos Principais);
- acionaremos o recurso de *bufferização*, localizado na barra de ferramentas do MapGuide;
- modelaremos o tamanho do *buffer* em 1 Km no terreno;
- escolheremos um nome (Buffer de 1 Km), uma cor (verde claro) para a área de *buffer* e sua transparência (em 80%), e;
- acionaremos o botão *Done*.

Feitos estes passos, o sistema gera um *buffer*, como mostrado na figura a seguir:

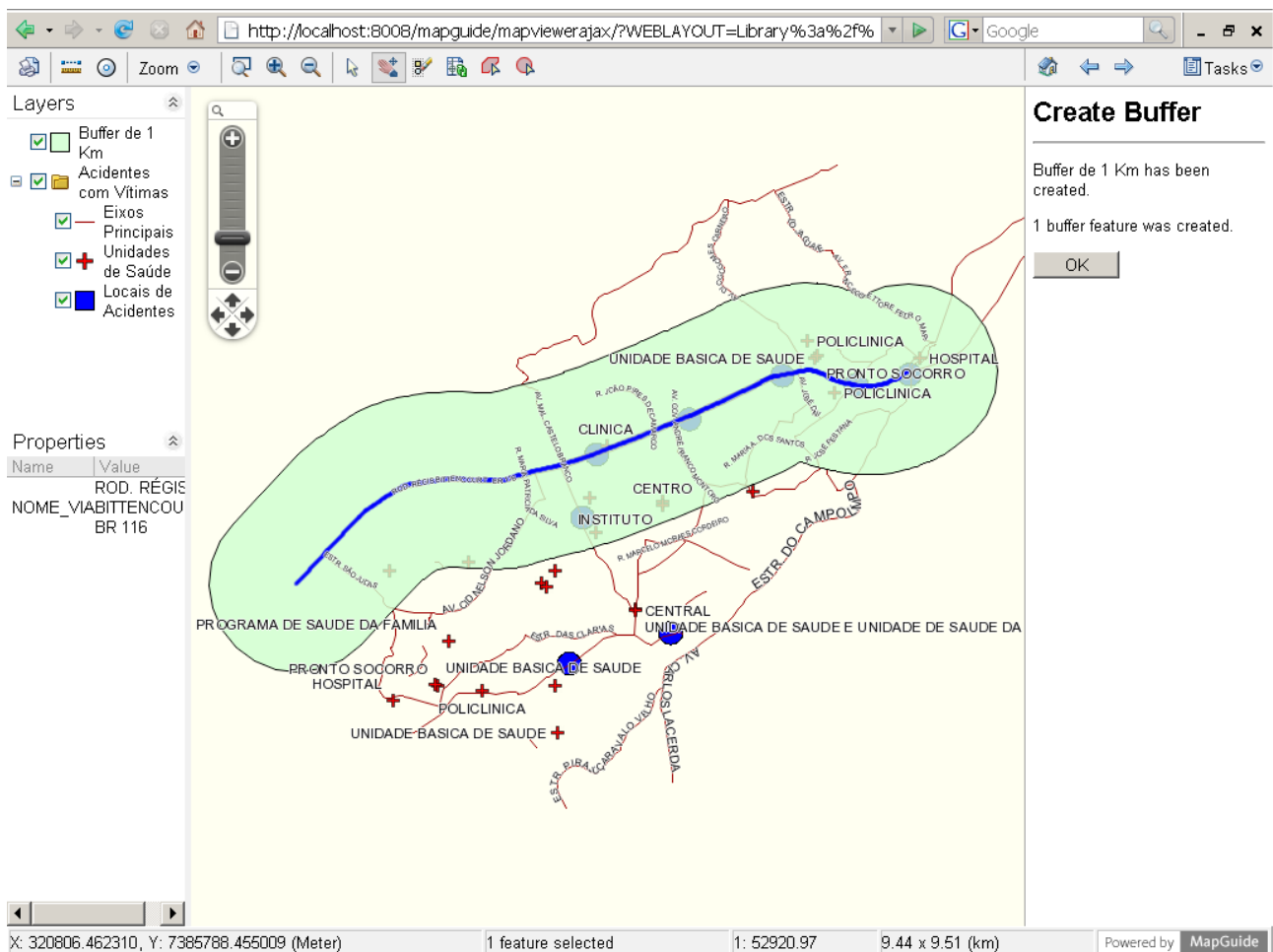


Figura 55. Análise espacial digital, realizada por meio da operação de *bufferização*. Os *buffers* podem ser gerados tanto em ambiente matricial, quanto vetorial. Contudo, neste processo, o *buffer* foi gerado em ambiente vetorial.

O MapGuide não consegue estabelecer, automaticamente, as unidades de saúde que estão unidas à área do *buffer*. Tanto é que não existe um recurso de modelagem como este, no sistema.

No MapGuide – e em grande parte dos servidores de mapas –, cabe ao usuário fazer, *analiticamente*, este tipo de correlação espacial. Não é sem intenção, então, que atribuímos a transparência do *buffer* gerado em 80%, a fim de permitir ao leitor identificar *visualmente* as unidades de pronto-socorro, dispersas sob a área criada, como pode ser visto nas figuras acima e abaixo. Estes sistemas apresentam, portanto, somente o recurso de relação espacial *métrica*.

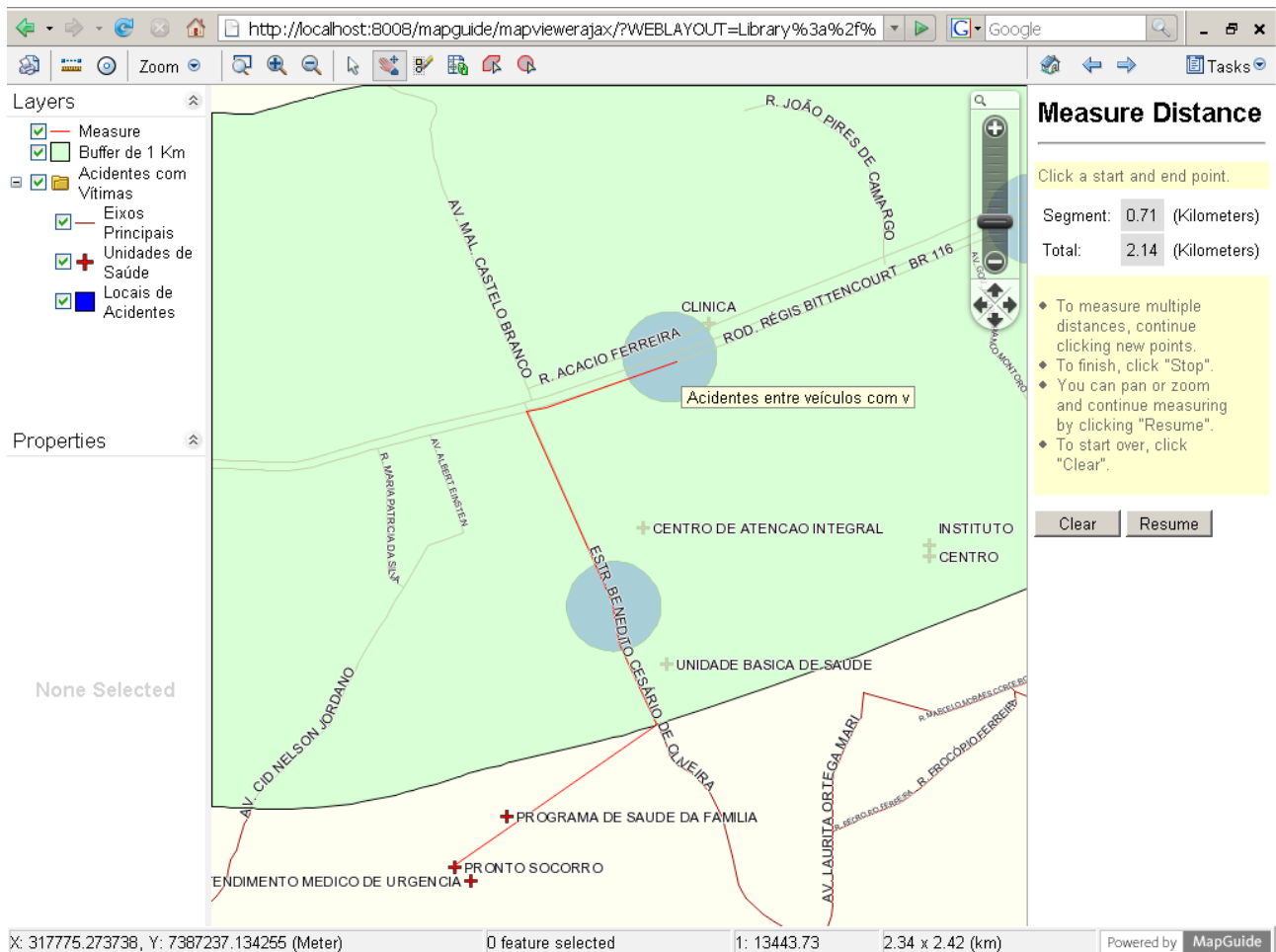


Figura 56. Área do *buffer*, e algumas unidades de saúde dentro e fora da banda gerada.

Neste caso, *no trecho* do acidente indicado pelo *Tool tip* na BR-116 (ver figura), as unidades de saúde aptas ao atendimento deste tipo de ocorrência, estão a mais de um quilômetro de distância; fora, portanto, da área de influência do *buffer*. Esse tipo de análise espacial mostra que o deslocamento da ambulância até o pronto-socorro mais próximo (ou até o local do acidente, se estiver numa das unidades de atendimento especializado) será, seguramente, de mais de um quilômetro. E a distância percorrida influencia, sem dúvida, na pronta-resposta de socorro às vítimas.

Infelizmente, não tivemos acesso ao conjunto total de eixos de logradouros do município.

Com ele, teria sido possível traçar com detalhes (utilizando as vias de comunicação do município para o roteamento, e não parcialmente inferido, como na figura anterior), as distâncias entre os acidentes e os pronto-socorros, aumentando o nível de exatidão da medida de distância.

Num sistema topológico, entretanto, ao se modelar corretamente os dados no aplicativo, esse tipo de operação resultaria num *layer* que apresentaria graficamente ao operador, somente as unidades de saúde que estivessem contidas na área do *buffer*, mais seus respectivos atributos do banco de dados alfa-numéricos associado. Nesta operação, o aplicativo deveria ser capaz de lidar com as duas relações espaciais compiladas na Tabela 2: as relações espaciais métrica (de distância), mostrada na figura 51; e a topológica (de contenção), mostrada na figura a seguir:

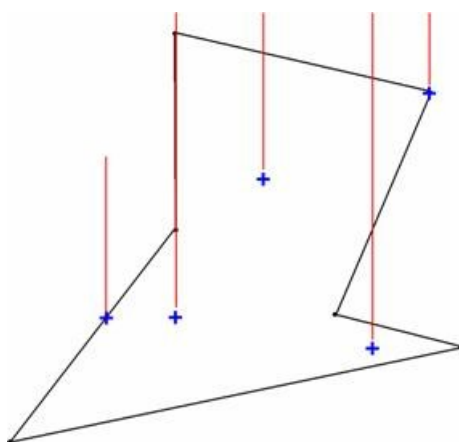


Figura 57. Esquema de uma relação topológica envolvendo a primitiva gráfica *ponto*. Neste caso, são identificados os pontos que estão dentro dos limites de uma determinada área (*polígono*). Fonte: Geospatial Analysis – a comprehensive guide. Disponível em: <http://www.spatialanalysisonline.com/output/>

Para demonstrar esses tipos de operações espaciais, carregaremos os mesmos *layers* utilizados no MapGuide anteriormente, no *software* TerraView<sup>36</sup>, como ilustrado na figura a seguir:

---

36 TerraView é um Gerenciador de Dados Geográficos, ou seja, um SIG de segunda geração, que possui recursos para conexão a SGBD remotos, além de funções avançadas para tratamento e análise de dados geoespaciais. Entre estas, destacamos as relacionadas às operações topológicas. Para maiores informações, consultar o endereço eletrônico: <http://www.dpi.inpe.br/terraview/index.php>

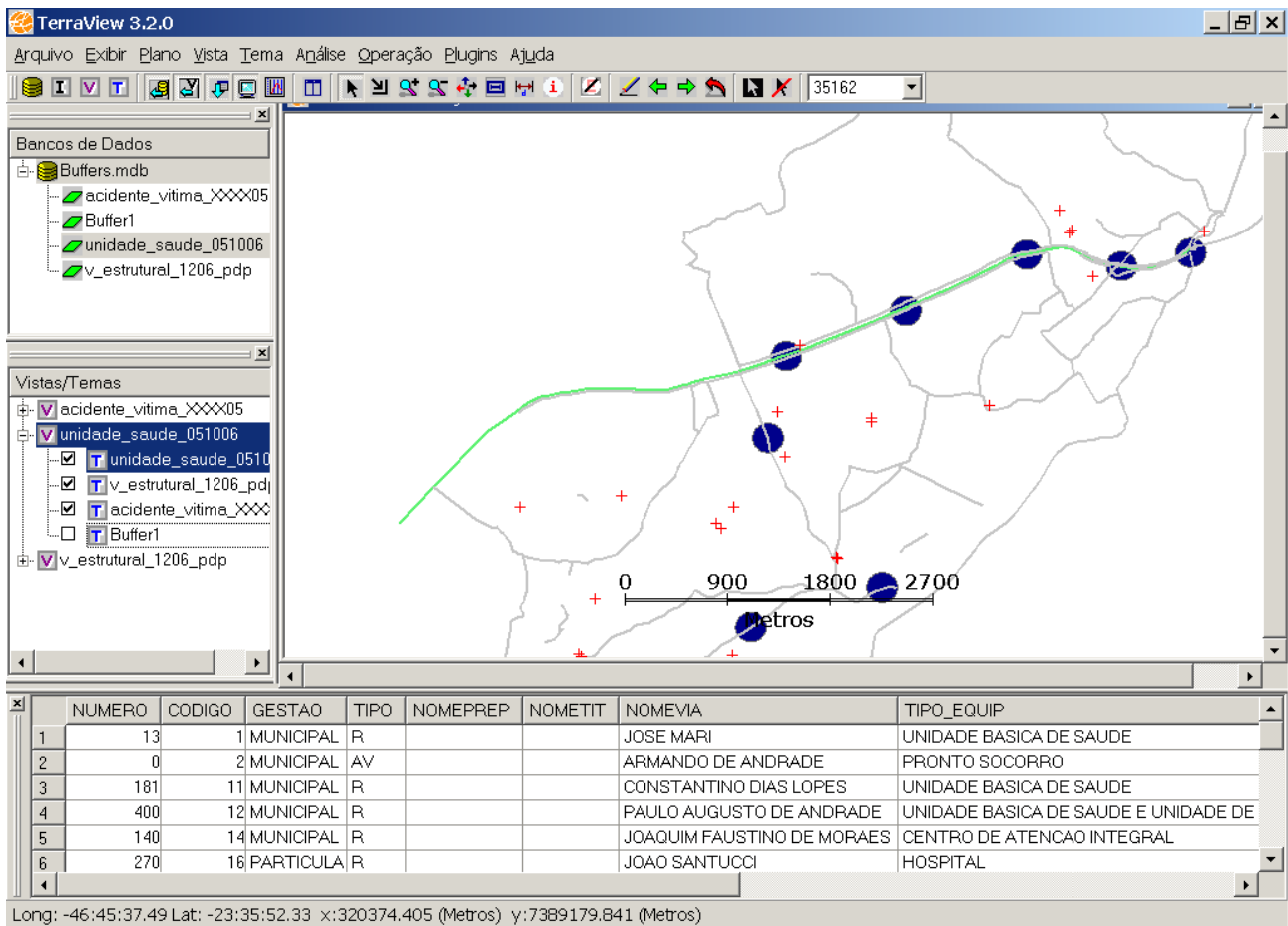


Figura 58. Interface do TerraView, com o banco de dados criado, e os *layers* carregados.

