

Moises Júnio da Silveira

Sistema de informações geográficas  
de baixo custo para apoio à gestão  
de bacias hidrográficas

XII Curso de Especialização em Geoprocessamento  
2010



UFMG  
Instituto de Geociências  
Departamento de Cartografia  
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha  
Belo Horizonte  
cartog@igc.ufmg.br

Moises Júnio da Silveira

**SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE BAIXO CUSTO PARA APOIO  
A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Geoprocessamento do Departamento de Cartografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do grau de especialista em Geoprocessamento.

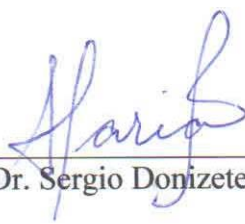
Orientador: Prof. Dr. Sergio Donizete Faria

**BELO HORIZONTE**

**2010**


Moises Júnio da Silveira

Monografia defendida e aprovada em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do título de Especialista em Geoprocessamento, em 22 de novembro de 2010, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:



---

Professor Dr. Sergio Donizete Faria



---

Professora Dra. Maria Márcia Magela Machado

## AGRADECIMENTOS

Não poderia começar os agradecimentos sem manifestar uma sincera gratidão por todos aqueles que tiveram alguma participação importante na trajetória que me trouxe até aqui. O apoio incondicional, a compreensão nos momentos de ausência e a fé que depositaram são alguns dos pilares que sustentam a base sólida que edifica o conhecimento.

Assim agradeço:

Aos meus pais, família e amigos que não apenas me apoiaram como acreditaram no sucesso;

À Regina Greco pelas colaborações e oportunidades;

Aos colegas do curso que proporcionaram bons momentos durante todo o ano e aos quais espero ter extraído novos laços de amizade;

Aos professores do curso que mostraram novas portas no caminho do conhecimento;

Aos professores Sergio, Márcia, Charles e Timbó pela orientação e colaboração técnica;

## RESUMO

Este trabalho apresenta uma metodologia para criação de um sistema de informações geográficas em plataforma livre e dados de domínio público para servir de instrumento na gestão de bacias hidrográficas. Como estudo de caso é abordada a bacia hidrográfica do rio São João. As principais fontes de dados são cartas do IBGE e imagens ASTER/MDT, que foram processadas nas plataformas gvSIG, SPRING e TrackMaker dando origem à informações que caracterizam a bacia do rio São João quanto aos aspectos hídricos, morfológicos, sociais e administrativos. Estas informações alimentam o banco de dados que é gerenciado pelo sistema PostGreSQL/PostGIS, conectado ao sistema de geoprocessamento gvSIG onde são realizados os trabalhos e consultas pelos usuários. A metodologia do trabalho se resume a seleção, processamento e conversão de informações, criação de um banco de dados especial e inserção das informações obtidas ao mesmo, conexão do banco a um sistema de processamento de dados georeferenciados e elaboração de um dicionário de dados apresentando os metadados do SIG. Ao final do trabalho apresenta-se a interface gráfica do sistema e alguns exemplos de aplicações voltadas para gestão de recursos hídricos. Para um melhor aproveitamento do SIG SAOJOAO o usuário final deverá buscar novos conhecimentos sobre o sistema gvSIG, pois este possui ferramentas para criação de mapas, realização de análises, medidas e atualização do banco de dados.

**Palavras-Chave:** SIG, geoprocessamento, banco de dados georeferenciados, bacia hidrográfica, rio São João.

## ABSTRACT

This paper presents a methodology for creating a geographic information system platform and free public domain data to be instrumental in watershed management. As a case study is approached river basin St John the main data sources are letters from IBGE and images ASTER/MDT, where processed on the platforms gvSIG, SPRING TRACKMAKER and giving rise to information that characterize the river basin ST John are regarding their water, morphological, social and administrative. This information feeds a database system that is managed by PostGreSQL/PortGIS, connected to the system of GIS gvSIG where are the jobs and appointments made by users. The methodology of work comes down to selecting, processing and conversion of information, creation of a special database and integration of information from the same, connecting to a database system for processing of georeferenced data and compiling a dictionary of data showing the GIS metadata for future updates. The following is described and illustrated all the steps for implementing the proposed methodology, as well as the source of primary data and software necessary for development of GIS SAOJOAO. At the end of the paper presents a graphical interface system and some examples of applications related to water resources management. For a better use of GIS SAOJOAO the end user must seek new knowledge about the system gvSIG, because it has tools for creating maps, analyzes, measures and update the database.

**Keywords:** SIG, GIS, georeferenced database, watershed, St John river

## SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	x
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	xi
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos .....	2
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	3
2.1 Introdução .....	3
2.2 Plataforma computacional de caráter livre: gvSIG.....	3
2.3 Sistema gerenciador de banco de dados com extensão espacial.....	4
2.3.1 Sistema gerenciador de banco de dados PostGreSQL/PostGIS .....	5
CAPÍTULO 3 – MATERIAIS, MÉTODOS E RESULTADOS .....	7
3.1 Área de Estudo.....	7
3.2 Metodologia .....	8
3.2.1 Análise e seleção dos dados .....	9
3.2.2 Extração de dados das cartas topográficas e de imagens .....	9
3.2.2.1 Hidrografia .....	10
3.2.2.2 Rede Viária.....	13
3.2.2.3 Áreas urbanas .....	14
3.2.2.4 Limites municipais .....	17
3.2.2.5 Mapeamento da morfologia do terreno .....	20
3.2.3 Georreferenciamento das fontes de poluição .....	23
3.2.4 Criando um banco de dados .....	25
3.2.5 Inserção de dados espaciais mapeados no banco de dados .....	27
3.2.5.1 Conversão dos arquivos <i>shapefiles</i> para SQL .....	28
3.2.5.2 Inportação dos arquivos SQL para PostGreSQL/PostGIS .....	28
3.2.6 Conexão do banco de dados PostGIS com gvSIG .....	30
3.2.7 Elaboração do dicionário dos dados do banco de dados .....	33
3.2.7.1 Metadados do banco de dados do SIG-SAOJOAO.....	34
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÃO .....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICE A – EXEMPLOS DE APLICAÇÕES DAS FERRAMENTAS DO GVSIG gvSIG PARA O SIGSAOJOAO .....	40

## LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 2.1 – Elementos de um banco de dados e sua estrutura geral de funcionamento .....	5
Figura 3.1 – Localização da bacia do rio São João .....	7
Figura 3.2 – Fluxograma da metodologia de trabalho .....	9
Figura 3.3 – Articulação das folhas das cartas topográficas do IBGE .....	10
Figura 3.4 – Exemplo da hidrografia vetorizada e identificada .....	11
Figura 3.5 – Rede hidrográfica compilada para a área da bacia do rio São João.....	12
Figura 3.6 – Exemplo da rede viária vetorizada e identificada.....	13
Figura 3.7 – Rede viária compilada para a área de estudo .....	14
Figura 3.8 – Povoado com expansão urbana significativa .....	15
Figura 3.9 – Vetorização e identificação de manchas urbanas .....	16
Figura 3.10 – Manchas, urbanas, e povoados compilados .....	16
Figura 3.11 – Vetorização e identificação dos limites municipais.....	18
Figura 3.12 – Limites municipais compilados .....	18
Figura 3.13 – Mapa da intersecção dos limites municipais com o limite da bacia do rio São João .....	20
Figura 3.14 – Mosaico das imagens MDT/ASTER para a bacia do rio São João .....	21
Figura 3.15 – Morfologia do terreno extraída do MDT/ASTER e delimitação da bacia do rio São João .....	22
Figura 3.16 – Pontos correspondentes as fonte de poluição (na interface do gvSIG).....	23
Figura 3.17 – Interface para inserção de novas informações no SIG.....	25
Figura 3.18 – Interface para criação de um novo banco de dados .....	26
Figura 3.19 – Interface para definição dos parâmetros de um novo banco de dados.....	26
Figura 3.20 – Interface <i>pgAdmin</i> : tabelas padrão BD .....	27
Figura 3.21 – Interface do PostgreSQL.....	28
Figura 3.22 – Janela do <i>pgAdmin</i> para execução de comandos da linguagem SQL .....	29
Figura 3.23 – Tabelas adicionadas ao banco de dados, aos dados convertidos ( <i>shapefile</i> para SQL .....	29
Figura 3.24 – Ferramenta de inserção de dados no gvSIG.....	30
Figura 3.25 – Interface de criação de conexão do gvSIG com banco de dados.....	31
Figura 3.26 – Interface gvSIG para definição de parâmetro de conexão .....	31
Figura 3.27 – Interface para visualização das tabelas importadas para o banco de dados do SIG.....	32
Figura 3.28 – Exibição dos dados ( <i>layers</i> ) do SIG SÃOJOAO .....	33
Figura A.1 – Interface do sistema SIG SAOJOAO.....	40
Figura A.2 – Exibição dos dados por meio de recursos temáticos de simbologia .....	41



Figura A.3 – Filtragem de dados por meio de comandos SQL.....	42
Figura A.4 – Levantamento de dados e realização das análise específicas.....	43

## LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 3.1 – Índice de nomenclaturas, nomes e escalas das folhas das cartas topográficas do IBGE.....	10
Tabela 3.2 – Recorte da tabela de atributos da rede hidrográfica .....	12
Tabela 3.3 – Tabela de atributos dos dados da rede viária.....	14
Tabela 3.4 – Tabela de atributos das manchas urbanas, sedes municipais e povoados .....	17
Tabela 3.5 – Tabela de atributos dos limites municipais .....	19
Tabela 3.6 – Tabela de áreas dos municípios em relação à bacia do rio São João .....	19
Tabela 3.7 – Atributos das fontes de poluição inseridas no SIG.....	24
Tabela 3.8 – Tabela Postgres: Bacia Geral .....	34
Tabela 3.9 – Tabela Postgres: Hidrografia.....	34
Tabela 3.10 – Tabela Postgres: Rede_Viária .....	34
Tabela 3.11 – Tabela Postgres: Altimetria .....	35
Tabela 3.12 – Tabela Postgres: Limites Municipais .....	35
Tabela 3.13 – Tabela Postgres: Poluição .....	35
Tabela 3.14 – Tabela Postgres: Áreas Urbanas01 .....	35
Tabela 3.15 – Tabela Postgres: Áreas Urbans02.....	36
Tabela 3.16 – Tabela Postgres: Pontos Influência .....	36

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	– Agência Nacional de Águas
ASTER	– <i>Advanced Spacebone Thermal Emission</i>
BD	– Banco de Dados
BDG	– Banco de Dados Georreferenciado
DEM	– <i>Digital Elevation Model</i>
GIS	– <i>Geographic Information System</i>
GPS	– <i>Global Positioning System</i>
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGAM	– Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INPE	– Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MDT	– Modelo Digital do Terreno
NASA	– <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
PCH	– Pequenas Centrais Hidroelétricas
PEC	– Padrão de Exatidão Cartográfica
SAD69	– <i>South American Datum 1969</i>
SGBD	– Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SHP	– <i>Shapefile</i>
SIG	– Sistema de Informações Geográficas
SNIRH	– Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SRTM	– <i>Shuttle Radar Topography Mission</i>
UTM	– Universal Transversa de Mercator

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO

O acesso à água de boa qualidade está cada vez mais comprometido devido à ocupação de áreas especiais para a manutenção do ciclo hidrológico e também pelo crescente índice de lançamentos de esgotos e defensivos agrícolas nos cursos d'água, direto ou indiretamente. Esse fato compromete o abastecimento público, a produção de alimento e a biodiversidade aquática, trazendo como consequência alterações no quadro de saúde pública, na agricultura, entre outros conflitos sociais e econômicos.