Selecionamos então, por apontamento espacial, ou seja, pelo clique na feição do mapa de interesse, a Rodovia BR-116 (ativada na cor verde, na figura acima). Feito isto, invocamos o comando de criação de *buffer*, no rol de operações geográficas (recursos de análise espacial) oferecidas pelo TerraView. Esta seqüência, retorna uma interface de *software*, como a seguinte:

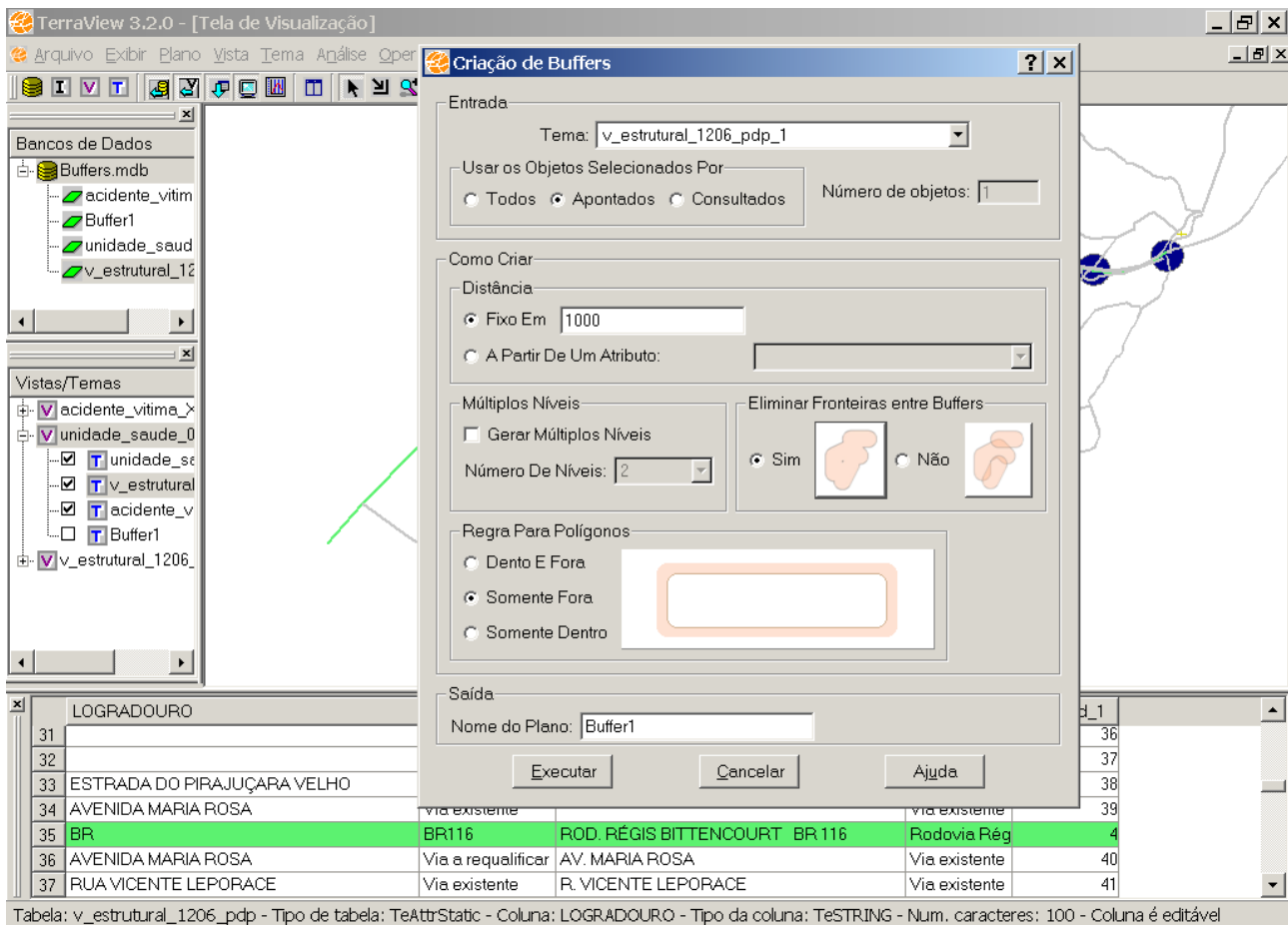


Figura 59. Preparação do *buffer* que criará uma área de influência de 1 Km de raio, ao redor da BR-116, que corta ao meio o município de Taboão.

Neste módulo de *bufferização*, devemos entrar com os dados de modelagem da operação espacial, como a área do *buffer* (no nosso caso, dada em metros - 1000 m -, pois a medida dos *layers* foi definida em metros); os níveis do *buffer* (se aparecerão dois, três ou mais *anéis* em tela); se deverá ser ou não removida a fronteira entre os níveis de *buffer* e, por fim, seu nome (que será acrescentado à base de dados e aparecerá como um *layer* no TerraView).

Como no exemplo do MapGuide dado anteriormente, no processo de análise espacial analítico, queremos também responder à seguinte questão: quais unidades de *pronto-socorro* estão numa distância de até um quilômetro da BR-116, na extensão do município de Taboão?

Contudo, neste caso, em que estamos manipulando um sistema topológico, não é mais preciso *contar* na tela, o número de unidades de saúde, pois o próprio sistema fará este procedimento automaticamente.

Assim, depois que modelados corretamente os dados para a geração do *buffer*, temos uma resposta do sistema, como a seguinte:

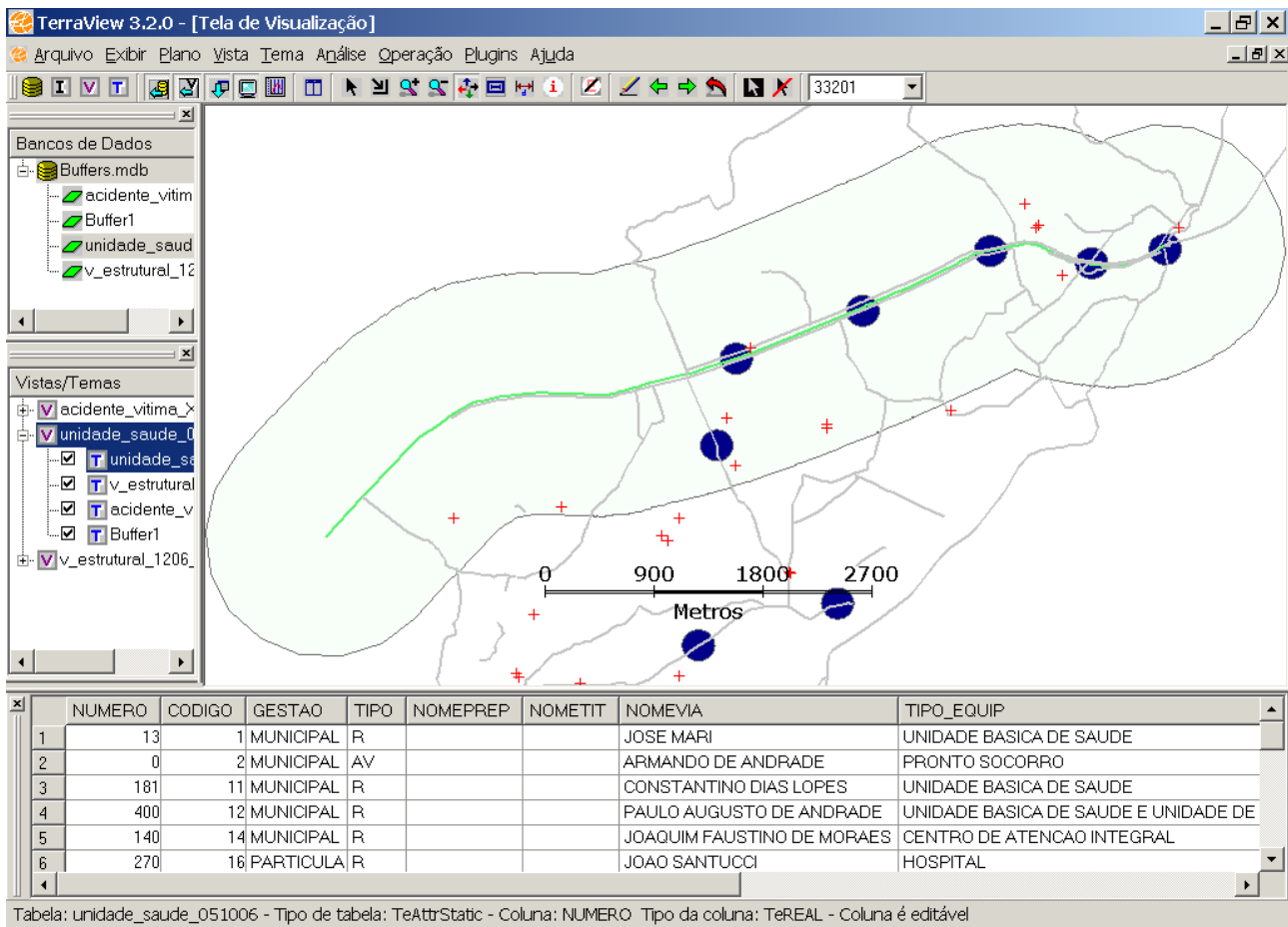


Figura 60. Criação do *buffer* de 1 Km de distância, ao redor da BR-116, no TerraView.

Temos o a área de *buffer* gerada pelo sistema, e uma resposta visual de todas as unidades de saúde contidas nela. Mas isto apenas não basta.

Se parássemos por aqui, teríamos um processo de análise espacial resultante de uma relação espacial métrica (de distância), como o elaborado no MapGuide. O próximo processo, portanto, é configurar o sistema para que nos indique, *automaticamente*, isto é, digitalmente, *quais* são as unidades de pronto-socorro que estão numa distância de até um quilômetro ao redor da rodovia.

Para isso, inicialmente, é preciso realizar uma *consulta por atributos*. Neste tipo de operação, vamos indicar ao sistema que nos apresente, *automaticamente*, todas as unidades de *pronto-socorro* disponíveis na base *alfa-numérica*, num conjunto de diversas outras unidades de saúde, como hospitais, unidades básicas de saúde, etc. O exposto pode ser visto a seguir:

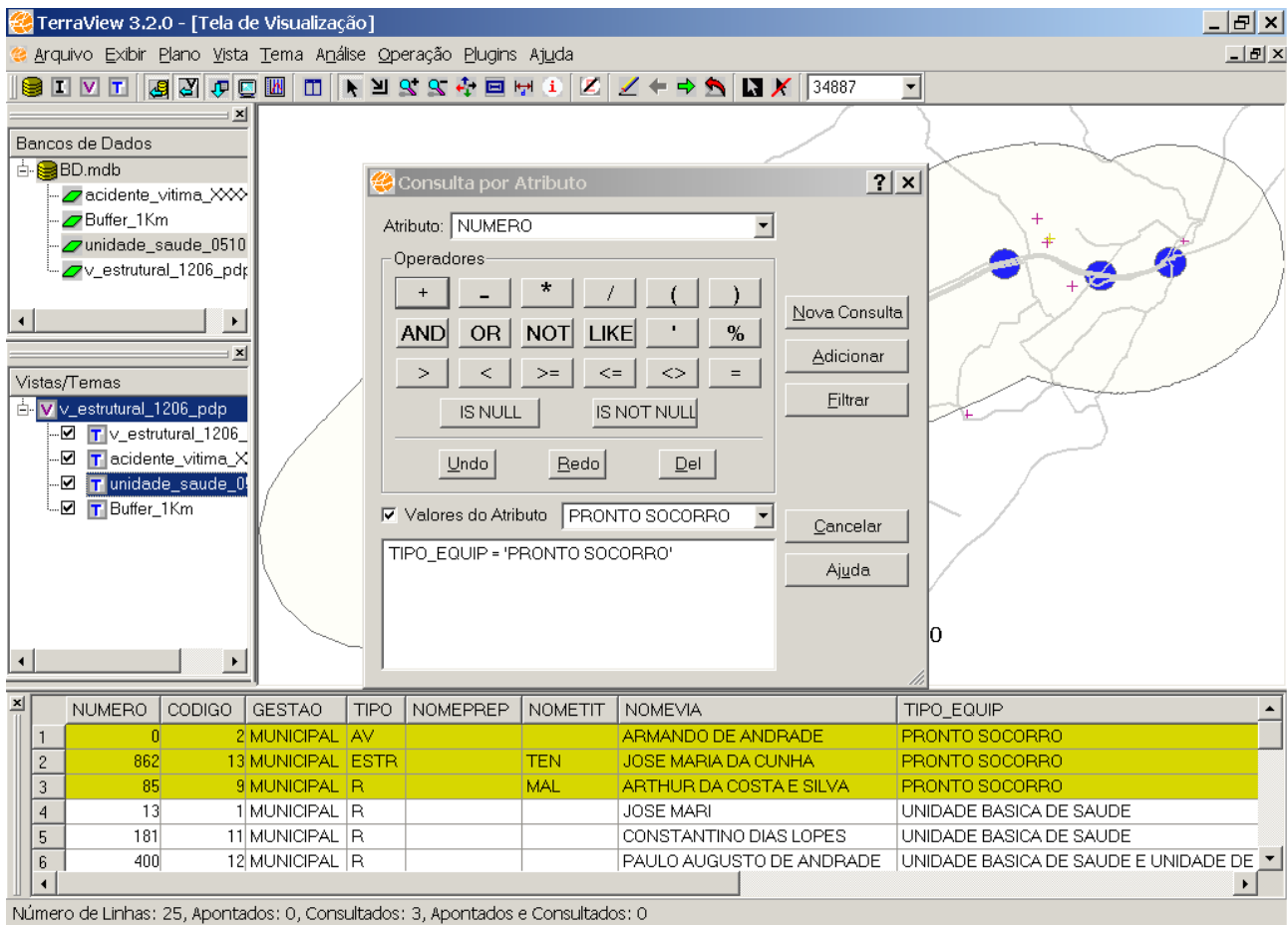


Figura 61. Nesta etapa, configuramos o sistema (por meio da expressão TIPO\_EQUIP = 'PRONTO SOCORRO') a acessar o banco de dados alfa-numérico, e apresentar automaticamente, as unidades de pronto-socorro disponíveis. Como pode ser visto, o TerraView encontrou três unidades de pronto-socorro, num conjunto de vinte e cinco unidades de saúde de diversas especialidades.