Preocupadas cada vez mais com esta questão, instituições competentes vem trabalhando para monitorar e amenizar os impactos antrópicos sobre os recursos hídricos por meio de políticas, ações de manejo, preservação e recuperação de bacias hidrográficas. Em 9 de janeiro de 1997 foi sancionada a Lei 9.433/1997 (BRASIL, 1997), conhecida como “Lei das Águas”, com o objetivo de organizar e orientar os gestores e o setor usuário dos recursos hídricos, baseando-se em princípios e instrumentos facilitadores. A lei trata a questão de gestão dos recursos hídricos de forma descentralizada, atribuindo responsabilidades distintas aos segmentos de governo federal, estadual e municipal. Para que haja um melhor entrosamento entre os órgãos envolvidos nesta questão foi criado o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), o qual disponibiliza informações sobre as bacias hidrográficas, as quais são consideradas unidades de gestão. Uma das ferramentas do SNIRH é o geoprocessamento, que possibilita o acesso e a visualização da localização geográfica das informações existentes sobre recursos hídricos e demais características da bacia hidrográfica de interesse para a gestão.

Por natureza, as bacias hidrográficas são áreas de homogeneidade entre as características climáticas, geomorfológicas e hídricas, que irão influenciar nas questões econômica e social da população que habita esta região. Sendo assim o governo e outras instituições do setor, adotou as bacias hidrográficas como unidade de planejamento e gestão para assegurar a gestão e a preservação dos recursos hídricos.

Entre os instrumentos de gestão previstos na “Lei das Águas,” os que mais utilizam geoprocessamento são: cadastramento de usuários, classificação dos cursos d'água, sistema de informações sobre recursos hídricos, plano de recursos hídricos.

Visando a demanda apresentada, este trabalho apresenta uma opção de baixo custo na criação de um sistema de informações geográficas de apoio à gestão e a preservação de bacias hidrográficas. Esse projeto é elaborado por meio de plataformas computacionais de caráter livre e bases de dados oficiais disponibilizadas gratuitamente na *internet*.

O sistema proposto utiliza um gerenciador de banco de dados, processamento de dados georeferenciados, interface gráfica para inserção de dados no sistema, dados vetoriais e respectivos atributos e dados *rasters*.

### **1.1 Objetivos**

Este trabalho tem como objetivo geral propor uma metodologia para elaboração de um sistema de informações geográficas (SIG), para servir de instrumento de apoio à gestão e execução de projetos de preservação de bacias hidrográficas, utilizando plataformas computacionais de caráter livre e bases de dados oficiais disponibilizadas gratuitamente na *internet*.

O objetivo específico deste trabalho consiste na elaboração de um SIG para a bacia hidrográfica do rio São João (Alto São Francisco).

## CAPÍTULO 2

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 2.1 Introdução

Os sistemas de geoprocessamento são compostos por *softwares* e dados que expressam as características e as formas geométricas de objetos e feições de uma determinada região, por meio de representações vetoriais, imagens *raster* e informações alfanuméricas.

Utilizando os sistemas de geoprocessamento, chamados de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) como um dos instrumentos para gestão e preservação ambiental é possível analisar, planejar e monitorar ações de forma mais coerente e eficaz com um considerável ganho de tempo. Entre os recursos básicos, porém de grande importância para estas aplicações podemos citar as ferramentas que realizam diversos tipos de cálculos, medidas e ferramentas fornecem posições objetos e feições por meio de coordenadas, exibem informações alfanuméricas relacionadas a feições vetoriais e que permite elaborar *layouts* cartográficos para produção de mapas. Os produtos gerados pelos SIG têm grande importância em todas as etapas de projeto que tem como necessidade a inter-relação das diversas componentes do espaço geográfico. Tanto na elaboração, execução, acompanhamento e na apresentação, os SIG oferecem recursos que nos permite realizar análises para tomada de decisões mais eficientes (ROCHA, 2000).

A seguir neste capítulo são apresentados uma plataforma computacional de caráter livre (gvSIG) para geoprocessamento e alguns conceitos de sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) com extensão espacial.

#### 2.2 Plataforma computacional de caráter livre: gvSIG

O gvSIG é um sistema de informações geográficas (SIG) caracterizado como *software* livre, podendo ser redistribuído ou modificado sob os termos da GNU *General Public License* (GNU GPL). Este *software*, que continua a ser aprimorado, foi lançado em 2005, tendo sido desenvolvido pelas instituições espanholas *Generalitat Valenciana e Iver Tecnologias de la Información S.A.*, dentre outros colaboradores e co-financiadores, como a União Européia ([www.gvsig.org](http://www.gvsig.org)).

O gvSIG busca satisfazer as demandas dos usuários finais de informações geográficas, em especial as demandas dos profissionais das áreas de planejamento. Todavia, devido ao seu conjunto de funções, ele se tornou útil para o uso acadêmico e profissional na área de geografia e áreas afins.

Dentre os formatos de arquivos vetoriais suportados pelo gvSIG, estão: SHP, DXF, DWG 2000 e DGN. Embora, neste trabalho, não se incluam exemplos de utilização de camadas de informações cujos dados são de formato *raster*, o gvSIG também suporta este tipo de formato, tais como imagens nos formatos tiff, jpg, ecw, mrsid etc.

Este *software*, de caráter livre, tem recursos para manipulação de dados vetoriais e atributos georeferenciados. Ele é compatível com o gerenciador de dados PostgreSQL, possibilitando relacionamentos entre tabelas e consultas avançadas. Este fato permite classificá-lo como um *software* de geoprocessamento, ou seja, com um SIG (ou GIS, do *Geographic Information System*).

As informações e dados de um SIG armazenados e gerenciados pelo PostgreSQL, são exibidos e manipulados no *software* gvSIG na forma de camadas temáticas, permitindo ao usuário fazer o cruzamento e sobreposição das diversas camadas de dados que estiverem contidas no banco de dados do sistema. O formato padrão escolhido para os dados é *shapefile* (SHP).

### **2.3 Sistema gerenciador de banco de dados com extensão espacial**

Um banco de dados georreferenciado (BDG) é a estrutura de suporte para o armazenamento e relacionamento entre as bases de dados e informações disponíveis no sistema.

Os dados armazenados no banco de dados (BD) permitem a análise das feições geográficas ou atributos. Através da utilização do ambiente de um SIG é possível a integração de informações topológicas aos registros vetoriais, possibilitando a execução de procedimentos de análises e consultas aos dados armazenados no BD.

Na Figura 2.1 mostra-se esquematicamente os elementos de um BD e sua estrutura de funcionamento.

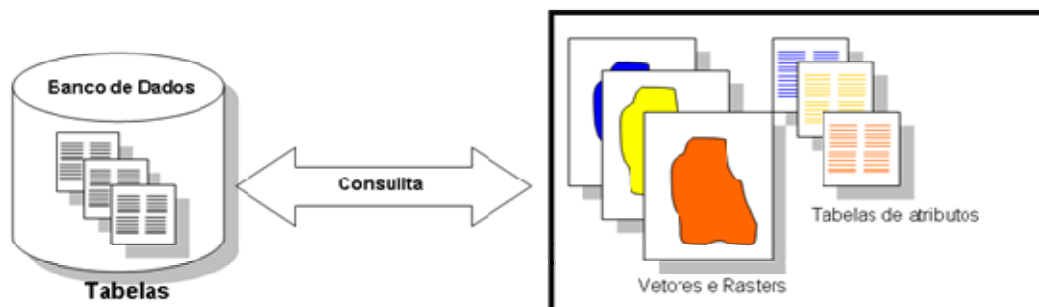


Figura 2.1 – Elementos de um banco de dados e sua estrutura geral de funcionamento.

A seguir é apresentado um sistema gerenciador de banco de dados com extensão espacial: PostGreSQL/PostGIS.

### 2.2.1 Sistema gerenciador de banco de dados PostGreSQL/PostGIS

O sistema gerenciador de banco de dados (SGBD) PostGreSQL teve seu início na Universidade de Berkeley, na Califórnia, em 1986. À época, um programador chamado Michael Stonebraker liderou um projeto para a criação de um servidor de banco de dados relacional chamado PostGRES, oriundo de outro projeto da mesma instituição denominado *Ingres*. Essa tecnologia foi então comprada pela *Illustra*, empresa posteriormente adquirida pela *Informix*. Porém, mesmo diante disso, dois estudantes de Berkeley, Jolly Chen e Andrew Yu, compatibilizaram o PostGRES à linguagem SQL (*Structured Query Language*). Este projeto recebeu o nome de Postgres95 (UCHOA e FERREIRA, 2004).

Em 1996, quando o projeto estava estável, o SGBD recebeu o nome de PostgreSQL. No entanto, enquanto ainda possuía o nome Postgres95, teve várias mudanças. O seu código foi totalmente revisado e a linguagem SQL foi definida como padrão.

O PostgreSQL é um SGBD relacional e orientado a objetos. Um de seus atrativos é possuir recursos comuns a BD de grande porte, o que deixa-o apto a trabalhar, inclusive, com operações de missão crítica. Além disso, trata-se de um SGBD versátil, seguro, gratuito e de código aberto (MEDEIROS, 2008).

Entre as características do PostgreSQL, tem-se:

- compatibilidade multi-plataforma, ou seja, pode ser executado em vários sistemas operacionais, como *Windows*, *Mac OS X*, *Linux* e outras variantes de *Unix*;



- compatibilidade com várias linguagens, entre elas Java, PHP, *Python*, *Ruby* e C/C++;
- base de dados de tamanho ilimitado;
- tabelas com tamanho de até 32 TB;
- quantidade de linhas de até 1.6 TB ilimitada;
- campos de até 1 GB;
- suporte a recursos como *triggers*, *views*, *stored procedures*, SSL, MVCC, *schemas*, *transactions*, *savepoints*, *referential integrity* e expressões regulares;
- instruções em SQL, como indica o nome.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS, MÉTODOS E RESULTADOS

#### 3.1 Área de estudo

Como exemplo de aplicação, este trabalho adota a bacia hidrográfica do rio São João, afluente do rio Pará, bacia do rio São Francisco, por ser uma região de considerável potencial impactante aos cursos d'água devido à exploração mineral, criação de animais, produção agrícola e instalação de PCHs (Pequenas Centrais Hidroelétricas) conforme informações contidas no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará (SANTOS et al, 2008).

A área em estudo é de 1.171 km<sup>2</sup> e abrange os seguintes municípios: Itaguara, Itatiaiuçu, Itaúna, São Gonçalo do Pará, Pará de Minas, Igaratinga, Onça do Pitangui, Conceição do Pará, Pitangui e Carmo do Cajuru.

Na Figura 3.1 é mostrado o mapa de localização geográfica da bacia hidrográfica do rio São João.

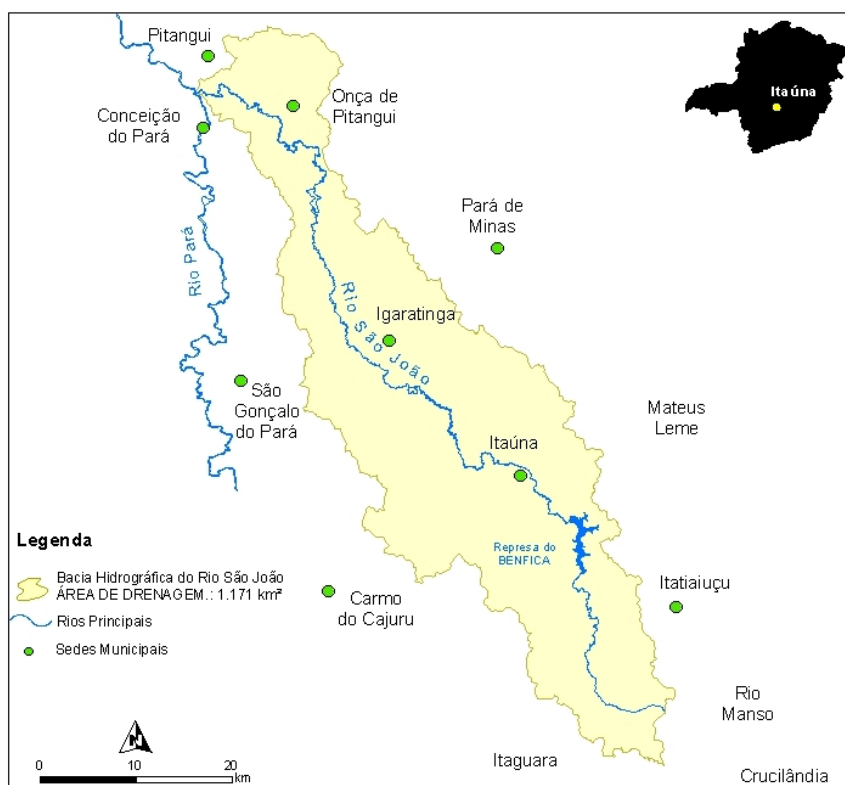


Figura 3.1 – Localização da bacia do rio São João.

### 3.2 Metodologia

Para elaborar e implementar o sistema de apoio à gestão e preservação do rio São João usou-se bases de dados disponibilizadas por instituições que desenvolvem pesquisas e publicam dados de projetos desta natureza. Todo material adquirido é submetido a um processo de análise e seleção para extrair as informações que são de interesse para estudos da bacia do rio São João.

A metodologia de trabalho consiste nas seguintes etapas:

- análise e seleção dos dados;
- extração de dados das cartas topográficas e de imagens (hidrografia, rede viária, áreas urbanas, limites municipais, morfologia do terreno);
- georreferenciamento das fontes de poluição;
- criação de um banco de dados;
- inserção de dados espaciais mapeados no banco de dados (conversão dos arquivos *shapefile* para SQL, importação dos arquivos SQL para PostGreSQL/PostGIS);
- conexão do banco de dados PostGIS com gvSIG;
- geração do dicionário dos dados do banco de dados (metadados do banco de dados do SIG-SAOJOAO).

Na Figura 3.2 é mostrado o fluxograma das principais etapas para construção do sistema proposto.

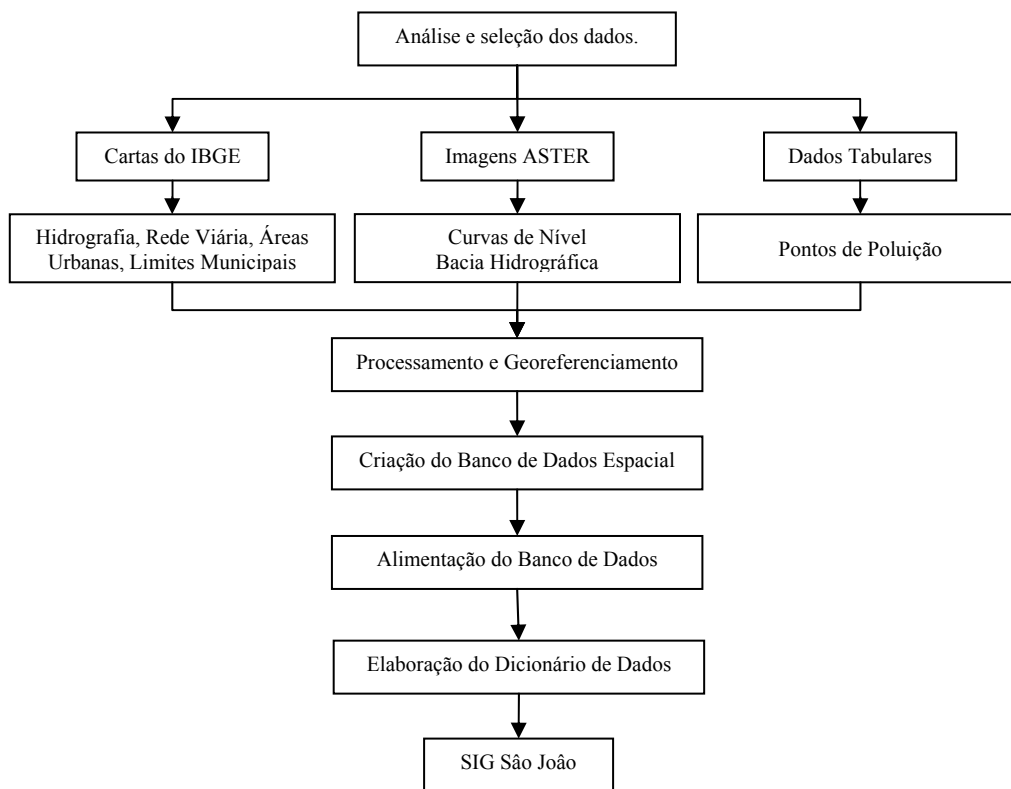


Figura 3 2 – Fluxograma da metodologia de trabalho.

### 3.2.1 Análise e seleção de dados

Analisando pesquisas e trabalhos já publicados que abordam uma bacia hidrográfica como unidade de abrangência, foi possível observar quais dados e informações são discutidos e citados com mais freqüência como fontes de informações para mapeamento ou fator de influência importante numa bacia hidrográfica. Desta análise concluiu-se que as cartas topográficas do IBGE e as imagens LANDSAT, CBERS, SRTM, ASTER são utilizadas para estudos por se tratarem de fontes de dados confiáveis.

Entre as fontes de dados citadas, neste trabalho são utilizadas imagens MDT/ASTER e as cartas topográficas do IBGE, as quais fornecem dados e informações suficientes para compor a base cartográfica do sistema de informações georreferenciadas da bacia hidrográfica do Rio São João. Os procedimentos de aquisição, tratamento e georeferenciamento destas duas bases de dados são descritos a seguir.

### 3.2.2 Extração de dados das cartas topográficas e de imagens

Para compor a base cartográfica da bacia hidrográfica do rio São João foram utilizadas cinco folhas da Carta do Brasil – 1:50.000 e 1 folha da Carta do Brasil – escala

1:100.000 (IBGE), conforme descritas na Tabela 3.1 e Figura 3.3. Todos os dados foram reprojatados para sistema UTM – Datum SAD69 – Brasil.

Tabela 3.1 – Índice de nomenclatura, nomes e escalas das folhas das cartas topográficas do IBGE.

Índice de Nomenclatura	Nome	Escala
SF-23-X-A-II-1	Igarapé	1:50.000
SF-23-X-A-II-3	Itaguara	1:50.000
SF-23-X-A-I-2	Itaúna	1:50.000
SF-23-X-A-I-5	Divinópolis	1:50.000
SF-23-X-A-I-4	Monsenhor João Alexandre	1:50.000
SE-23-Z-C-IV	Pará de Minas	1:100.000



Figura 3.3 – Articulação das folhas das cartas topográficas do IBGE.

Os dados e informações extraídos destas cartas e das imagens ASTER são: hidrografia, rede viária; áreas urbanas, povoado, sedes municipais, limites municipais, toponímia correspondente e o modelo digital de elevação.

### 3.2.2.1 Hidrografia

Para construção da base de informações sobre a hidrografia optou-se por compilar estes dados a partir das cartas do IBGE, por estarem em formato vetorial e com identificação e toponímia oficial de grande parte de seus cursos d'água. E também por se tratarem de informações confiáveis. Apesar desses dados serem da década de 1970, não sofreram grandes variações em relação à dimensão, localização e identificação dos cursos d'água.