Em seguida, é preciso transformar as consultas anteriormente realizadas no banco de dados, num novo *Tema* (uma espécie de *layer* editável), para que o sistema possa identificá-las, e realizar a operação topológica desejada. Para isso, basta clicar com o botão direito do *mouse* no tema de unidades de saúde, acionar *Criar Tema a partir de Tema*, e atribuir-lhe um nome. É necessário ativar o recurso *Consultados*, para que as seleções dos Pronto-Socorros no *layer* de unidade de saúde, sejam incorporadas a operação de análise. Este processo pode ser visto a seguir:



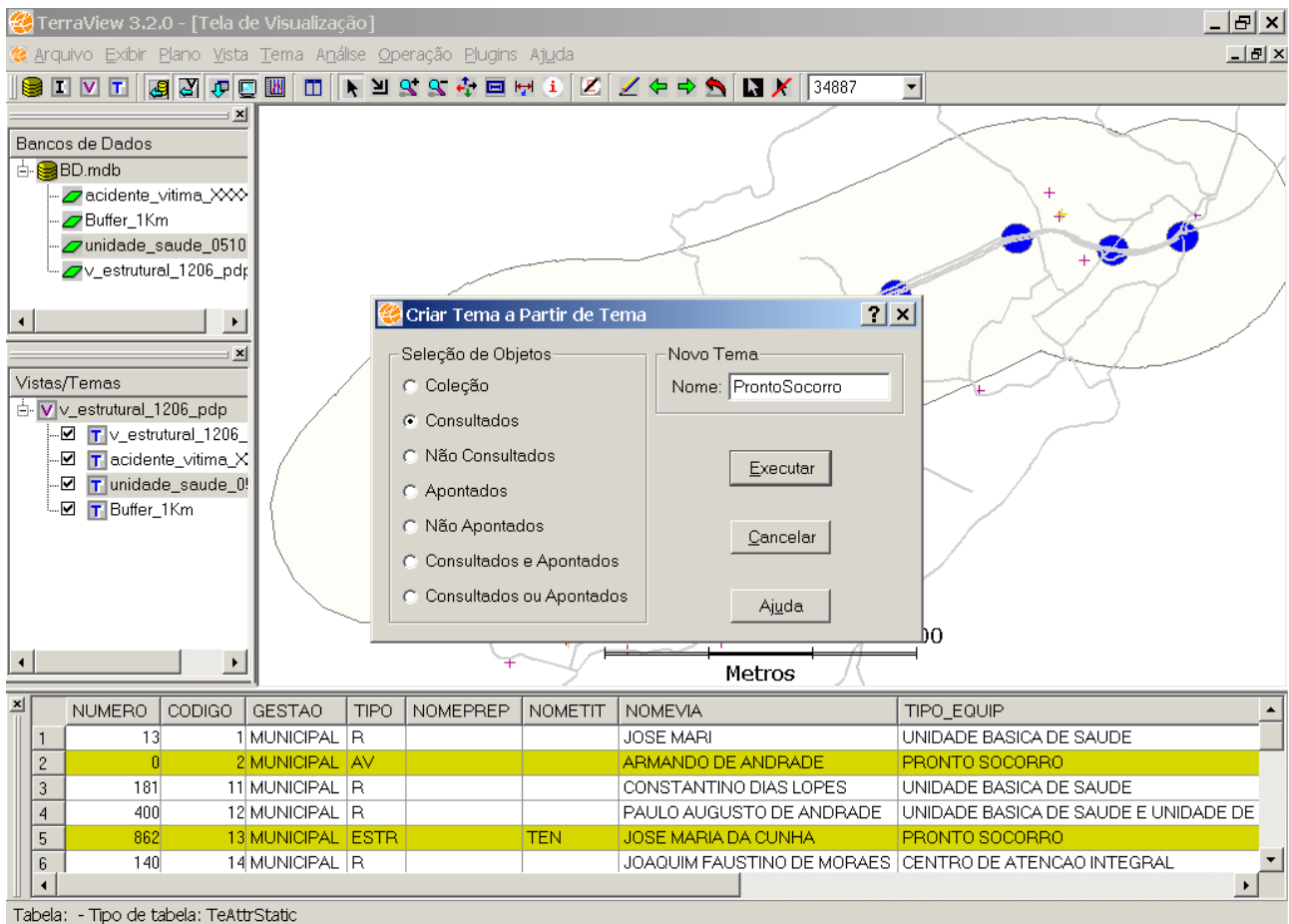


Figura 62. Novo tema criado, para que o sistema possa efetuar a operação topológica desejada.

Feito isto, selecionamos graficamente o *buffer* anteriormente gerado, isto é, apontamos e selecionamos a feição do *buffer*, no mapa em tela; selecionamos o recurso de *Consulta Espacial*, em que configuramos o sistema para acessar o novo *layer* de *ProntoSocorro* e, por fim, selecionamos a relação topológica de *contingência (ou contenção)*, deixando ativo o recurso de *Apontados*, para que o sistema apresente, *automaticamente*, as unidades de pronto-socorro consultadas no banco de dados alfa-numérico e que estão contidas na área do *buffer* gerado. Este processo pode ser visto na figura abaixo:

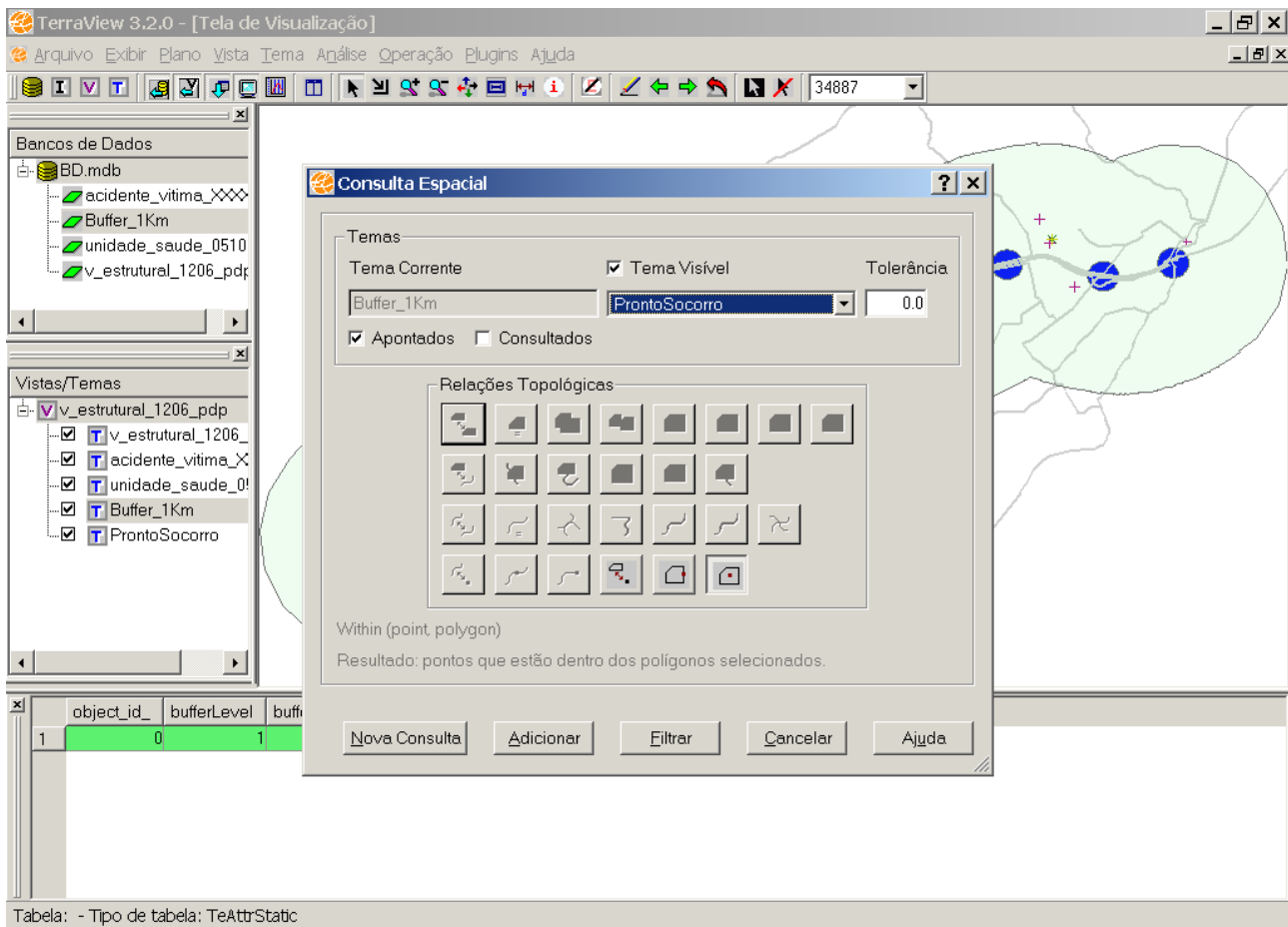


Figura 63. Configuração dos *layers* pertinentes e a seleção da relação espacial topológica de contenção, para o processo de análise espacial digital em curso.

Efetuada estes procedimentos, o sistema está configurado e pronto para dar a resposta que desejamos. Basta acionar o botão *Adicionar* do módulo *Consulta Espacial*, vistos na figura anterior.

E assim, teremos a(s) unidade(s) de Pronto-Socorro contida(s) na área do *buffer*, indicada(s) por uma cor diferente das não-contidas. Além de apresentar graficamente as unidades num raio de até um quilômetro da BR-116, o sistema também apresenta os campos do banco de dados alfa-numéricos destas feições processadas. É permitido ao usuário, portanto, selecionar tanto as feições gráficas, quanto consultar os atributos alfa-numéricos processados na análise espacial digital. Isto pode ser visto na figura a seguir:

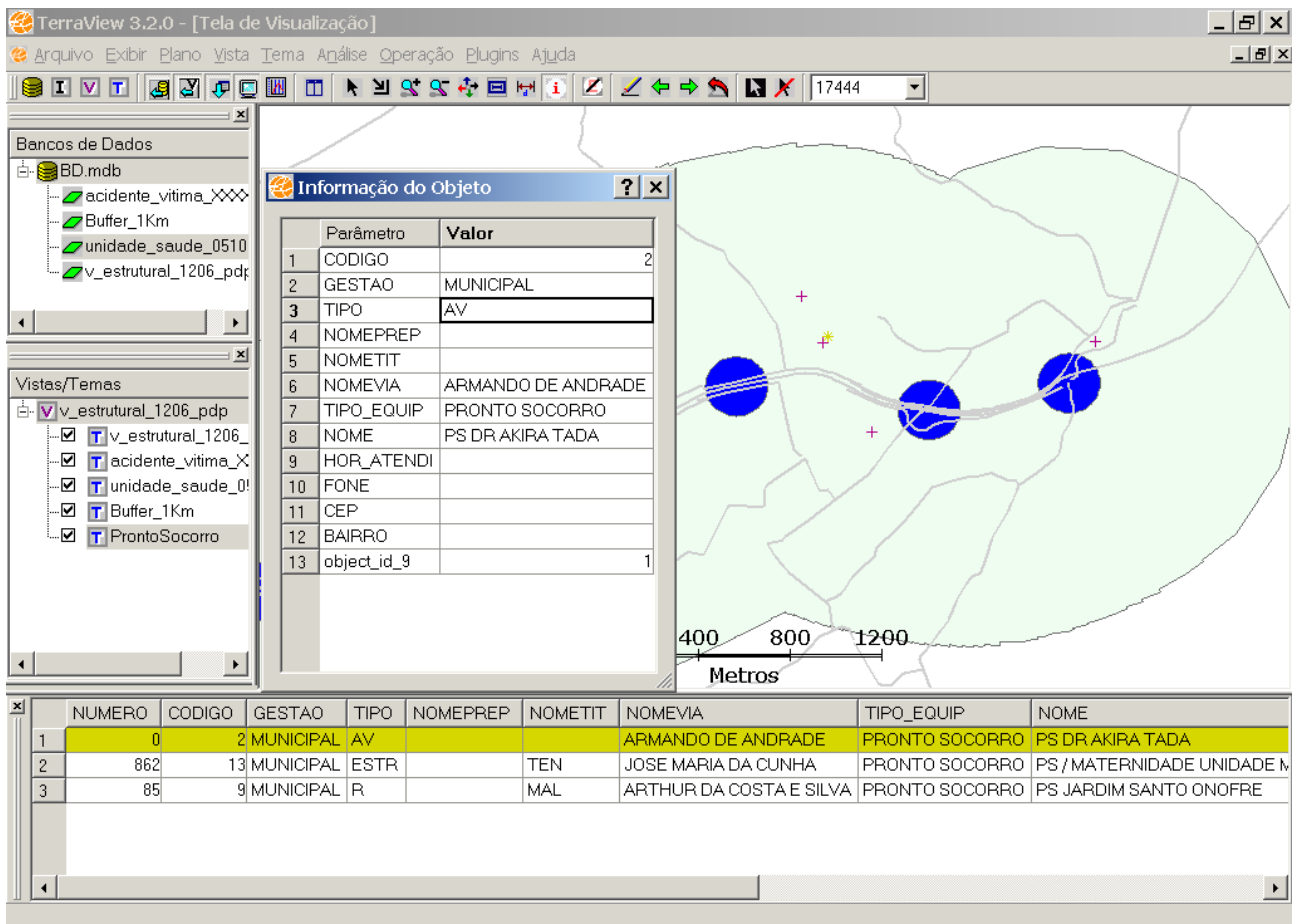


Figura 64. O sistema encontrou uma unidade de pronto-socorro na área do *buffer* (tanto a feição geométrica quanto os atributos do banco de dados, estão grifados). Das três unidades de pronto-socorro do município, apenas uma está em nossa área de interesse.

Como visto, as funções de análise espacial presentes no MapGuide, puderam responder àquele tipo de pergunta que formulamos, que dependia apenas da geração de uma área de influência no mapa. Contudo, para identificar as unidades de pronto-socorro, tivemos que contá-las no mapa em tela, ou imprimir um mapa para a contagem.

No TerraView, entretanto, a contagem dessas unidades foi automática. Não precisamos identificá-las analiticamente no mapa; o sistema fez o processo por nós.

Em nosso exemplo, trabalhamos com dezenas de feições (no caso, unidades de saúde). Por sua expressão quantitativa relativamente baixa, foi possível proceder à análise espacial analítica, para descobrir alguns resultados e responder à pergunta formulada. Mas e se tivéssemos que trabalhar com milhares ou milhões de feições? Sem dúvida, neste caso, a habilidade humana não teria capacidade de processar um número tão elevado de dados, e teríamos que acionar a função de análise espacial digital que, por envolver complexos recursos computacionais, seria capaz de processar um volume muito grande de dados e responder com eficácia, essas e outras questões levantadas, bem como mostrar padrões espaciais até então desconhecidos.

Isto indica, portanto, o grau de sofisticação que se pode atingir por meio do uso das relações

espaciais em projetos de Geoprocessamento.

Como dito anteriormente, não é questão de abandonar uma relação em detrimento de outra. Tudo dependerá da finalidade do projeto e dos tipos de análises espaciais que se deseja operar. Em nosso exemplo, mesmo a relação topológica mais sofisticada (de contenção) exigiu, como base, a operação de uma relação métrica menos sofisticada (geração de *buffer*), o que indica a complementariedade das relações espaciais e não o seu uso exclusivo.

Em resumo, podemos afirmar que este exemplo revelou como os servidores de mapas ainda precisam evoluir, para alcançar a atual capacidade de consulta e análise espaciais dos SIG.

### 8.3 BREVES CONSIDERAÇÕES À EQUIPE DE CARTOGRAFIA DA PREFEITURA DE TABOÃO

Como ficou evidenciado, o servidor de mapas é um sistema que não possui funções espaciais avançadas, comparado a um SIG topológico. A ênfase maior do aplicativo é disseminar as informações geoespaciais, e não analisá-las sob a perspectiva das relações espaciais mais sofisticadas.