A rede hidrográfica vetorial existente nas folhas das cartas que cobrem a região de interesse foi adquirida no formato DGN sem relacionamento a atributos alfanuméricos. Considerando a necessidade da toponímia dos cursos d'água fazer parte das

informações do sistema, os vetores foram convertidos do formato DGN para SHP, utilizando o *software* gvSIG, e a toponímia dos cursos d'água foi adicionada aos atributos do SHP por meio do *software* TrackMaker.

Os corpos d'água da bacia do rio São João compreendem córregos, ribeirões, rios e represas. Devido à escala da base cartográfica utilizada como fonte de dados (1:50.000 e 1:100.000), os cursos d'água de pequeno porte não são passíveis de representação, pois não estão contidos nas cartas. Na Figura 3.4 mostra-se um exemplo da hidrografia extraída das cartas topográficas.

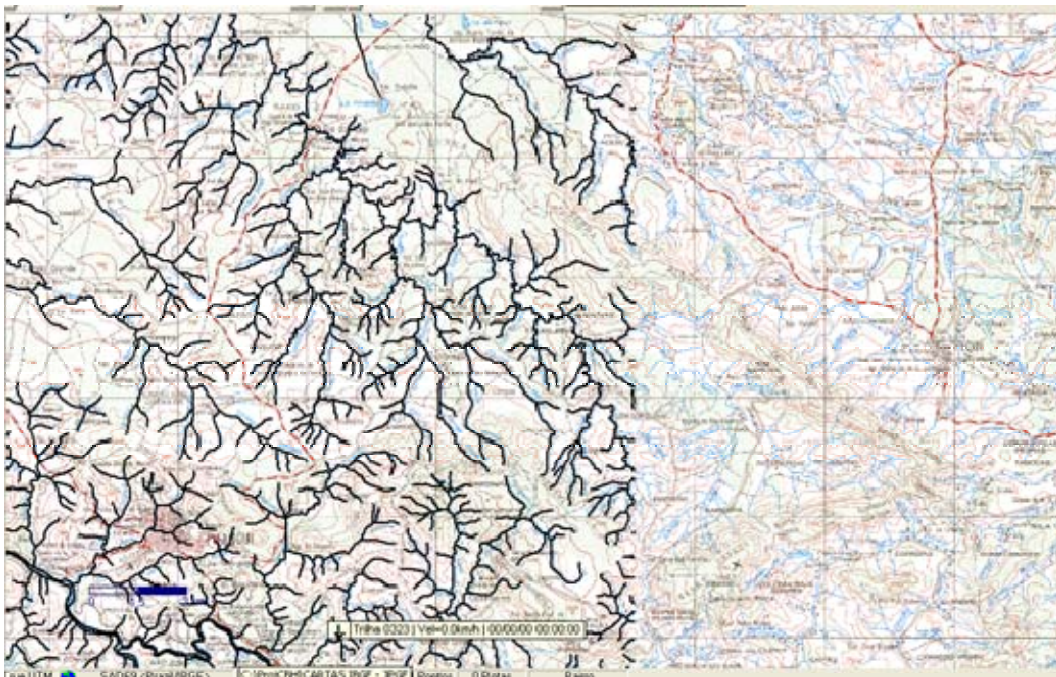


Figura 3 4 – Exemplo da hidrografia vetORIZADA e IDENTIFICADA.

A verificação de consistência foi realizada através de ortofotocartas em escala 1:10.000, cedidas pela Associação CBH-Pará, com vôos datados da década de 1980.

Na Figura 3.5 mostra-se a rede hidrográfica resultante da compilação das folhas das cartas topográficas do IBGE.

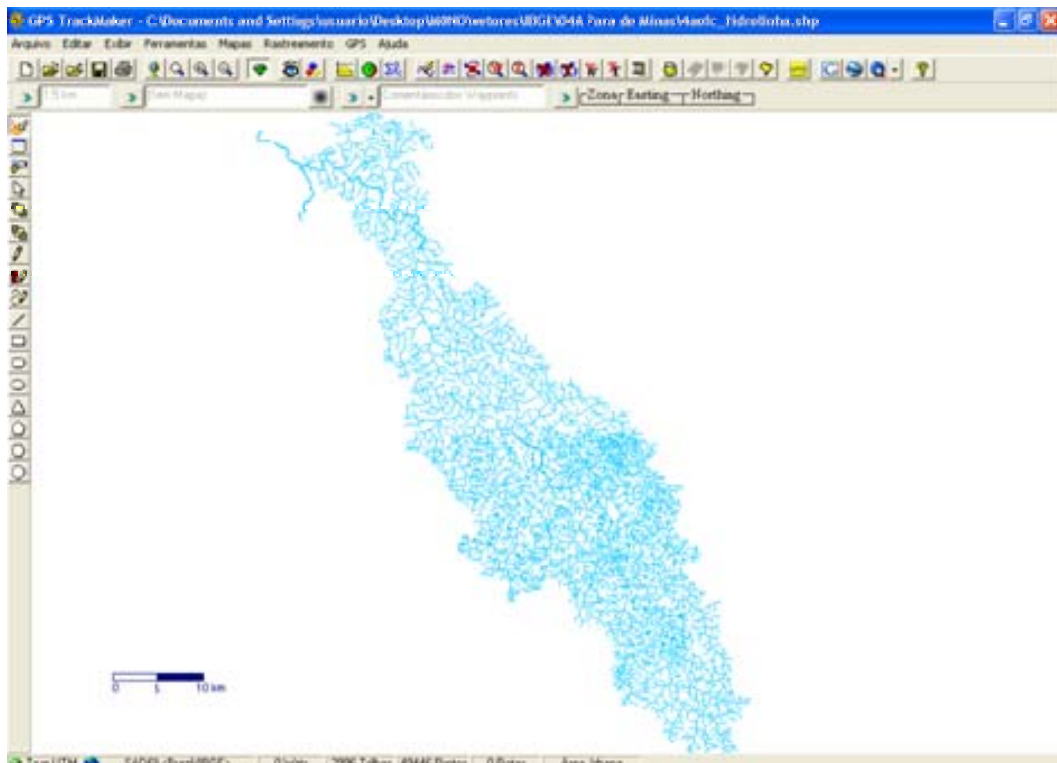


Figura 3.5 – Rede hidrográfica compilada para a área da bacia do rio São João.

Na Tabela 3.2 mostra-se um recorte da tabela de atributos associados aos vetores que representam a rede hidrográfica do SIG São João, compilados a partir folhas das cartas topográficas do IBGE. A tabela completa possui 3.000 registros, motivo pelo qual não é apresentada completamente.

Tabela 3.2 – Recorte da tabela de atributos da rede hidrográfica.

ID	NOME	DESC_TIPO
0	CORREGO AGUA AMARELA	Com nome
1	CORREGO AGUA ESPALHADA	Com nome
2	CORREGO ALGODAO	Com nome
3	CORREGO ANGU SECO	Com nome
4	CORREGO AREAO	Com nome
5	CORREGO BANANAL	Com nome
6	CORREGO BARRA FUNDA	Com nome
7	CORREGO BARRAGEM	Com nome
8	CORREGO BARREIRA	Com nome
9	CORREGO BARRO PRETO	Com nome
10	CORREGO BARRO PRETO	Com nome
11	CORREGO BATATA	Com nome
12	CORREGO BATATAS	Com nome
13	CORREGO BOA VISTA	Com nome
14	CORREGO BOA VISTA	Com nome
15	CORREGO BOA VISTA OU DO CIPO	Com nome
16	CORREGO BOM JESUS	Com nome
17	CORREGO BOQUEIRAO	Com nome
18	CORREGO BRAUNA	Com nome
19	CORREGO BREJINHO	Com nome

### 3.2.2.2 Rede viária

A rede viária do SIG São João se trata basicamente das rodovias estaduais e federais e das ferrovias que estão dentro da área da bacia do rio São João.

Os dados desta natureza existentes nas cartas do IBGE foram considerados suficientes para o trabalho em questão, apresentando compatibilidade com a realidade, pelo fato de não ter havido grandes modificações entre o período em que as cartas do IBGE foram produzidas até os dias atuais. A verificação de consistência foi realizada através de imagens recentes de alta resolução do sistema *Google Earth*.

A rede viária contida folhas das cartas topográficas que cobrem a região de interesse foi adquirida no formato DGN sem relacionamento a atributos alfanuméricos. Considerando a necessidade da toponímia das vias fazer parte das informações do sistema, os vetores foram convertidos do formato DGN para SHP utilizando o *software* gvSIG e os nomes das vias foram adicionados aos atributos do SHP por meio do *software* *TrackMaker*. Na Figura 3.6 mostra-se um exemplo da rede viária extraída das cartas topográfica.

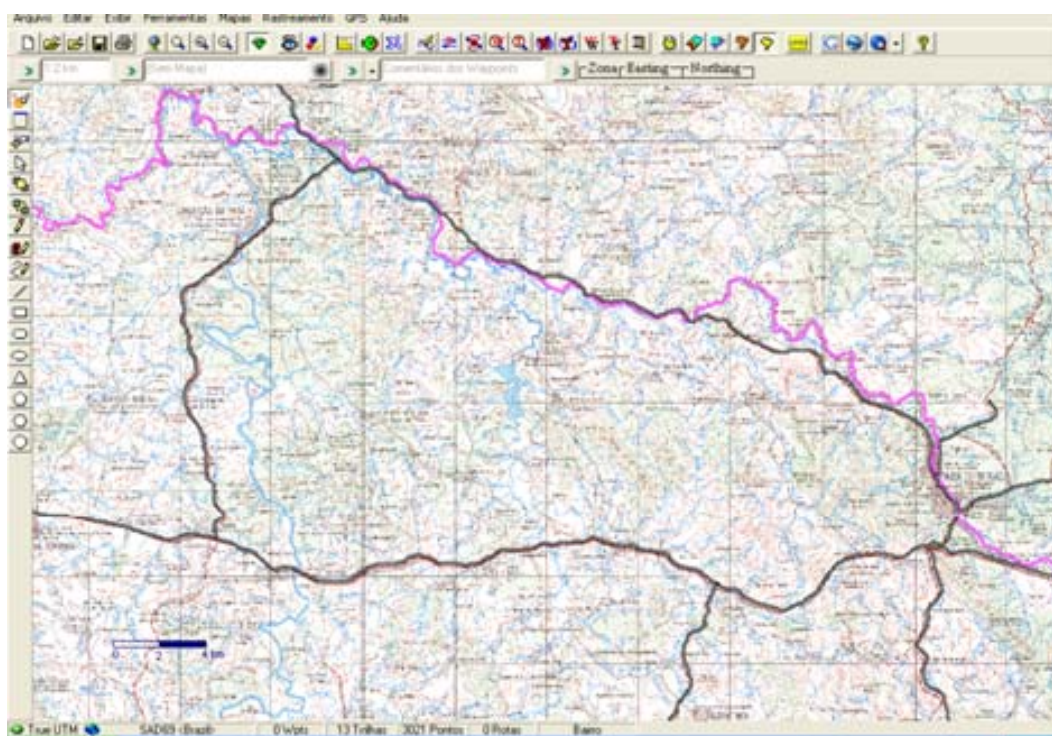


Figura 3.6 – Exemplo da rede viária vetorizada e identificada.

Na Tabela 3.3 mostra-se os atributos associados aos vetores que representam a rede rede viária do SIG São João, compilados a partir folhas das cartas topográficas do IBGE.



Tabela 3.3 – Tabela de atributos dos dados da rede viária.

ID	NOME	CATEGORIA
0	BR262	RODOVIA FEDERAL
1	BR352	RODOVIA FEDERAL
2	MG431	RODOVIA ESTADUAL
3	MG430	RODOVIA ESTADUAL
4	MG252	RODOVIA ESTADUAL
5	MG050	RODOVIA ESTADUAL
6	MG423	RODOVIA ESTADUAL
7	MG423	RODOVIA ESTADUAL
8	FERROVIA	FERROVIA
9	FERROVIA	FERROVIA

Na Figura 3.7 mostra-se a rede viária compilada para a área de estudo.

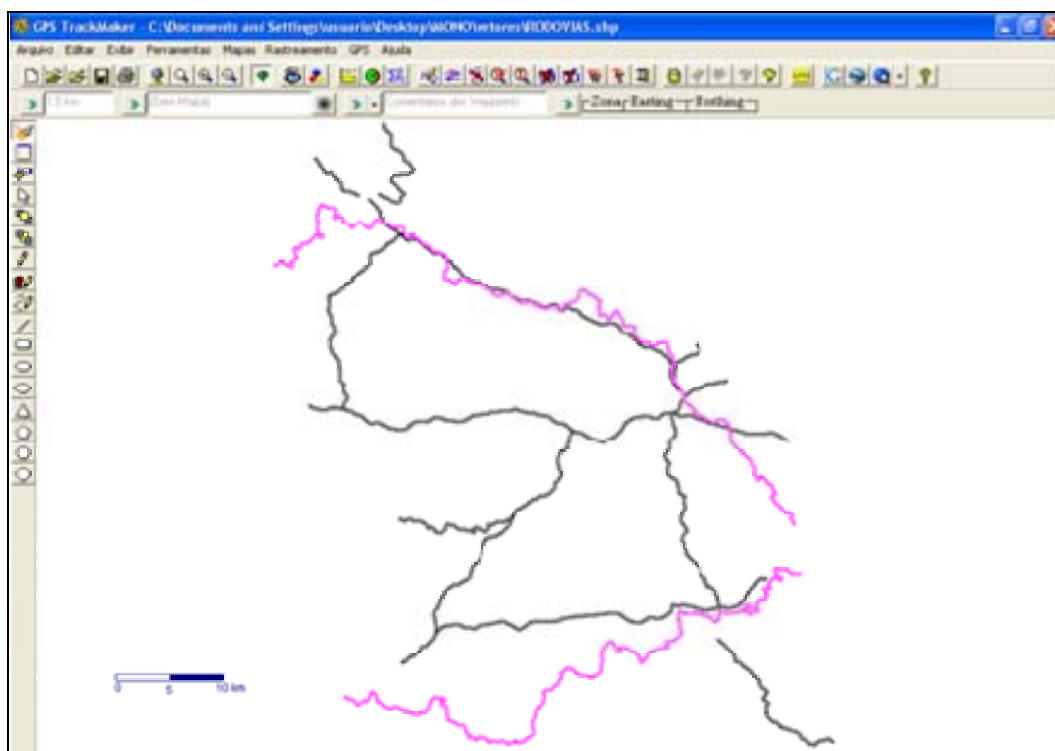


Figura 3.7 – Rede viária compilada para a área de estudo.

### 3.2.2.3 Áreas urbanas

Os dados "áreas urbanas" se referem aos aglomerados urbanos classificados nas cartas topográficas do IBGE como cidades, povoados e comunidades rurais. Os dados existentes foram considerados adequados para o trabalho por apresentar as regiões onde estão localizados os maiores aglomerados urbanos dentro da área em estudo. Grande parte das manchas urbanas mapeadas apresenta incompatibilidade com a realidade devido ao processo de emancipação desde o mapeamento do IBGE, que deram origem as cartas, até os dias atuais. A verificação de consistência também foi realizada através

de imagens recentes do sistema *Google Earth*, conforme exemplo ilustrado na Figura 3.8.



Figura 3.8 – Povoado com expansão urbana significativa.

Os polígonos e pontos correspondentes às manchas urbanas e povoadas extraídos das cartas topográficas foram adquiridos no formato DGN sem relacionamento a atributos alfanuméricos. Considerando a necessidade do nome destes aglomerados bem como a classificação em cidade ou povoado, os vetores foram convertidos do formato DGN para SHP utilizando o *software* gvSIG e os nomes das localidades foram adicionados aos atributos do SHP por meio do *software* *TrackMaker*.

Na Figura 3.9 mostra-se um exemplo de extração e identificação de manchas urbanas sobre a carta topográfica e na Figura 3.10 mostra-se o resultado da compilação destes dados para a área de estudo.

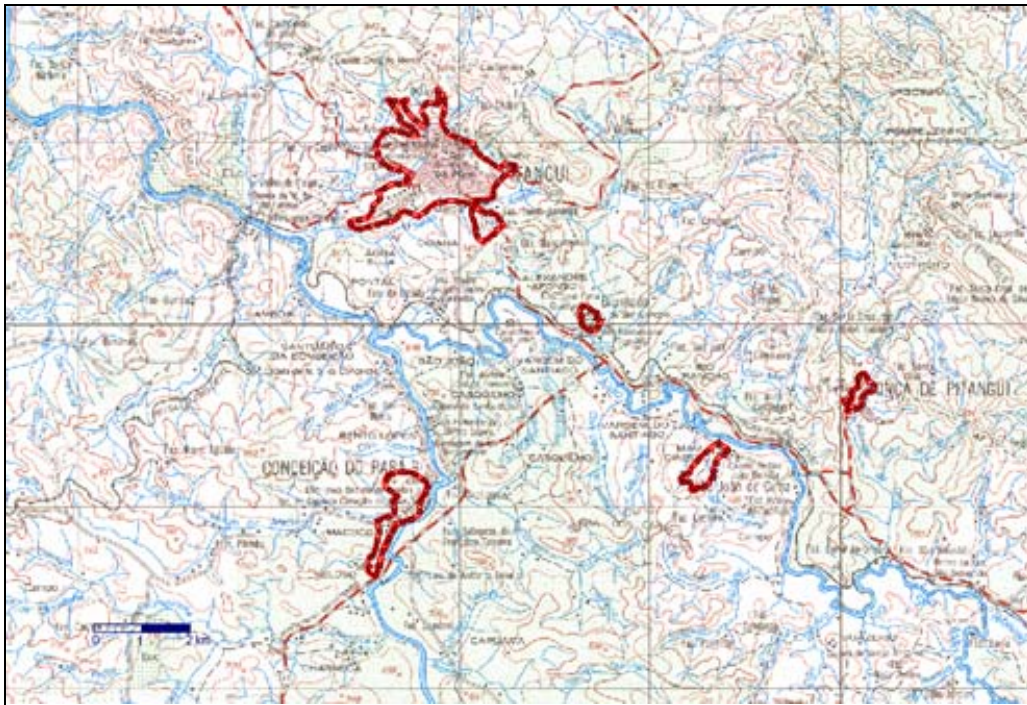


Figura 3.9 – Vetorização e identificação de manchas urbanas.

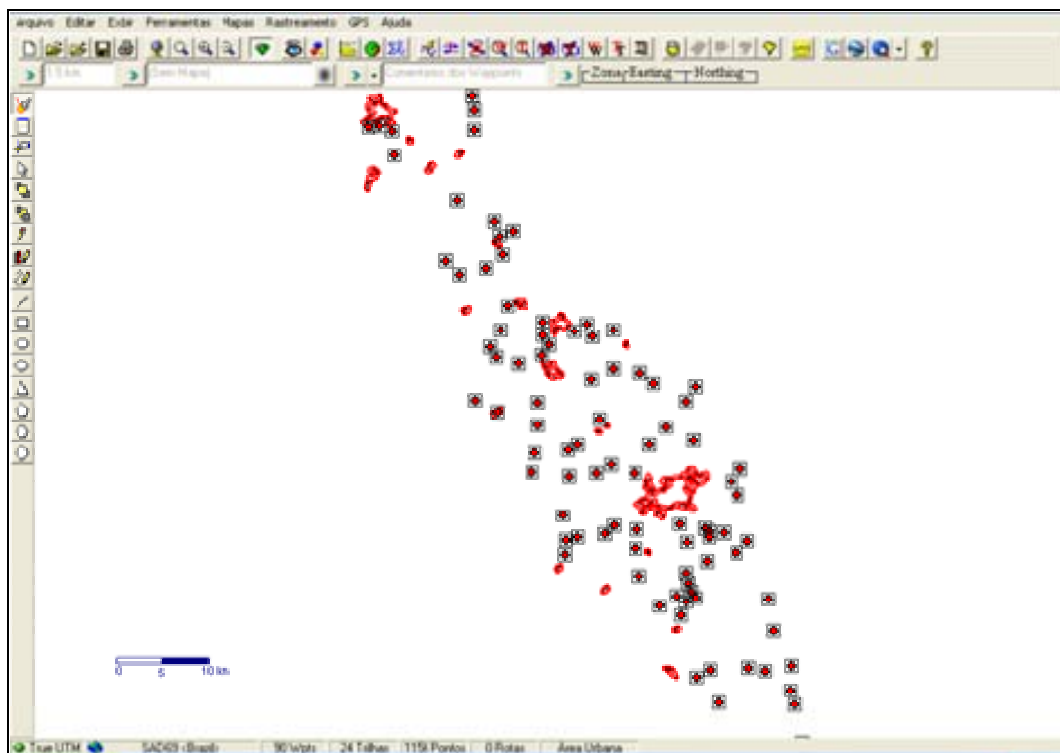


Figura 3.10 – Manchas, urbanas, e povoados compilados.