Isto significa que qualquer operação de análise espacial mais complexa, deverá ser feita primeiramente em SIG (*Desktop*), e só depois ser incorporada à base de dados do servidor de mapas, por meio de arquivos *raster* ou vetoriais. Deixar que o servidor substitua completamente o SIG no aspecto da análise espacial digital, é comprometer seriamente o êxito do projeto.

A AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) nos dá um exemplo significativo, nesta matéria. Em ambiente SIG, a Agência realiza uma série de levantamentos, chegando a resultados importantes como as cidades que necessitam de maior oferta hídrica, ou áreas que apresentam desabastecimento sistemático de água. Após a geração das cartas e mapas em SIG, que representam estas informações, a Agência utiliza um servidor de mapas para a sua disseminação de uma forma simples e rápida, ao público em geral<sup>37</sup>.

A Prefeitura de Taboão possui uma base cartográfica digital consistente, com temas clássicos como hidrografia, curvas de nível, estrutura viária principal, áreas de favelas, área de inundação, etc. Cabe à Equipe de Cartografia, portanto, cruzar todos estes dados e produzir informações mais direcionadas à população em geral, pois os temas básicos são de pouco interesse para o público comum. São de maior interesse, certamente, a usuários especializados, como aqueles que compõem os quadros das equipes de engenharia, de meio-ambiente, entre outras. Assim, seria talvez mais interessante para o projeto de servidor de mapas, a Prefeitura disponibilizar por meio deste, os resultados das operações de análise espacial feitas em SIG.

---

37 O acesso ao servidor de mapas da AESA, está disponível em: <http://geo.aesa.pb.gov.br/>

## CAPÍTULO 9

### PROBLEMAS TÉCNICOS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

#### 9.1.1 PROBLEMAS DE IMPORTAÇÃO E CONEXÃO A ARQUIVOS *RASTER*

Como o leitor pode ter percebido, não carregamos por métodos usuais (*load procedure*) no MapGuide, arquivos matriciais nos exemplos apresentados. Tivemos sucesso, isto sim, apenas na incorporação de dados *raster*, por meio de serviços WMS remotos.

Consultamos a documentação técnica disponível, como manuais de usuário, tutoriais, fórum de usuários na *Web*, mas mesmo assim, não conseguimos fazer a entrada de dados matriciais nesta versão do sistema. Como este problema foi reportado por diversos usuários, no fórum de discussão do MapGuide na *Web*, é possível que seja uma falha estrutural desta versão, isto é, um *bug*<sup>38</sup>.

Devido a este problema técnico, os arquivos de aerolevamento de que dispúnhamos, não puderam ser introduzidos no sistema. Se pudessem, o servidor de mapas ficaria bem mais completo, com certeza. Vale dizer que não conseguimos fazer, sequer, a entrada de pequenos arquivos matriciais, com ou sem sua extensão auxiliar de georreferenciamento.

Como forma de solucionar a limitação apresentada pelo MapGuide, mostraremos dois métodos alternativos para a utilização da base *raster* de alta resolução espacial, oferecida gratuitamente pelo Google Earth.

O primeiro, indicando a conversão da base em ESRI Shape de Taboão, para o formato KML<sup>39</sup> do Google Earth, e disponibilizando-a por meio de *site* FTP.

O segundo, é configurar o próprio Google Earth, para direcionar o usuário, ao servidor de mapas de Taboão.

#### 9.1.2 CONVERTENDO OS ARQUIVOS ESRI SHAPE PARA KML

Neste método, o processo é converter a base vetorial da Prefeitura, para o formato reconhecido pelo Google Earth (o KML), disponibilizando-a *convertida* aos usuários do servidor de mapas, por meio de *hyperlinks* embutidos neste, apontando para *site* FTP remoto. Com isto, o analista pode utilizar dos serviços disponíveis no Google Earth, principalmente o oferecimento de imagens satelitais de alta resolução, para preencher uma deficiência constatada no MapGuide.

O processo de conversão da base de Taboão em ESRI Shape para KML pode ser feito por

---

38 *Bug*, é uma falha, um erro apresentado por um sistema informatizado, fazendo com que este não se comporte como o esperado. As causas mais comuns de ocorrência dos *bugs*, estão em falhas na programação do sistema.

39 *Keyhole Markup Language* (KML) é um formato de dados tornado padrão pelo OGC, muito utilizado para manipulação e armazenamento de feições geográficas em navegadores e outros aplicativos *Web*.

uma ampla gama de soluções de *software*. Muitos SIG, hoje, fazem este processo de conversão descrito, nativamente. Há, contudo, sistemas especialistas em *Data Translation* (conversão entre formatos geoespaciais), como o FME, por exemplo, que fazem também este tipo de operação. Entre os SIG que oferecem suporte direto ao KML, estão: o Maptitude, o gvSIG e o MapInfo.

Para esta operação, como dito, é necessário que a base de dados vetorial seja convertida para os formatos KML, aceito pelo Google Earth. Para nosso exemplo, utilizaremos os sistemas gvSIG e FME, que possuem recursos para a exportação em KML. A utilização dos dois sistemas é para fins de teste, ou seja, feita a conversão no gvSIG, faremos a mesma no FME, para comparar os resultados.

No gvSIG esta conversão exige que os arquivos vetoriais de interesse sejam, primeiramente, carregados. Utilizaremos, então, os *layers* de limite municipal de Taboão e de Estrutura viária principal, para a conversão, ambos em ESRI Shape. Para fazer a entrada destes dados, é preciso criar uma Vista (que tem o mesmo significado de plano de informação) e estabelecer a projeção cartográfica e o sistema geodésico de referência, que serão utilizados no projeto. É muito importante a sua correta definição, pois é por meio destes que o Google Earth reconhecerá *onde* posicionar em sua base, os *layers* vetoriais convertidos para o formato KML.

Após o carregamento dos *layers*, e a definição do georreferenciamento (neste exemplo, o EPSG:29193, que corresponde à projeção UTM, ao DATUM SAD69, no fuso 23 sul), o sistema apresenta uma resposta como a que segue:

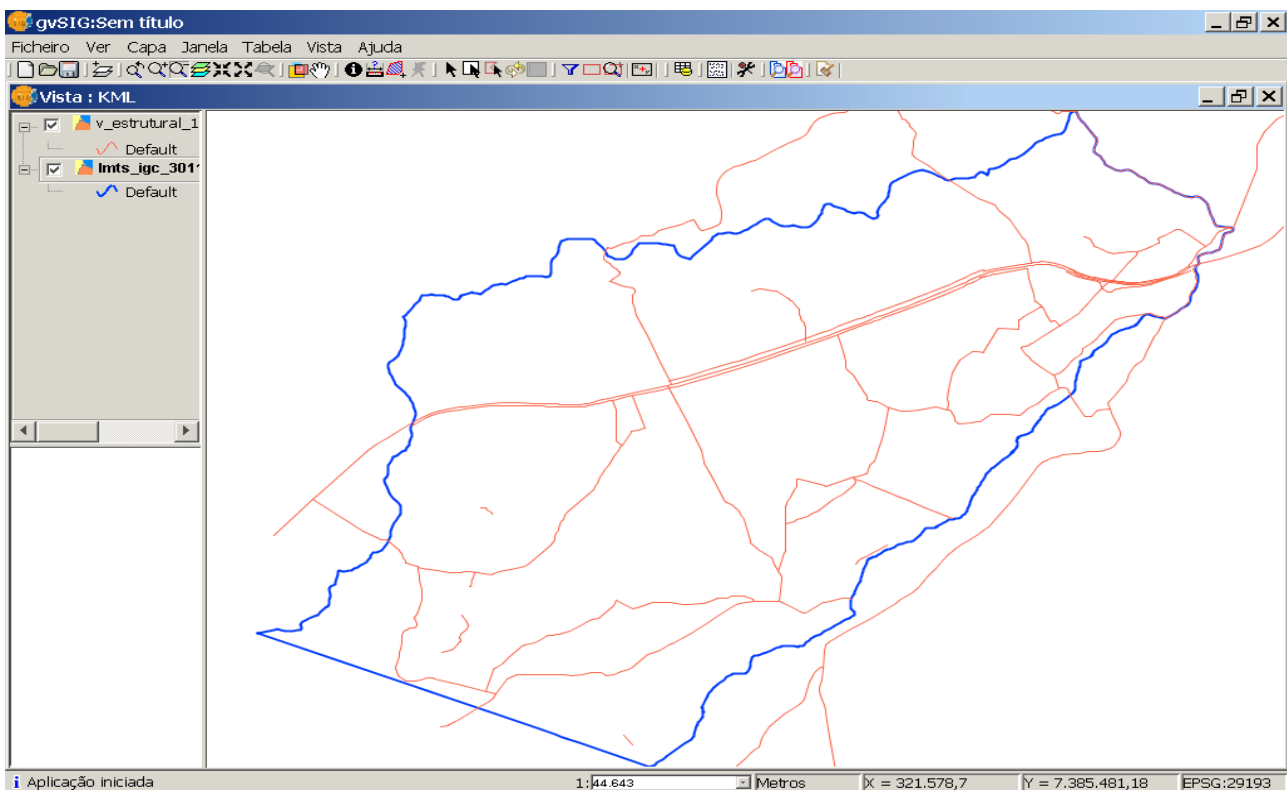


Figura 65. *Layers* de sistema viário e limite municipal de Taboão, carregados no gvSIG em UTM-SAD69, fuso 23 sul.



Feito isto, é preciso clicar num dos *layers* carregados, na parte à esquerda, onde aparecem os menus de seleções. Isto fará com que o *layer* escolhido esteja ativo para a exportação. Em seguida, basta acionar o menu **Capa**, na parte superior da tela, e invocar o recurso **Export to ... > KML**.

Para finalizar, na caixa de exportação, basta escolher um nome e um local no disco rígido, para o arquivo KML a ser gerado. Se o Google Earth estiver instalado na máquina do analista, basta clicar com o *mouse* no arquivo KML, e este abrirá a aplicação automaticamente. Se não estiver instalado na máquina, o analista deverá acessar o Google Earth e procurar deste, o arquivo no disco rígido ou em unidades de rede.

Se tudo ocorreu satisfatoriamente, o Google Earth apresenta uma tela como a seguinte:

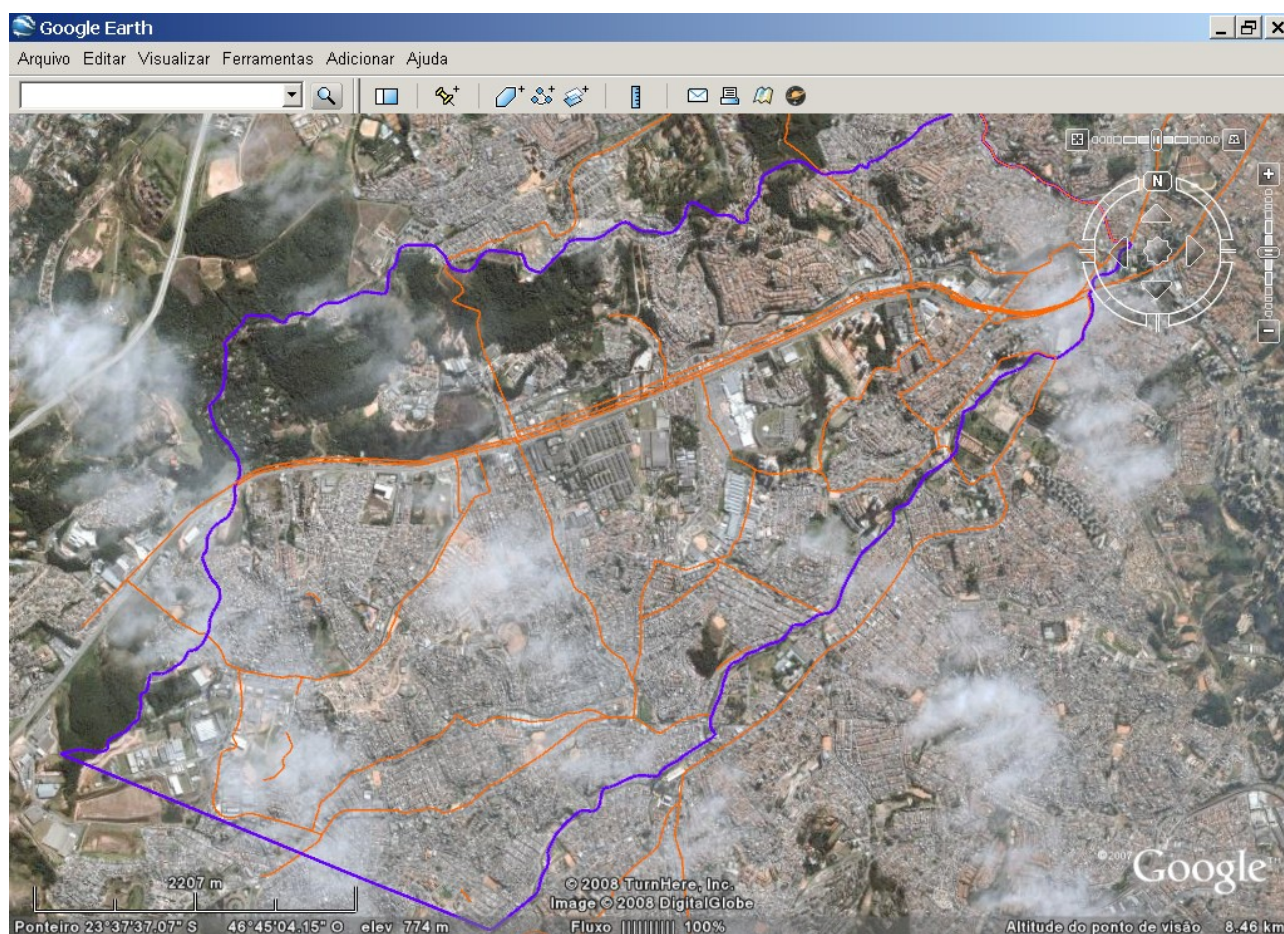


Figura 66. *Layers* em KML, resultado do processo de exportação do gvSIG. Em azul, os limites do município; em vermelho, os eixos principais. As cores foram atribuídas após a exportação, na interface do Google Earth.

Quando a imagem é aproximada com *zoom*, percebemos que os *layers* convertidos foram geoposicionados no Google Earth com um desvio considerável, entre as feições vetoriais exportadas e a base matricial original do sistema. O erro é variado entre as feições geométricas consideradas, oscilando entre 30 e 65 metros, aproximadamente.

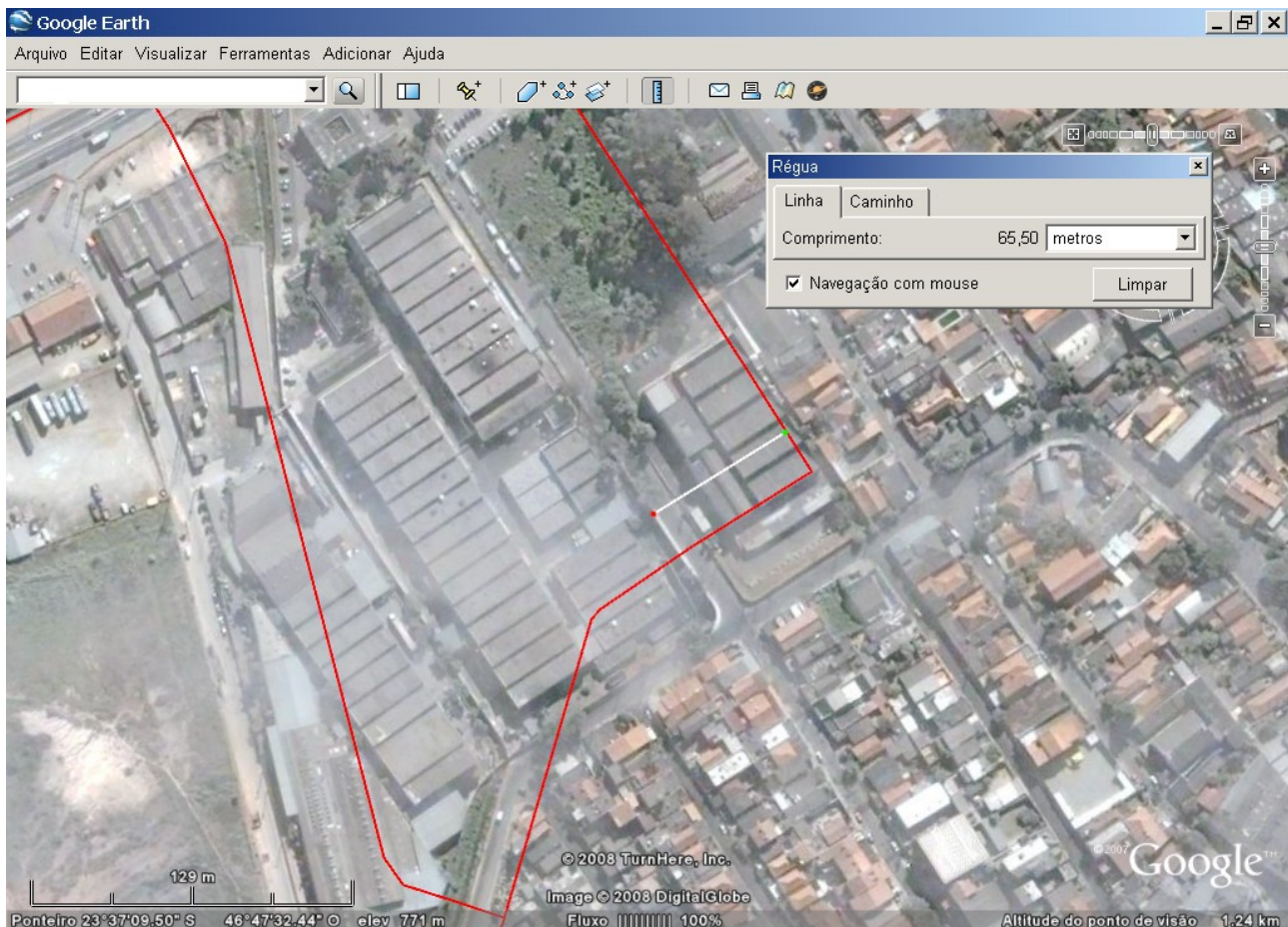


Figura 67. Erro de justaposição de aproximadamente 65,5 metros entre as feições geométricas convertidas para o formato KML, e a base matricial original do Google Earth. Entre as possíveis causas deste erro, podem estar falhas no processo de transformação de coordenadas do Google Earth, e falhas do gvSIG no carregamento e conversão dos arquivos ESRI Shape para o formato KML. A pior hipótese, contudo, seria a ocorrência destes dois erros, simultaneamente.

O Google Earth utiliza a projeção e o sistema geodésico de referência UTM-WGS84, respectivamente, diferente portanto do sistema UTM-SAD69, em que nossa base foi convertida para o KML. A explicação para o fato do Google Earth conseguir geoposicionar os *layers*, mesmo estes estando em outro sistema de referência e projeção, reside numa operação de transformação de coordenadas realizada nos arquivos KML de entrada, em que o *software* adequa os dados de coordenada do arquivo carregado, ao seu sistema de referência e projeção nativos.

Para analisar se o erro de justaposição é do gvSIG ou do Google Earth, utilizamos o FME para carregar e gerar um arquivo KML a partir do *layer* de sistema viário (em ESRI Shape) - o mesmo utilizado no exemplo anterior. Neste teste, foram utilizados os mesmos sistema de referência e projeção (compilados no código EPSG:29193), quando da exportação de dentro do gvSIG.



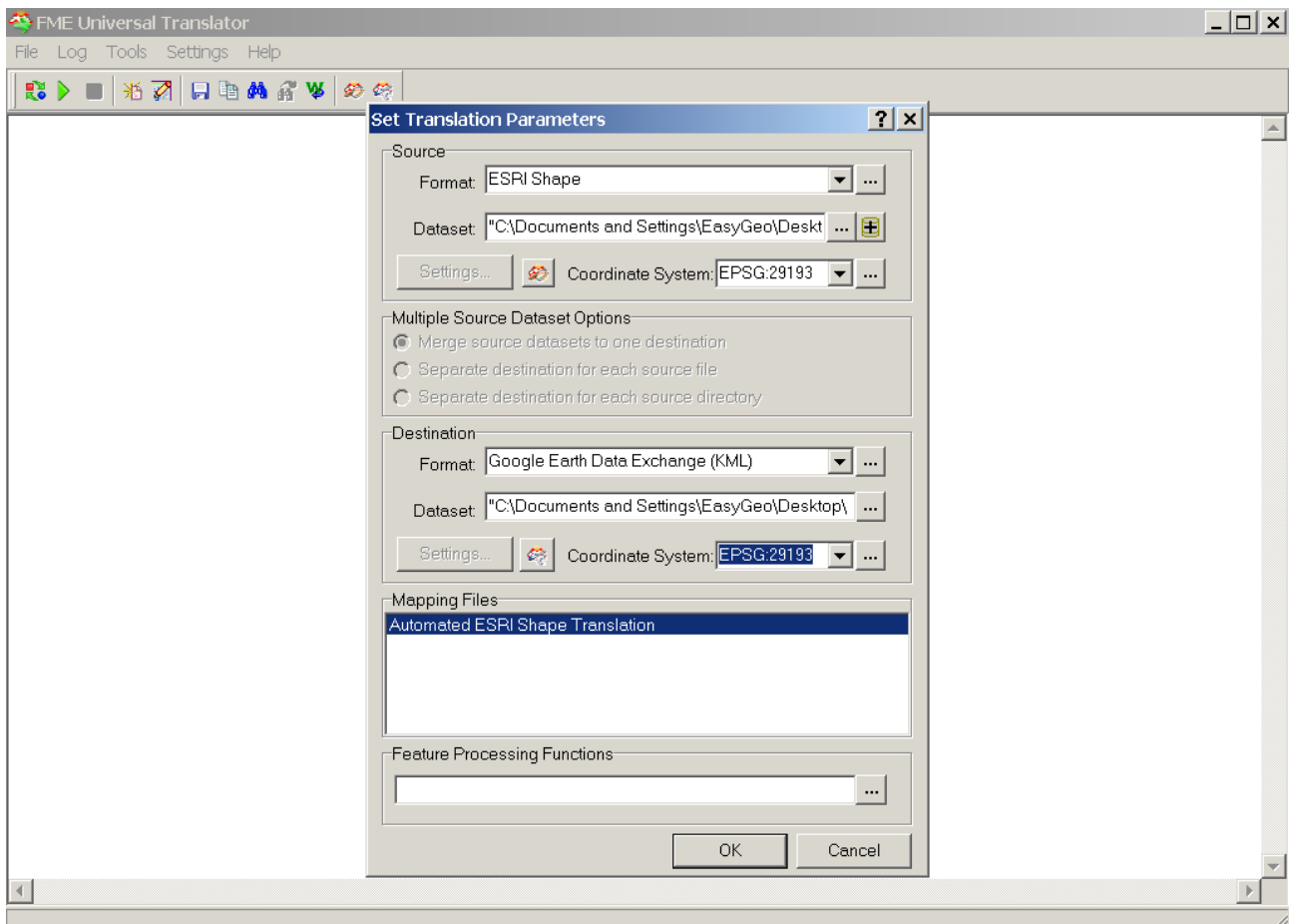


Figura 68. Módulo de exportação de ESRI Shape para KML, no FME. Note que para a conversão, foi utilizado o código EPSG: 29193.

O arquivo KML gerado com o FME, apresentou um desvio de justaposição consideravelmente menor que aquele gerado com o gvSIG. O desvio médio do FME ficou por volta de 7 metros em toda a base.

Na figura a seguir, fizemos o confronto dos arquivos KML exportados do gvSIG e do FME, para comparar o desvio com a base matricial do Google Earth:

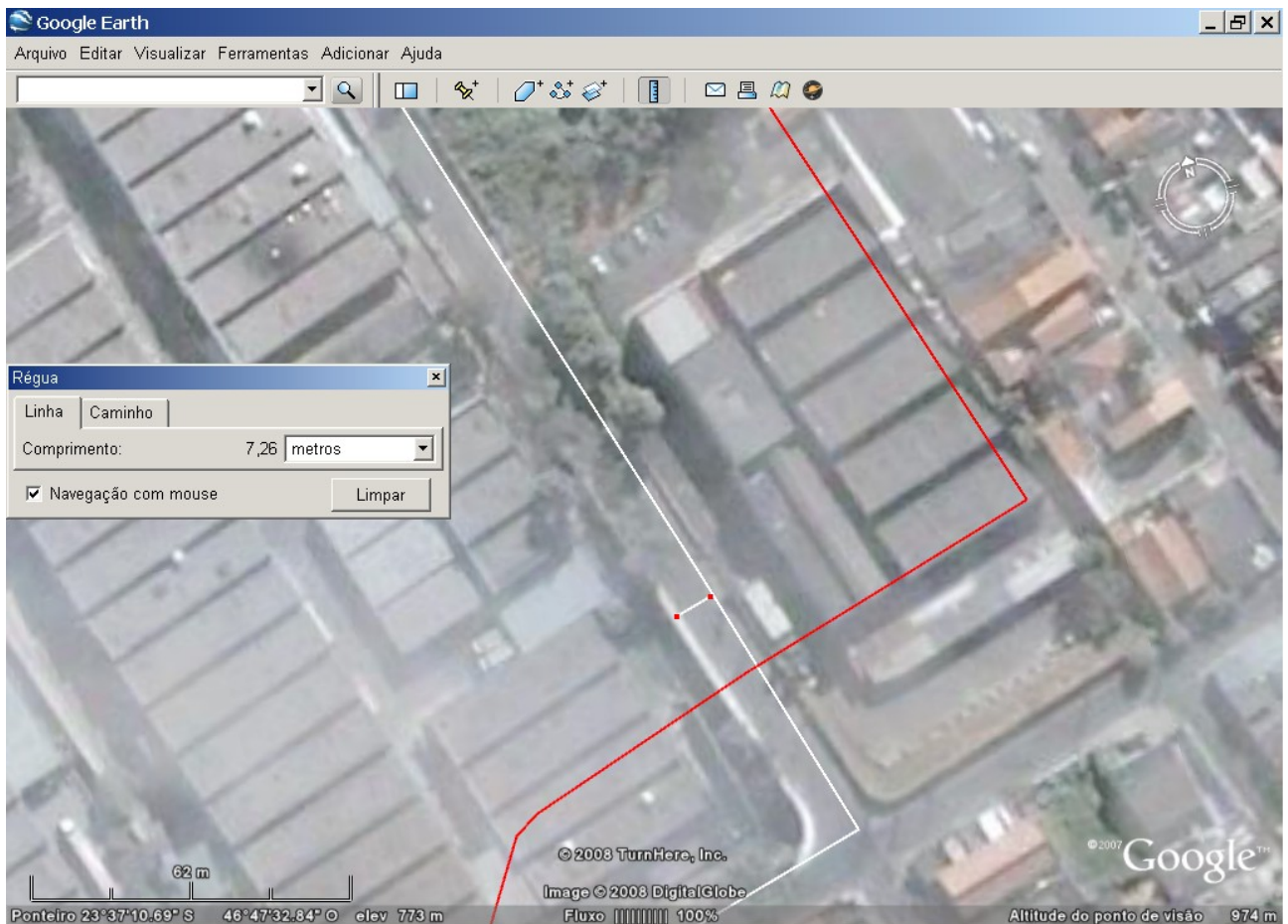


Figura 69. Em negro, desvio de justaposição da feição geométrica vetorial com a base *raster*, gerado no gvSIG. Em branco, desvio de justaposição entre a feição geométrica e o *raster*, gerado no FME. Como pode ser visto e comparado com a figura anterior, o KML gerado no FME apresentou um desvio de aproximadamente 7 metros, enquanto o KML gerado no gvSIG, apresentou um desvio de aproximadamente 65 metros.

Para avaliar se o maior responsável pelo desvio no geoposicionamento dos *layers*, é o processo de transformação de coordenadas do Google Earth, realizamos ainda um último teste. Forçamos a transformação, no gvSIG, do EPSG:29193 (UTM-SAD69, fuso 23, hemisfério sul) de nossa base vetorial em Shape (*layer* de sistema viário), para o código EPSG:32723 (UTM-WGS84, fuso 23, hemisfério sul), utilizado pelo Google Earth; em seguida, exportamos o arquivo convertido em KML, para este último aplicativo. Para termos a visão completa de todas as conversões até aqui realizadas, ativamos todos os arquivos KML convertidos, para o mesmo projeto corrente do Google Earth. Sendo assim, é possível visualizar todas as justaposições, ao mesmo tempo, realizadas até o momento. Isto pode ser visto na figura a seguir:

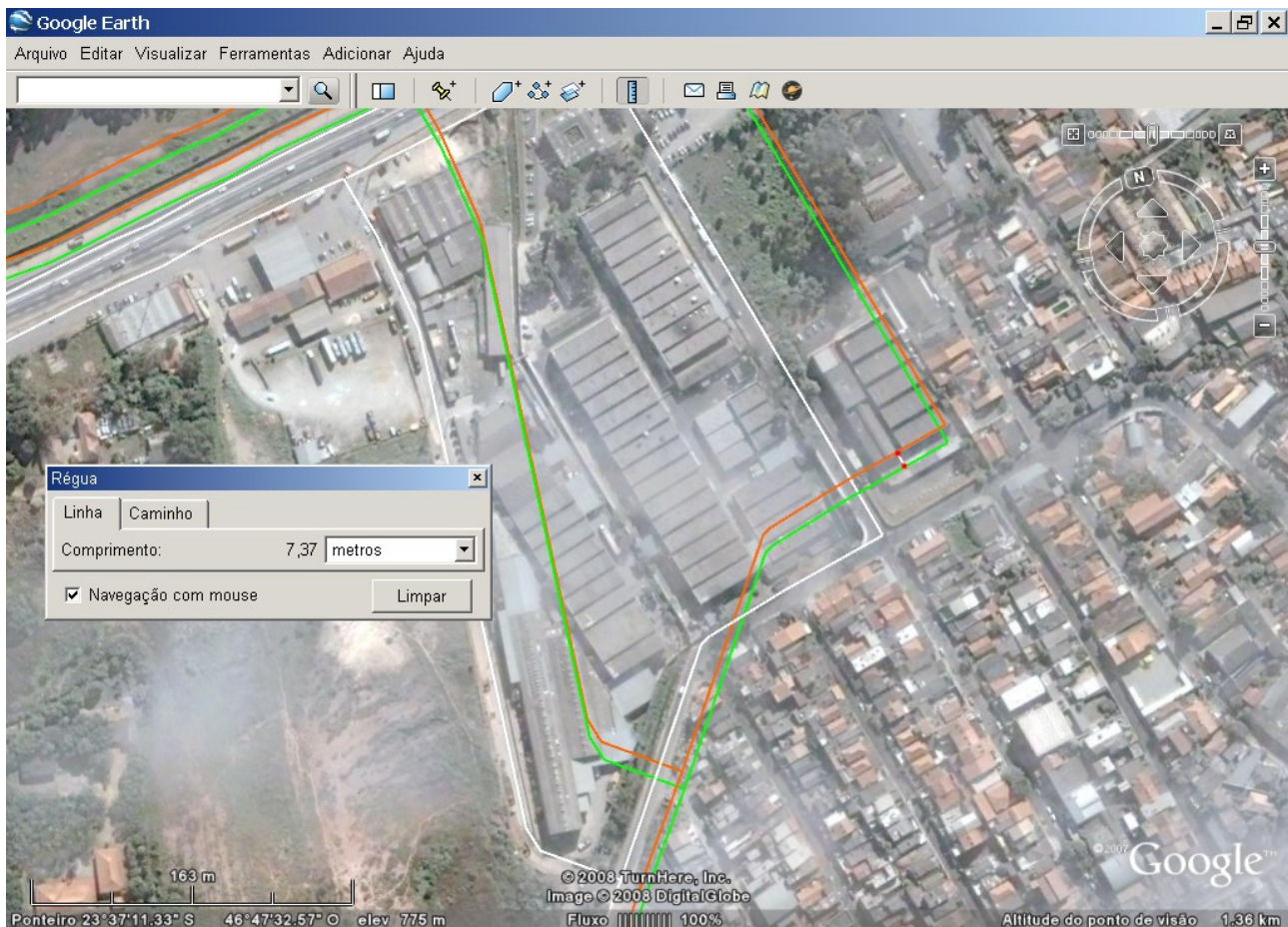


Figura 70. Em branco, o arquivo KML (em UTM-SAD69) gerado pelo FME; em vermelho, o arquivo KML (em UTM-SAD69) gerado pelo gvSIG e; em verde, o arquivo KML (em UTM-WGS84), gerado pelo gvSIG. Como se pode perceber, o desvio dos *layers* gerados pelo gvSIG, em sistemas de referência distintos, foi de aproximadamente 7 metros.