As comunidades rurais foram separadas em outro *layer* por possuírem topologias diferentes.

Na Tabela 3.4 mostram-se os atributos das manchas urbanas e povoados.

Tabela 3.4 – Tabela de atributos das manchas urbanas, sedes municipais e povoados.

ID	NOME	TIPO
0	PITANGUI	CIDADE
1	ONCA DE PITANGUI	CIDADE
2	CONCEICAO DO PARA	CIDADE
3	IGARATINGA	CIDADE
4	ITAUNA	CIDADE
5	BAIRRO SANTANENSE	POVOADO
6	BAIRRO GARCIAS	POVOADO
7	BAIRRO PADRE EUSTAQUIO	POVOADO

#### 3.2.2.4 Limites municipais

Os limites dos municipais interceptados pela da bacia do rio São João são dados importantes para as questões de políticas administrativas de gestão e preservação desta região. Estes dados estão contidos nas cartas topográficas do IBGE e não foi possível obter estas informações em nenhuma outra fonte oficial. A verificação de consistência neste caso não foi realizada devido à complexidade em comparar e apontar qual dado seria o correto em caso de divergência.

Os polígonos dos limites municipais extraídos das cartas topográficas foram adquiridos no formato DGN sem relacionamento a atributos alfanuméricos. Considerando a necessidade do nome e áreas destes municípios os vetores foram convertidos do formato DGN para SHP, utilizando o *software* gvSIG, e seus nomes foram adicionados aos atributos do SHP por meio do *software* TrackMaker. Ao adicionar estes dados no SIG alguns cálculos em relação a suas áreas foram executados, conforme descrito a seguir.

Nas Figura 3.11 é mostrado um exemplo da extração e identificação de limites municipais; e na Figura 3.12 mostra-se o resultado da compilação dos limites municipais compilados para a área de estudo.

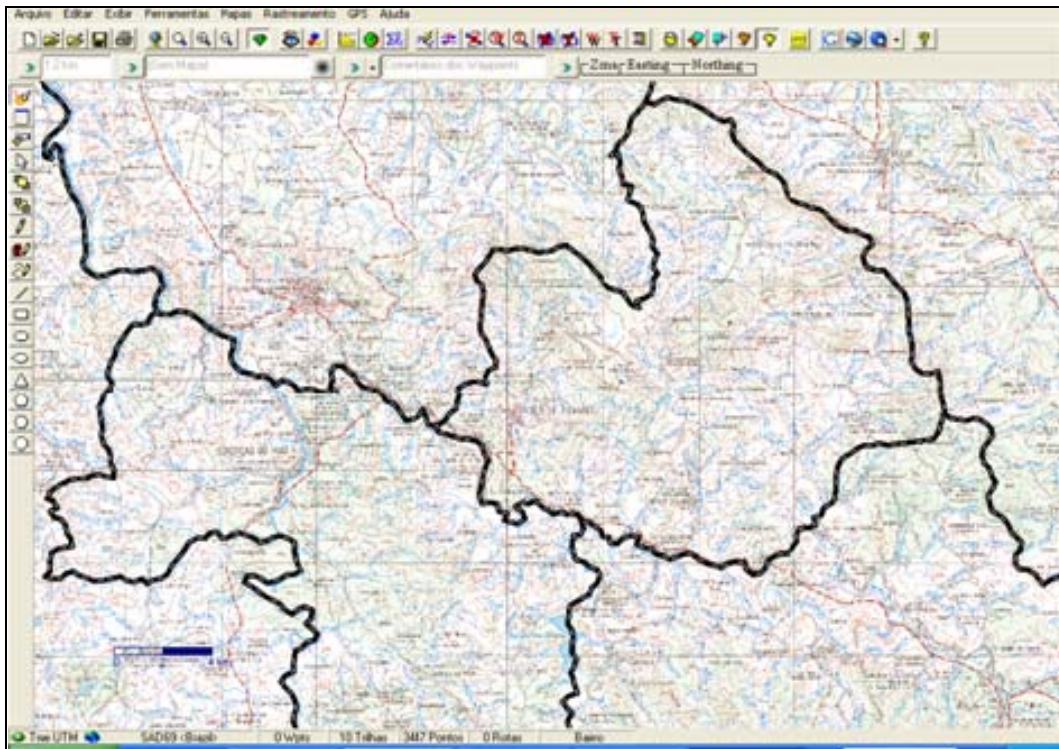


Figura 3.11 – Vetorização e identificação dos limites municipais.

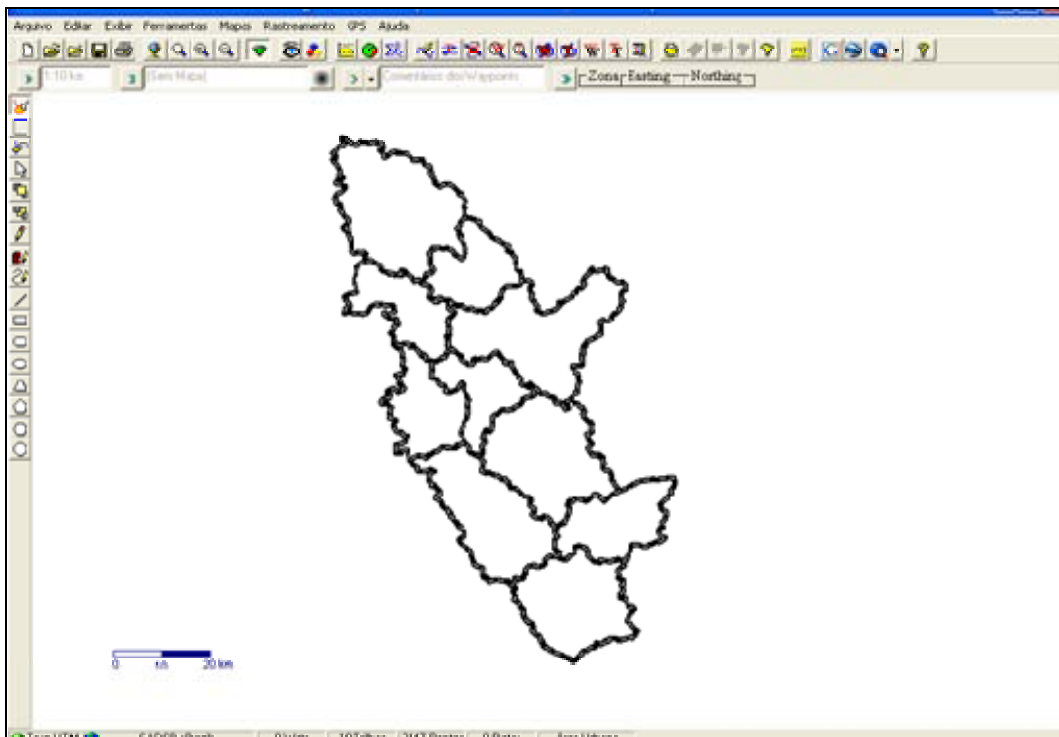


Figura 3.12 – Limites municipais compilados.

Na Tabela 3.5 mostram-se os atributos associados aos limites municipais.

Tabela 3.5–Tabela de atributos dos limites municipais.

ID	MUNICÍPIO	COD IBGE
0	Itaguara	32206
1	Itatiaiuçu	33709
2	Conceição do Pará	17603
3	Pitangui	51404
4	Onça de Pitangui	45802
5	São Gonçalo do Pará	61809
6	Igaratinga	30200
7	Pará de Minas	47105
8	Carmo do Cajuru	14204
9	Itaúna	33808

Dos dez municípios que tem área comum com a bacia do rio São João, um tem sua área total contida na bacia e os demais uma área parcial, como mostrado na Tabela 3.6. O cálculo da porcentagem da área de cada município, dentro da bacia do São João, foi realizado através de aplicação da regra de três simples, considerando a área total do município fornecida pelo IBGE e a área dentro da bacia calculada no próprio SIG.

Tabela 3.6 – Áreas dos municípios em relação à bacia do rio São João.

Município	Área IBGE (km <sup>2</sup> )	Área na Bacia	
		(km <sup>2</sup> )	(%)
Itaguara	410,5105	52,9101	12,9 %
Itatiaiuçu	294,5530	143,0799	48,6 %
Conceição do Pará	250,4110	39,6858	15,8 %
Pitangui	569,0197	42,9494	7,5 %
Onça de Pitangui	247,4685	60,9808	24,6 %
São Gonçalo do Pará	264,8351	76,7365	29,0 %
Pará de Minas	549,1622	63,1720	11,5 %
<b>Igaratinga</b>	<b>218,8608</b>	<b>218,8608</b>	<b>100,0 %</b>
Carmo do Cajurú	455,3020	34,4620	7,6 %
Itaúna	494,4969	437,4050	88,5 %

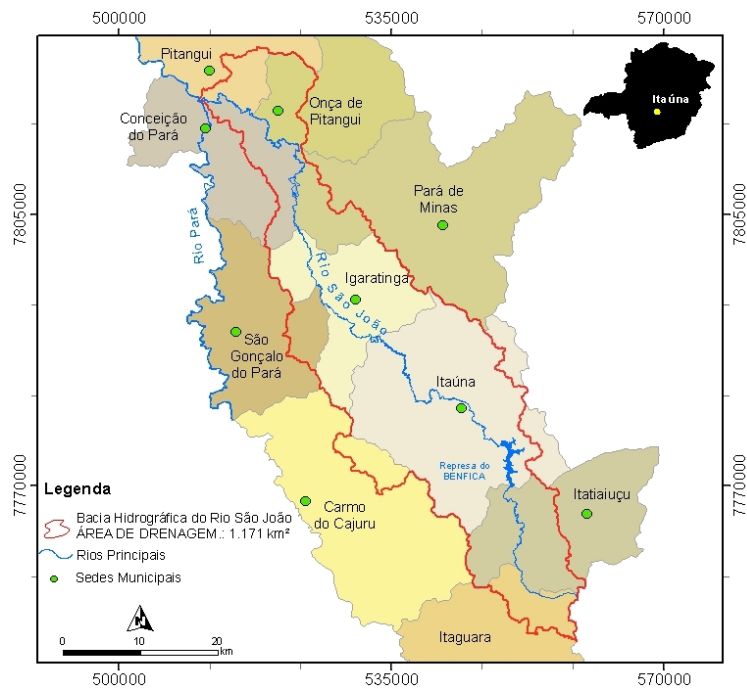


Figura 3.13 – Mapa da intersecção dos limites municipais com o limite da bacia do rio São João