Testamos a mesma conversão com o FME, isto é, fazendo a transformação do georreferenciamento do *layer* de sistema viário em UTM-SAD69 para UTM-WGS84, carregando em seguida no Google Earth, o arquivo KML em UTM-SAD69, gerado previamente no FME. O resultado que obtivemos foi o perfeito casamento entre as feições vetoriais dos dois arquivos, sendo impossível distinguir entre duas, à medida que uma se sobrepunha perfeitamente à outra, como pode ser observado a seguir:



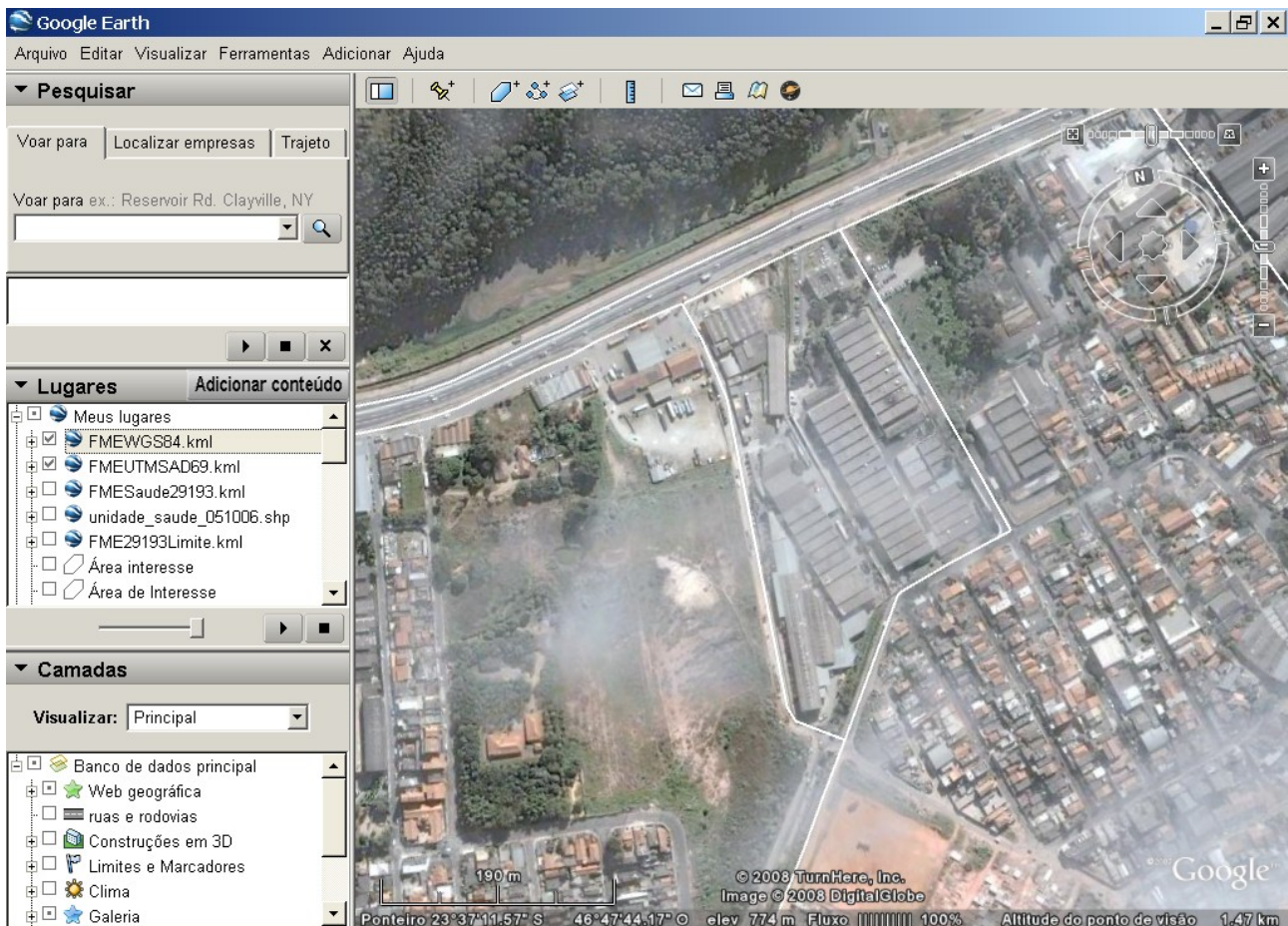


Figura 71. Perfeita justaposição dos *layers* KML gerados pelo FME, em sistemas de referência distintos. Note que os dois *layers* estão ativos no projeto (pelas caixas de seleção no centro da figura, à esquerda). Contudo, ao usuário é impossível distingui-los visualmente, pois estão sobrepostos com exatidão.

Pelas análises até aqui realizadas, tudo indica que o processo de exportação para o KML do gvSIG é o que contém falhas. O Google Earth conseguiu geoposicionar, precisamente, os *layers* exportados do FME em georreferenciamentos distintos. Isto indica que seu processo (do Google Earth) de transformação de coordenadas é correto.

Uma adendo interessante é que a base vetorial em KML exportada do FME, apresentou um desvio de 7 metros, quando justaposta na base *raster* do Google Earth. Entretanto, quando fizemos a transformação de coordenadas da base *raster* da Prefeitura em GeoTIFF, pelo FME (no capítulo 3), o desvio de justaposição entre as feições matriciais e vetoriais permaneceu por volta de 25 metros. Isto pode significar que o processo de transformação de coordenadas da base *raster* em GeoTIFF, feito pelo FME, não tenha sido eficiente. Se verdadeiro, numa das causas prováveis, tem-se a hipótese de problemas estruturais de georreferenciamento da base *raster* (o que comprometeu o processo de transformação de coordenadas); noutra, tem-se a ineficiência do algoritmo de conversão de coordenadas do FME. A primeira hipótese, contudo, ficou confirmada, como vimos naquele capítulo.

No gvSIG, apenas a mudança da referência geodésica de nossa base vetorial, para o WGS-84 utilizado pelo Google Earth, fez com que houvesse uma redução do desvio das feições em aproximadamente 7 metros.

Finalmente, feitas as conversões, basta disponibilizar os arquivos gerados num *site* FTP (inclusive na página do servidor de mapas, por exemplo), para que os usuários tenham amplo acesso aos arquivos KML criados<sup>40</sup>. Se o usuário tiver o Google Earth instalado em sua máquina, assim que o arquivo KML for salvo em seu computador e clicado, a aplicação será inicializada, as feições em KML serão geoposicionadas na base *raster* do Google Earth, e o usuário será diretamente conduzido (re-direcionado) a elas.

Recentemente, o formato KML foi declarado como padrão de interoperabilidade pelo OGC. Isto significa que o processo de implantação de recursos de importação/exportação em SIG para este formato, será padronizado, o que pode trazer grandes melhorias na qualidade dos dados gerados e/ou importados pelos sistemas, futuramente. Com isto, erros como os apresentados pelo gvSIG, poderão ser minimizados.

Como dito inicialmente, este é um método alternativo para acesso à base *raster*, uma vez que o MapGuide falhou neste quesito. Cabe ao analista decidir se esta solução é interessante e viável, a seu projeto. Deve, sobretudo, analisar e testar se os aplicativos de *software* que possui, são eficientes nesse tipo de operação, a fim de que se consiga uma base de dados consistente, cada vez mais livre de erros.

### 9.1.3 DIRECIONANDO O GOOGLE EARTH PARA O SERVIDOR DE MAPAS

Uma outra maneira de resolver a questão, é criar no Google Earth, feições vetoriais simples, que apresentem as informações do banco de dados aos usuários, ao mesmo tempo em que apontam (por meio de *hyperlinks*) ao servidor de mapas de Taboão. Assim, caso o usuário do Google Earth queira ter acesso a outros tipos de informação que não encontrou neste sistema, pode ser direcionado ao servidor de mapas de Taboão, a fim de obter o que deseja.

Em síntese, esta estrutura pode se configurar num sistema bi-direcional, em que o servidor de mapas de Taboão e o Google Earth, complementam-se mutuamente.

A seguir, veremos como configurar o Google Earth, para acessar o servidor de mapas.

Inicialmente, o que fizemos foi converter para o KML os *layers* de unidades de saúde de Taboão. Isto poderia ter sido feito de outro modo, mais demorado certamente, pelo método de *fotointerpretação* (análise de imagens), em que o analista procuraria, *visualmente*, as unidades de

---

<sup>40</sup> O processo de publicação de dados por meio de servidores FTP, foi explicado no capítulo anterior.

saúde diretamente no *raster* do Google Earth, e as classificaria. Isto exigiria, sem dúvida, o conhecimento detalhado do espaço geográfico do município, por parte do analista, além de experiência mínima com fotointerpretação.

A conversão foi feita, justamente, para evitar esse processo e agilizar a operação, uma vez que já temos todas estas unidades geoposicionadas. Neste exemplo, também realizamos um teste: exportamos o *layer* de unidades de saúde do gvSIG e do FME, para comparar os arquivos gerados.

As feições vetoriais de unidades de saúde do gvSIG, perderam seus atributos alfa-numéricos, após a exportação; enquanto as exportadas do FME, incorporaram plenamente os atributos alfa-numéricos, como pode ser visto nas duas figuras a seguir:

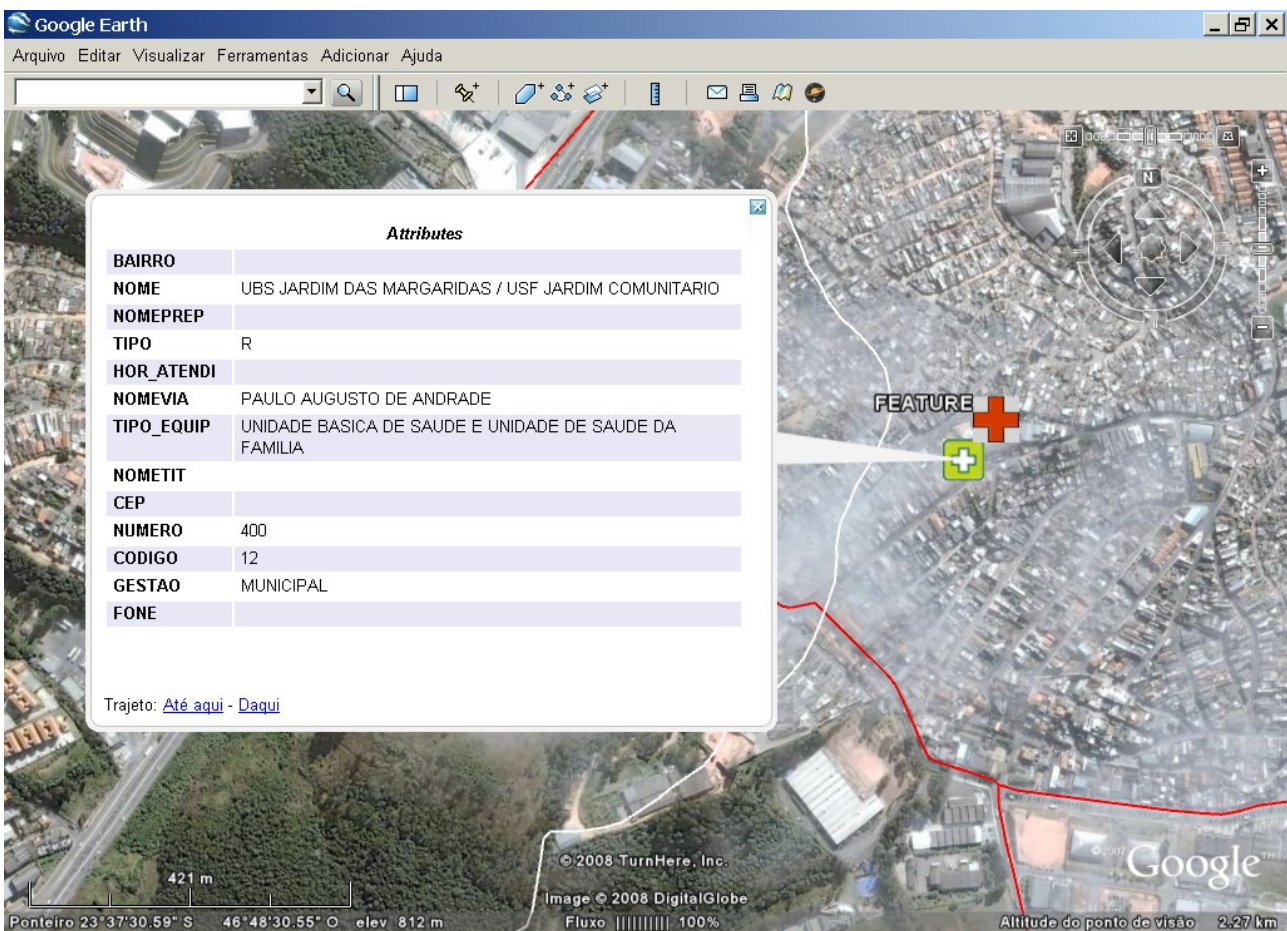


Figura 72: Ícone localizando espacialmente uma unidade de saúde de Taboão, e mostrando seus atributos alfa-numéricos. Este arquivo KML, foi gerado do FME. O Google Earth disponibiliza e permite facilmente a escolha de ícones para as feições em tela. Este ícone foi adicionado pelo autor.



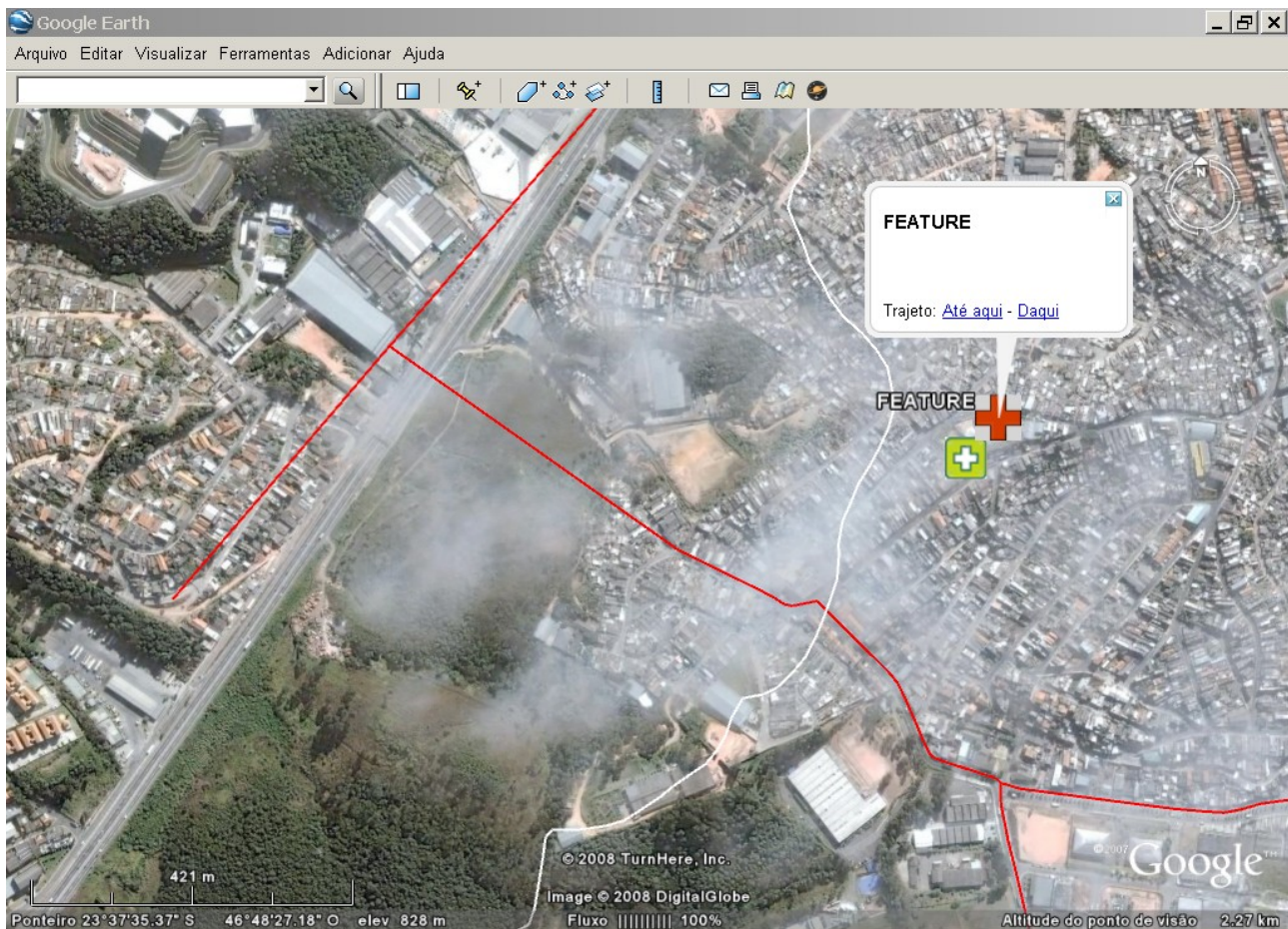


Figura 73. Ícone localizando espacialmente uma unidade de saúde de Taboão. Notar que neste caso, os atributos alfa-numéricos não são mostrados. Este arquivo KML, foi gerado do gvSIG. O Google Earth disponibiliza e permite facilmente a escolha de ícones para as feições em tela. Este ícone foi adicionado pelo autor.

As figuras, acima, mostram as feições do *layer* de unidades de saúde, convertidas pelo FME e pelo gvSIG, respectivamente. Aparentemente, são duas unidades de saúde distintas, mas na realidade, são as mesmas unidades, só que provenientes dos dois arquivos KML anteriormente gerados. Ambas estão ativas no mesmo projeto do Google Earth. O espaçamento entre elas mostra, novamente, os desvios de coordenadas entre os dois arquivos KML gerados. Se estivessem nas mesmas coordenadas, as feições deveriam se sobrepor umas às outras.

Apesar dos problemas de exportação apresentados pelo gvSIG, como o erro de coordenadas e a perda do conteúdo do banco de dados, é possível ainda, dar uma boa utilização a estas feições deste sistema, incorporadas ao Google Earth.

Ao editá-las, é simples fazer a entrada de algumas informações relevantes, como o telefone da unidade de saúde, por exemplo, e direcionar o usuário ao servidor de mapas de Taboão, para visualizar o restante do banco de dados, ou mesmo as feições vetoriais corretamente geoposicionadas.

Para editar uma feição no Google Earth, basta acioná-la no *layer* correspondente, clicando

com o botão direito do *mouse* sobre ela; em seguida, basta acionar **Propriedades**. O sistema mostra então, a seguinte caixa de diálogo:

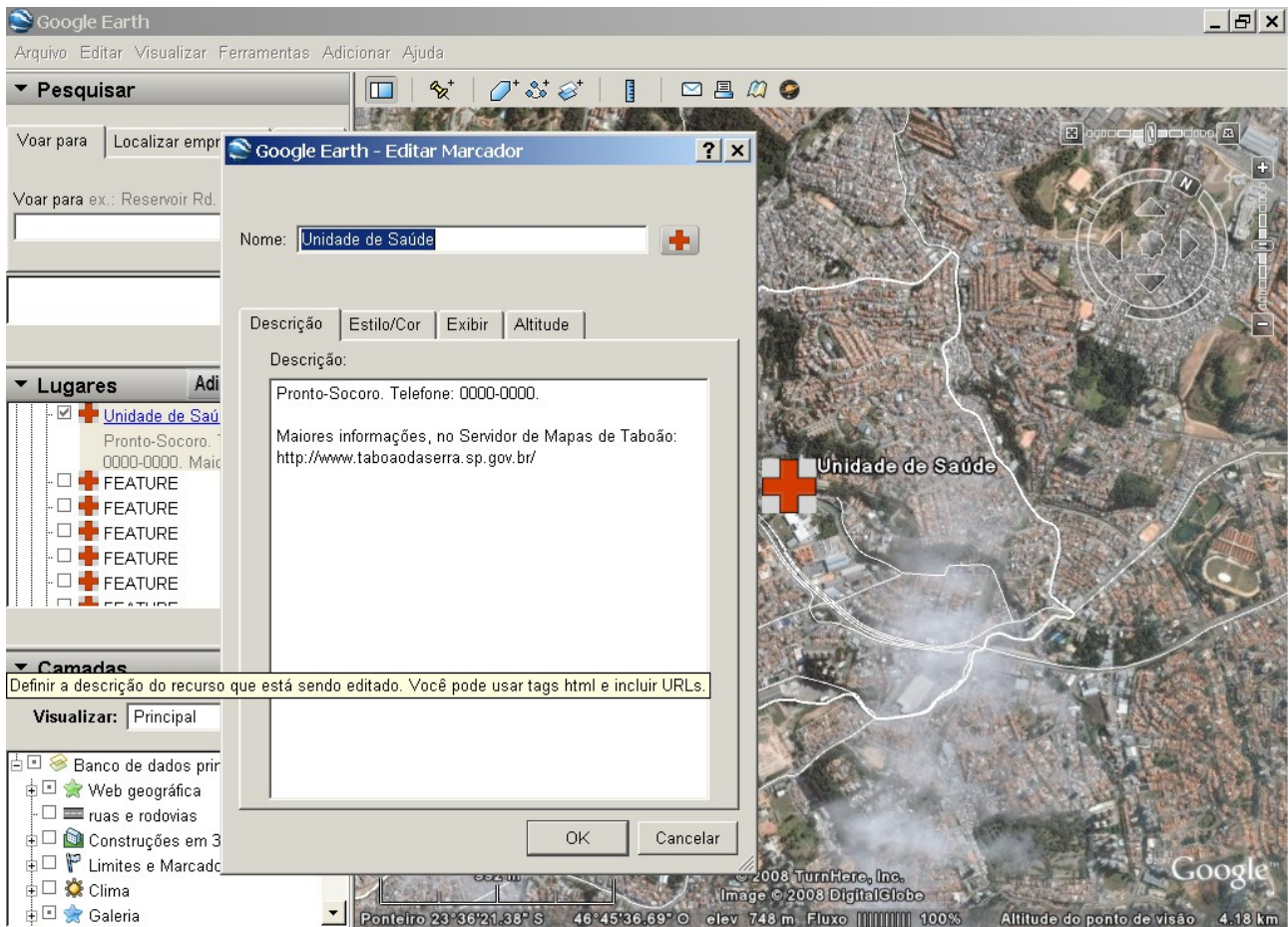


Figura 74. Caixa de edição de feições do Google Earth. O analista pode definir a descrição das feições, incluir URLs para endereços remotos, editar cores, trocar ícones, entre outras diversas operações disponíveis para os vetores.

Feitos estes passos, basta pressionar **OK**, e a feição está pronta para mostrar as informações descritas, assim como direcionar o usuário, caso o deseje, ao servidor de mapas de Taboão, bem como a qualquer outra página *Web*.

A figura a seguir, ilustra o que foi comentado:



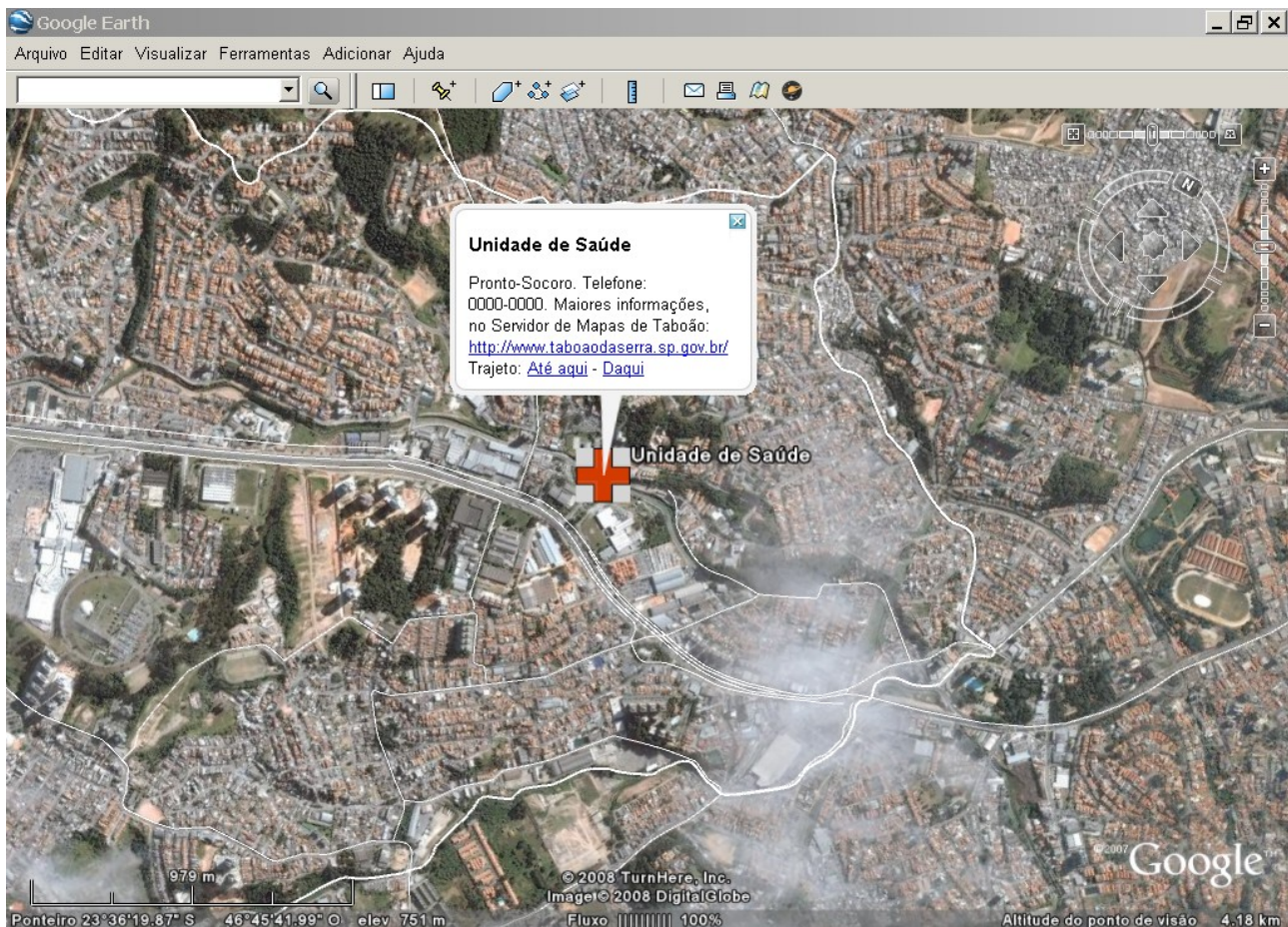


Figura 75. Feição de unidade de saúde editada no Google Earth. Notar a *hyperlink* para a possível URL do servidor de mapas de Taboão.

Como o processo de exportação do gvSIG foi deficiente, estas feições apresentadas estarão mal geopositionadas no Google Earth. Contudo, é possível editar suas coordenadas (geográficas), para que a localização fique mais precisa. Esta correção é realizada no mesmo módulo de edição que apresentamos anteriormente. É possível, entretanto, que o analista tenha maior sucesso na exportação para o formato KML, com outros sistemas que não o gvSIG, e dispense este processo de edição.

## 9.2 PROBLEMAS DE CONEXÃO DO MAPGUIDE AO WFS, PARA A ALIMENTAÇÃO INTERNA DE DADOS

Como pode ser percebido, configuramos com sucesso os serviços de WMS e WFS no MapGuide, para disponibilizar dados diretamente para os SIG que apresentam recursos para estes serviços. Foi com sucesso, de igual forma, que configuramos o próprio MapGuide, para acessar dados geoespaciais em formatos *raster*, em servidores remotos, fazendo com que este serviço (o

WMS) alimentasse nosso próprio servidor de mapas. Ou seja, isto se configurou como uma forma alternativa de entrada de dados, no sistema.

Contudo, não tivemos êxito em configurar o serviço de WFS no MapGuide, para que realizasse, automaticamente, a entrada de dados vetoriais por meio remoto, diretamente de outros servidores de mapas. O sistema acusou, sistematicamente, erros quando tentávamos fazer a entrada de dados por meio deste serviço.

Descartamos problemas de operação, pois seguimos exatamente os procedimentos de configuração descritos no manual de usuário. Só nos restou considerar as alternativas de *bug* no sistema, ou de erros de configuração em outros servidores de mapas, quando da disponibilização de dados geoespaciais por meio de serviço WFS. Destas duas, acreditamos que esta última, tem mais razão de ser.

O OGC coordena um esforço de padronização na implementação desses serviços remotos. Com isto, é possível que em breve, o grau de interoperabilidade entre os sistemas seja otimizado, fazendo com que os analistas tenham cada vez mais êxito, na configuração desses serviços, nos aplicativos.