### 3.2.2.5 Mapeamento da morfologia do terreno

O termo morfologia aqui se refere exclusivamente a representação do relevo da bacia do rio São João por meio de curvas de nível, que permite mapear a hidromorfologia, ou seja, delimitar a área de drenagem da bacia hidrográfica do rio São João. O mapeamento morfológico é feito a partir imagens MDT (Modelo Digital de Terreno) do sensor ASTER, processadas no *software* SPRING para gerar curvas de nível, que representam as vertentes e os divisores de águas das bacias hidrográficas. Uma bacia hidrográfica ou bacia de drenagem é uma área definida topograficamente que é drenada por um curso d'água ou por um sistema de cursos d'água conectados de maneira que toda a vazão efluente é descarregada através de uma única saída ou ponto, seção de descarga.

Para a cobertura da bacia do rio São João são necessárias duas cenas MDT/ASTER, que podem ser adquiridas no site [www.gdem.aster.ersdac.or.jp](http://www.gdem.aster.ersdac.or.jp). Estas imagens são processadas no *software* SPRING com a finalidade de gerar curvas de nível para delimitar e calcular a área de drenagem desta bacia. Na seqüência, os dados vetoriais são exportados para o formato SHP para serem manipulados em outros *softwares*. De acordo com análises em campo, a representação do relevo da área em estudo atende ao objetivo de delimitação da bacia hidrográfica do rio São João.

Na Figura 3.14 é mostrado um mosaico das imagens MDT/ASTER que cobrem a bacia do rio São João e na Figura 3.15 está ilustrado a morfologia do terreno por curvas de nível geradas a partir dos dados MDT/ASTER.

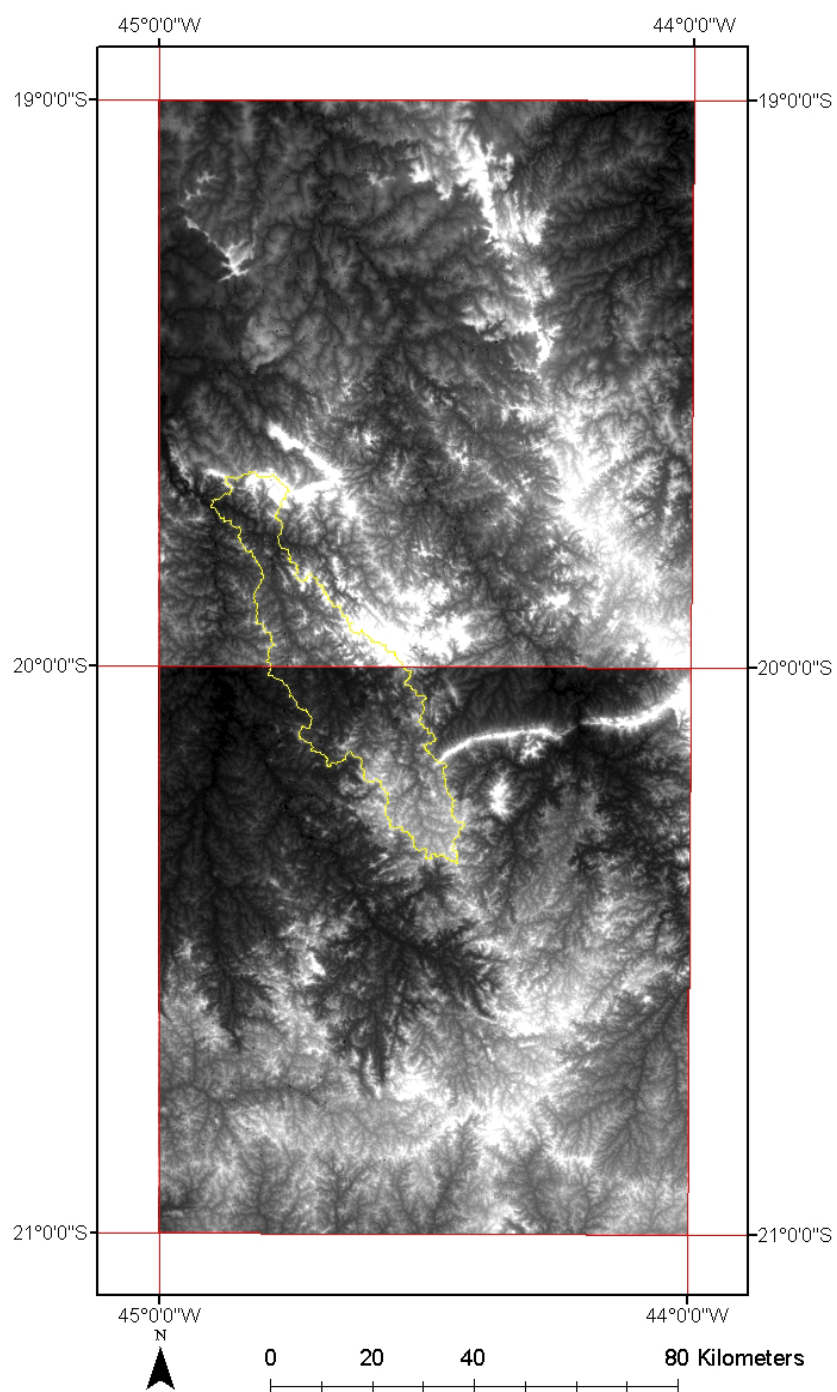
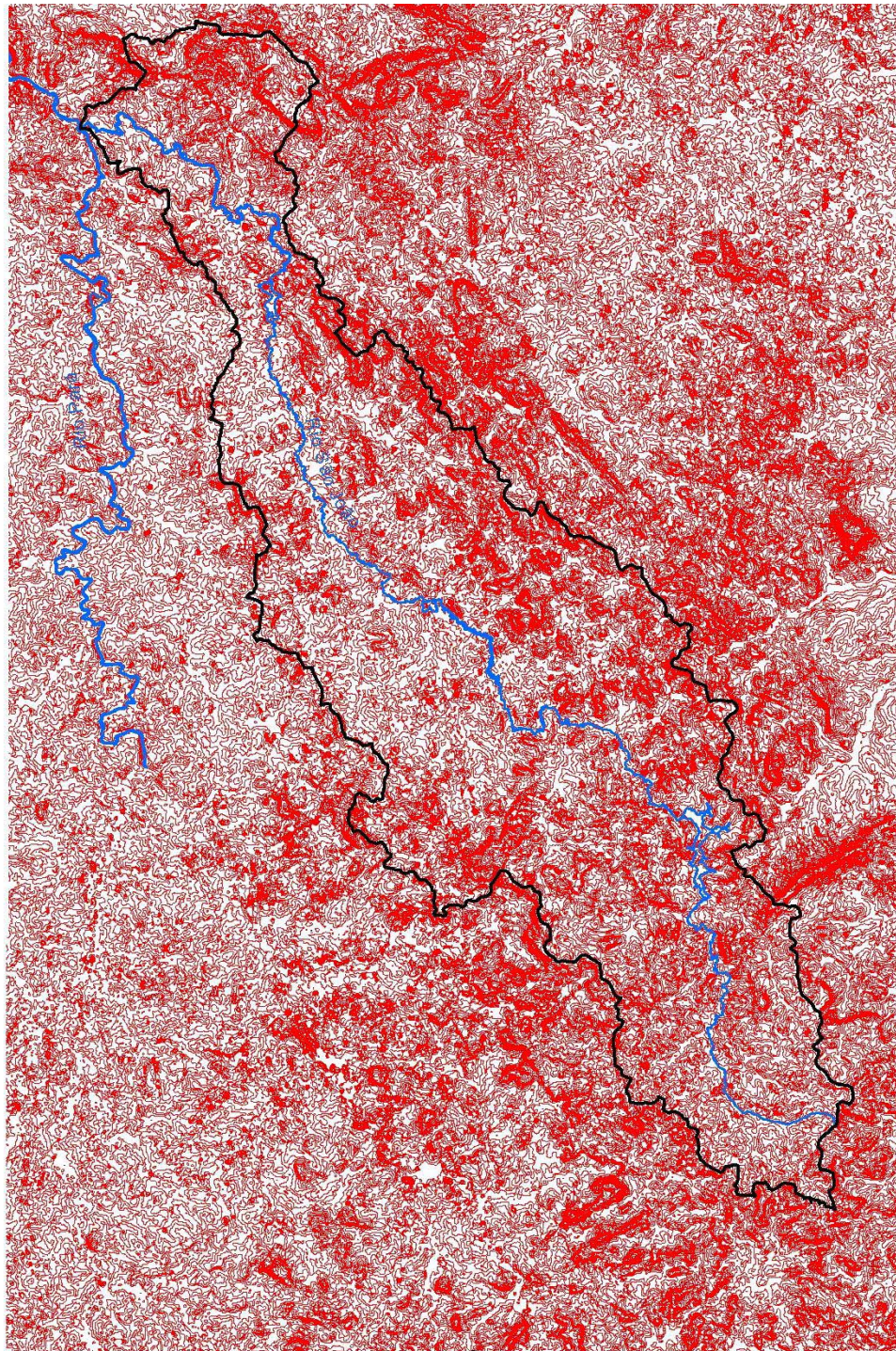





Figura 3.14 – Mosaicos das imagens MDT/ASTER para a bacia do rio São João.





**Legenda**

-  Divisor de Águas
-  Curvas de Nível - 20m
-  Rios São João

0 5 10 20 km

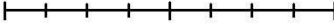


Figura 3.15 – Morfologia do terreno extraída do MDT/ASTER e delimitação da bacia do rio São João.