Mesmo não sendo possível alimentar o MapGuide por serviço WFS de outro servidor de mapas, é possível facilmente carregar os dados vetoriais no sistema (como mostramos no capítulo de entrada de dados), sejam aqueles disponíveis no disco rígido, sejam os adquiridos por *download* em *sites* FTP.

## CAPÍTULO 10

### RESULTADOS OBTIDOS

Nos diversos capítulos em que efetuamos abordagens técnicas e operacionais, relacionadas sobretudo a testes, comparações e análises com os sistemas de Geoprocessamento utilizados, buscamos apresentar os resultados obtidos, na seqüência em que iam sendo revelados.

Cabe aqui, portanto, compilar a síntese dos resultados adquiridos nesta dissertação.

Inicialmente, no capítulo 3, apresentamos as bases digitais (matriciais e vetoriais) provenientes da Prefeitura de Taboão, e o amplo desvio nas feições correspondentes, quando ambas eram justapostas como *layers* relacionados. O erro apresentado atingiu cerca de 25 metros no terreno. Este erro de justaposição poderia ter sido causado por uma gama de fatores, como a diferença de projeções e referências geodésicas utilizadas nas bases, e/ou a utilização de escalas diferenciadas na vetorização das feições do município. Não recebemos da Prefeitura, nem conseguimos estabelecer com os *softwares* de que dispúnhamos, o georreferenciamento da base *raster*.

A base vetorial estava georreferenciada em UTM-SAD69, no fuso 23 sul.

Apesar de não termos informações sobre o georreferenciamento da base matricial, os sistemas utilizados (FME e FreeView) mostraram suas coordenadas em UTM, significando, portanto, que esta utilizava a projeção correspondente (projeção UTM). O FreeView, contudo, acusava ambas as bases (matricial e vetorial) de não estarem na mesma projeção, enquanto o FME só apresentava as coordenadas UTM e não conseguia estabelecer o restante do georreferenciamento da base *raster*.

Assumindo, então, que a vetorização foi realizada corretamente na escala de 1:5000, somado aos problemas de reconhecimento do georreferenciamento da base matricial por sistemas de Geoprocessamento distintos, concluímos que os desvios apresentados estavam relacionados aos arquivos matriciais, que poderiam ter sido georreferenciados de maneira incorreta ou estar com problemas em sua extensão auxiliar de geoposicionamento.

Como sugestão à Equipe de Cartografia da Prefeitura, recomendamos que a base matricial fosse encaminhada à empresa responsável pelo levantamento aerofotogramétrico (Base S/A), para a correção do problema, uma vez que as soluções de *software* que utilizamos, não foram suficientes para solucioná-lo. Contudo, a Prefeitura já havia relatado o fato à empresa, e esta prontamente corrigiu o problema apresentado, confirmando que o problema realmente estava nas extensões de georreferenciamento da base *raster*. Não tivemos, na seqüência, acesso aos dados matriciais corrigidos.

No capítulo 6, apresentamos em detalhes, os procedimentos de configuração do MapGuide, para a modelagem interna e disseminação de dados geoespaciais na WWW, por meio de navegador *Web*.

Concluimos que embora possua recursos avançados de modelagem e estilização de dados, o MapGuide ainda carece de recursos cartográficos básicos, como fonte e escalas (gráfica e numérica) quando é necessária a transformação analógica (impressão em papel) do mapa gerado no servidor. A falta destas, não dão ao usuário a dimensão dos objetos impressos, nem a fonte das informações apresentadas.

No capítulo 7, indicamos métodos avançados de disseminação de dados geoespaciais, para usuários técnicos. Estes métodos consistiram em sua publicação em servidor FTP, além de configurar no MapGuide, recursos de acesso e disponibilização de serviços remotos *on the fly* (serviços WMS e WFS) para dados matriciais e vetoriais.

O FTP, o WMS e o WFS são métodos muito eficientes para a entrada de dados em SIG e, eventualmente, no próprio servidor de mapas, quando ambos possuem estas funções. Notadamente nos serviços WMS e WFS, enfatizamos que é necessário ao analista indicar a projeção e a referência geodésica utilizadas nos arquivos a serem servidos, para que o SIG não tenha problemas relacionados à adequação dos dados servidos, ao seu projeto corrente.

Mesmo possuindo os recursos de WMS e WFS, os SIG utilizados nos exemplos apresentaram problemas de acesso aos serviços remotos. O gvSIG foi bem-sucedido apenas no acesso ao WFS, enquanto o Quantum GIS, somente no acesso ao WMS. Isto indica que a padronização na implementação dos serviços de acesso remoto (seja na esfera do cliente ou do servidor), é um procedimento necessário para garantir a interoperabilidade neste campo das geotecnologias. Isso mostra, igualmente, que nem todos os sistemas estão no mesmo ciclo de desenvolvimento tecnológico.

No capítulo 8, apresentamos importantes metodologias de análise espacial em Geoprocessamento, assim como indicamos algumas das relações espaciais mais utilizadas em SIG. Dentre estas, selecionamos duas (as relações métrica e topológica de contenção), a fim de comparar sua utilização no servidor MapGuide e no TerraView. Concluimos que o servidor de mapas utilizado, bem como a maior parte dos aplicativos *Web Mapping*, não incorpora funções espaciais topológicas avançadas, em comparação a um SIG *Desktop* (topológico). O servidor de mapas utilizado apresentou, basicamente, funções de consulta espacial ao banco de dados alfa-numéricos e nas feições geométricas em tela, por método de apontamento espacial, e recursos de relação espacial do tipo métrica (função de *bufferização*).

No capítulo 9, apresentamos o problema apresentado pelo MapGuide, na incorporação de

arquivos *raster* por procedimento básico de carregamento (*load procedure*), bem como indicamos soluções alternativas a ele, utilizando a base matricial de alta resolução espacial (compostas de cenas satelitais), disponibilizada gratuitamente pelo Google Earth.

Para isto, exportamos dados vetoriais em ESRI Shape para o KML, reconhecido pelo Google Earth, em dois *softwares* distintos: o gvSIG e o FME. No primeiro, a base exportada apresentou problemas de geoposicionamento no *raster* do Google Earth, além de perder o conteúdo do banco de dados alfa-numéricos, durante a exportação. No FME, a base gerada em KML conservou seus atributos alfa-numéricos associados, assim como foi geoposicionada com correção na base matricial do Google Earth. Concluimos, portanto, que o gvSIG continha problemas em seu recurso de exportação ao KML.

Na seqüência, mostramos em detalhes como configurar os recursos do Google Earth, no direcionamento do usuário ao potencial Servidor de Mapas de Taboão. Esta configuração se deu, ao utilizarmos os recursos do Google Earth, para editar as feições em KML exportadas do gvSIG.

Indicamos, ainda, que o MapGuide falhou em acessar, como aplicação cliente, serviços WFS em servidores remotos. Neste caso, contudo, descartamos a hipótese de *bug* no sistema, ao considerarmos a possibilidade de problemas na compatibilização de projetos entre serviços WFS, nos distintos servidores de mapas utilizados. Concluimos que à medida em que estes serviços vão sendo padronizados pelo OCG, a interoperabilidade neste campo das geotecnologias pode ser melhor implementada.

## CAPÍTULO 11

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de um servidor de mapas não é uma tarefa tão simples.

Nos vários capítulos apresentados, recorreremos a diversos autores - de diferentes áreas do conhecimento – para a apresentação global do tema, visto que o assunto exige uma abordagem conceitual ampla. Isto coloca uma questão ao analista responsável pela implantação de um servidor de mapas: deve conhecer não somente as relações entre os diversos componentes de um servidor de dados convencional, como também ter sólidos conhecimentos provenientes do grande campo do Geoprocessamento, uma vez que um servidor de mapas é uma fusão destas duas técnicas e tecnologias.

Fora estes aspectos, uma segunda dificuldade advém da necessidade de configurar propriamente o sistema para que realize a sua finalidade principal, subordinada aos objetivos propostos para o trabalho.

Não é só a dificuldade de operar o sistema (o que exige, por sua vez, uma curva de aprendizado mais ou menos longa), mas também resolver os problemas técnicos que aparecem no decorrer de sua configuração, como o aparecimento de limitações em operações de consultas espaciais e no banco de dados, por exemplo, além de *bugs* diversos – pois não há sistema que seja livre deles, por melhor que seja. Não é sem propósito, portanto, que mostramos em detalhes os principais problemas apresentados pelo MapGuide, bem como exemplificamos métodos alternativos para a sua solução. Com isto, preparamos o leitor/analista para o fato de que é comum – e importante para o bom andamento do projeto - buscar soluções alternativas, para os problemas técnicos apresentados pelo aplicativo.

Por ser uma área nova, ampla e multidisciplinar – o que permite, portanto, a atuação de técnicos das mais variadas ciências e campos do saber -, a área de *Web Mapping* não exclui os especialistas em Geociências e Cartografia. Pelo contrário: sendo profissionais formados e preparados para tratar de temas envolvendo a aplicabilidade de dados geoespaciais, estão aptos a realizar sua correta modelagem nos servidores, utilizando os requisitos exigidos pela ciência cartográfica (como o uso de legendas, fontes, escalas, etc), assim como empregando os conceitos necessários à sua própria estrutura interna de formatação (como a utilização correta de sistemas de referência, projeções, escala, etc).

Devido a crescente capacidade de tolerância dos servidores de mapas, a erros gerados por técnicos e usuários na modelagem e uso do aplicativo, é importante que o analista não descuide dos aspectos acima apontados, pois, do contrário, corre-se o risco de haver neste novo campo

tecnológico, uma perda significativa dos conhecimentos gerados pelas ciências componentes do Geoprocessamento, comprometendo a disseminação normatizada dos dados geoespaciais na WWW.

Ainda daquela questão – a novidade deste segmento no grande campo do Geoprocessamento -, aparece uma terceira dificuldade na implantação de um projeto como este: a falta de bibliografia que trata exclusivamente sobre este campo das geotecnologias. Quando muito, aparecem, aqui e ali, apenas pequenas menções genéricas em obras clássicas e em autores consagrados. Se surgem obras dedicadas a este campo tecnológico, estão são, em sua maioria, voltadas apenas à estruturação de um aplicativo em particular que, invariavelmente, apresenta suas próprias exigências nos procedimentos de configuração. É por isto que, em conjunto com o desenvolvimento das etapas operacionais de configuração do servidor de mapas, e demais sistemas de Geoprocessamento utilizados nesta dissertação, buscamos expor e comentar os conceitos científicos pertinentes ao tema tratado, justamente para evitar que o trabalho se tornasse apenas um tutorial de configuração de *software*.

Como mencionado anteriormente, pensar o servidor de mapas como um substituto definitivo ao SIG (*Desktop*), é sacrificar as extensas possibilidades de transformar os dados geoespaciais em informações relevantes, no apoio a diversos tipos de decisão. O servidor de mapas existe para complementar o SIG; não para aposentá-lo.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, G; OLIVEIRA, J.W.A. **Georreferenciamento de Relações Espaciais presentes em WEB:** um Estudo de caso. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Curso de pós-graduação em Ciência da Computação. Belo Horizonte, 2003. Disponível em:

<[www.dpi.inpe.br/cursos/ser303/relacoes\\_espaciais\\_web.pdf](http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser303/relacoes_espaciais_web.pdf)>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

BURROUGH, P. A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment.** Oxford University Press, 1989.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.; DAVIS, C.; QUEIROZ, G.R.; VINHAS, L. **Banco de Dados Geográficos.** INPE. São Paulo, 2005. Disponível em:

<<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/bdados/>>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.V. **Introdução à Ciência da Geoinformação.**

Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

DECKER, D. **GIS DATA SOURCE.** USA. 2001.

De SMITH, M. J; GOODCHILD, M.F; LONGLEY, P. **Geospatial Analysis** – a comprehensive guide. Second Edition. Disponível em: <<http://www.spatialanalysisonline.com/output/>>. Acesso em 20 de junho de 2008.

FERREIRA, K.F.; QUEIROZ, G.R. **Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos.** GeoBrasil 2006. Disponível em: <[http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo\\_GeoBrasil2006.pdf](http://www.dpi.inpe.br/TutorialBdGeo_GeoBrasil2006.pdf)>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

FERREIRA, K.F.; QUEIROZ, G.R.; PAIVA, J.A.; SOUZA, R.C.M.; CÂMARA, G. **Arquitetura de Software para a construção de Banco de Dados Geográficos com SGBD Objeto-Relacionais.** INPE, São Paulo. Disponível em:

<[http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/paper\\_sbdb2002.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/paper_sbdb2002.pdf)>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

FILHO, B.S.S. **Modelagem de Dados Espaciais.** Curso de Especialização em Geoprocessamento. Departamento de Cartografia. Centro de Sensoriamento Remoto. UFMG. 2001.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Noções básicas de Cartografia**. Número 8. Rio de Janeiro, 1999.

JUNIOR, C.A.D; SOUZA, L.A.D; BORGES, K.A.V. **Disseminação de dados geográficos na Internet**. INPE, São Paulo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/cap10.pdf>>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

KRAAK, M.J; BROWN, A. **Web Cartography**. ITC: Divisions of Geoinformatics, Cartography and Visualization. The Netherland, 2001.

NETO, J.A.C; MORAES, G.A.A. **Processamento de Dados**. Editora Érica Ltda. São Paulo, 2001.

RIBEIRO, G; CÂMARA, G. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. INPE. São Paulo. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/cap3-arquitetura.pdf>>. Acesso em: 20 de junho de 2008.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. Makron Book Ltda. São Paulo, 1999.

SILVA, A B. **Sistemas de Informações Geo-referenciadas**. Conceitos e Fundamentos. Editora Unicamp. Campinas, 2003.

SILVA, L. C. **Banco de Dados para Web: do Planejamento à Implementação**. Editora Érica. São Paulo, 2003.

SILVA, R. **Banco de Dados Geográficos: uma análise das arquiteturas dual (SPRING) e integrada (Oracle Spatial)**. Dissertação de Mestrado. São Paulo. USP, 2002.

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. Getting started with MapGuide. Disponível em: <<http://mapguide.osgeo.org/1.2/gettingstarted.html>>. Acesso em: 26 de junho de 2007.

OPEN SOURCE GEOSPATIAL FOUNDATION. MapGuide Developers Guide. Disponível em: <<http://download.osgeo.org/mapguide/releases/1.2.0-rc1/docs/MgOpenSourceDevGuide.pdf>>.

Acesso em: 26 de junho de 2007.

ORACLE SPATIAL DOCUMENTATION. Disponível em:

<http://www.oracle.com/technology/documentation/spatial.html>>. Acesso em: 20 de junho de 2008.

TIMBÓ, M. A. **CARTOMENSURA**. Departamento de Geografia. UFMG. 2001.

WORBOYS, M.; DUCKHAM, M. **GIS: a computing perspective**. CRC PRESS. 2004.

#### ARTIGOS ELETRÔNICOS:

- Utilização do MapServer no gerenciamento dos recursos hídricos do estado da Paraíba.  
Disponível em: <[http://www.mundogeo.com.br/revistas-interna.php?id\\_noticia=10157](http://www.mundogeo.com.br/revistas-interna.php?id_noticia=10157)>.  
Acesso em 20 de junho de 2008.
- DIRECTIONS MAGAZINE. Disponível em:  
<<http://www.directionsmag.com/webmapgallery/>>. Acesso em 20 de junho de 2008.