### 3.2.3 Georreferenciamento das fontes de poluição

Para a elaboração da base de dados das fontes de poluição para o sistema apresentado utilizou-se dados extraídos do Plano Diretor da bacia do rio Pará (SANTOS, LOBO e MEIRES, 2008). Estes dados foram coletados em campo por uma equipe utilizando receptores GPS (*Global Positioning System*) e um formulário padrão, registrando os seguintes atributos: nome do empreendimento, tipo de atividade, número do formulário, descrição do ponto coletado bem como suas coordenadas. Após o trabalho de campo os dados levantados foram editados em planilhas eletrônicas e depois georreferenciados no sistema. Este trabalho foi desenvolvido pela Associação de Usuários CBH-PARÁ, para construção do Plano Diretor da bacia do Rio Pará.

O mapa de fontes de poluição está inserido no banco de dados do projeto em ambiente gvSIG. Na Figura 3.16 são mostrados os pontos de poluição inseridos no sistema.

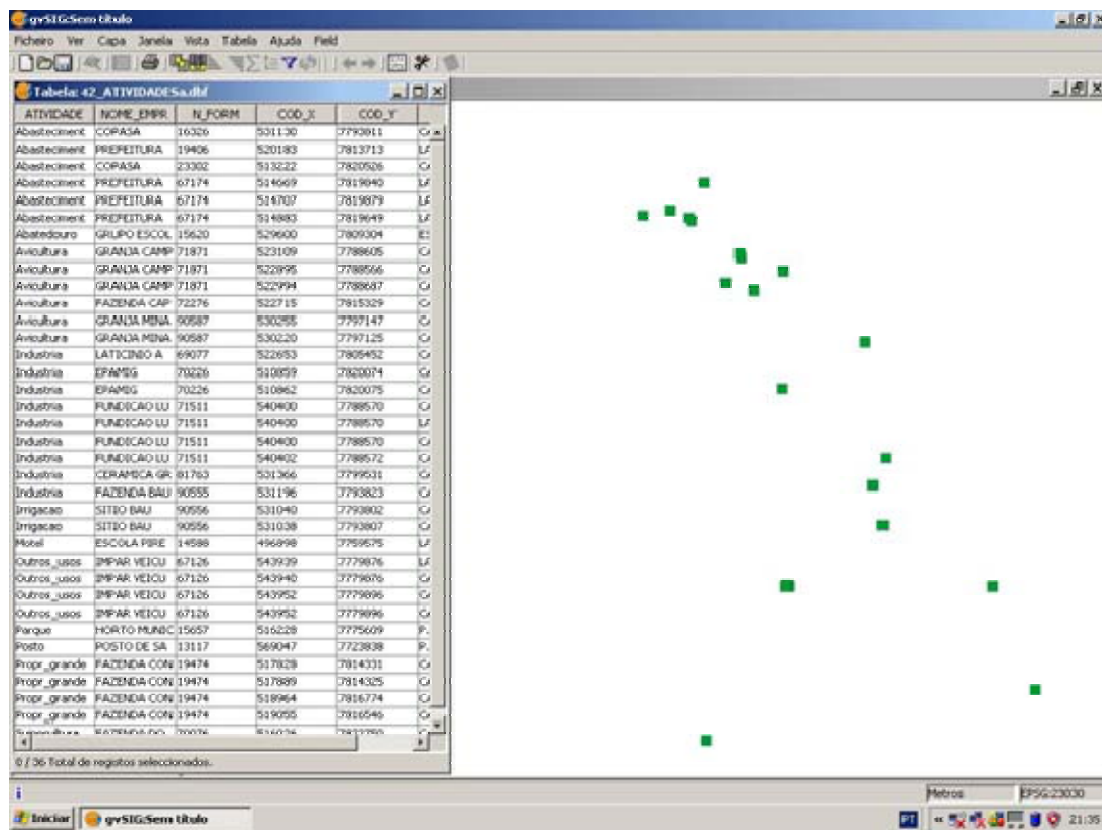


Figura 3.16 – Pontos correspondentes as fontes de poluição (na interface do gvSIG).

Na Tabela 3.7 são apresentados os campos das informações dos pontos de poluição que foram inseridos no sistema.

Tabela 3.7 – Atributos das fontes de poluição inseridas no SIG.

Atividade	NOME_EMPR	N_FORM	COD_E (m)	COD_N (m)	PONTO
Abastecimento	COPASA	16326	531130	7793811	CAPTACAO
Abastecimento	PREFEITURA	19406	520183	7813713	LANCAMENTO
Abastecimento	COPASA	23302	513222	7820526	CAPTACAO
Abastecimento	PREFEITURA	67174	514669	7819840	LANCAMENTO
Abastecimento	PREFEITURA	67174	514707	7819879	LANCAMENTO
Abastecimento	PREFEITURA	67174	514883	7819649	LANCAMENTO
Abatedouro	GRUPO ESCOL	15620	529600	7809304	ESGOTO
Avicultura	GRANJA CAMP	71871	523109	7788605	CAPTACAO
Avicultura	GRANJA CAMP	71871	522895	7788566	CAPTACAO
Avicultura	GRANJA CAMP	71871	522994	7788687	CAPTACAO
Avicultura	GRANJA MINA	90587	530255	7797147	CAPTACAO
Avicultura	GRANJA MINA	90587	530220	7797125	CAPTACAO
Indústria	LATICINIO A	69077	522653	7805452	CAPTACAO
Indústria	EPAMIG	70226	510859	7820074	CAPTACAO
Indústria	EPAMIG	70226	510862	7820075	CAPTACAO
Indústria	FUNDICAO LU	71511	540400	7788570	CAPTACAO
Indústria	FUNDICAO LU	71511	540400	7788570	LANCAMENTO
Indústria	FUNDICAO LU	71511	540400	7788570	CAPTACAO
Indústria	FUNDICAO LU	71511	540402	7788572	CAPTACAO
Indústria	CERAMICA GR	81763	531366	7799531	CAPTACAO
Indústria	FAZENDA BAU	90555	531196	7793823	CAPTACAO
Irrigação	SITIO BAU	90556	531040	7793802	CAPTACAO
Irrigação	SITIO BAU	90556	531038	7793807	CAPTACAO
Motel	ESCOLA PIRE	14588	496898	7759575	LAGOA
Outros_usos	IMPARG VEICU	67126	543939	7779876	LANCAMENTO
Outros_usos	IMPARG VEICU	67126	543940	7779876	CAPTACAO
Outros_usos	IMPARG VEICU	67126	543952	7779896	CAPTACAO
Outros_usos	IMPARG VEICU	67126	543952	7779896	CAPTACAO
Parque	HORTO MUNIC	15657	516228	7775609	P. ARTESIANO
Posto	POSTO DE SA	13117	569047	7723838	P. ARTESIANO
Propr_grande	FAZENDA CON	19474	517828	7814331	CAPTACAO
Propr_grande	FAZENDA CON	19474	517889	7814325	CAPTACAO
Propr_grande	FAZENDA CON	19474	518964	7816774	CAPTACAO
Propr_grande	FAZENDA CON	19474	519055	7816546	CAPTACAO
Suinoicultura	FAZENDA DO	70076	516026	7822750	CAPTACAO

Fonte: Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Pará. Disponível em:  
[www.cbhpara.org.com.br](http://www.cbhpara.org.com.br). Acesso em: 17/08/2010

Para inserção de novas informações no SIG de forma fácil e rápida, foi criado um aplicativo no sistema *DotNet* de interface amigável, que alimenta uma tabela do PostGreSQL, como ilustrado na Figura 3.17. Para inserir uma nova informação nesta tabela deve-se informar: descrição (descrição do ponto), dados referenciais (coordenadas UTM, em metros), e dados complementares (data, responsável e observação).

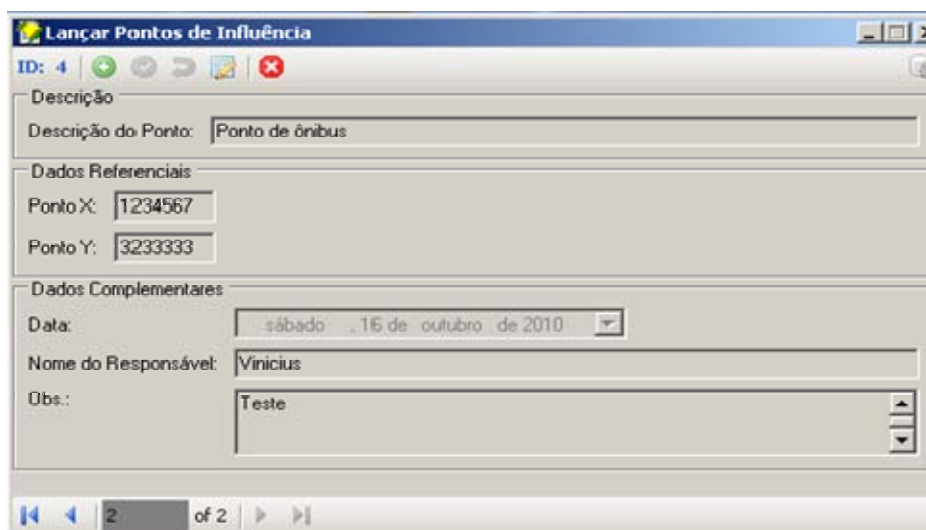


Figura 3.17 – Interface para inserção de novas informações no SIG.

### 3.2.4 Criação de um banco de dados

Em termos simples, pode-se definir um banco de dados como um conjunto de tabelas com dados sobre certa realidade e que estão interligados entre si. Por isso, para o funcionamento de um banco faz-se necessária a criação de tabelas.

O planejamento do BD a ser criado está voltado não só ao atendimento das atividades da bacia do Rio São João como um todo, mas também ao suporte para ações no âmbito de suas sub-bacia hidrográficas.

Tem-se duas formas de fazer isso no *PostgreSQL 8.1*: por meio de uma série de comandos SQL e através do *pgAdmin III*. Para o desenvolvimento do presente trabalho é focado a criação do banco de dados, suas tabelas e *constraints*, usando a interface gráfica do *pgAdmin III*.

Para criar o banco de dados, após conectar o banco ao *PostGres*, acionar o ‘*Databases*’ e escolher a opção ‘*New Database*,’ conforme ilustrado na Figura 3.18.

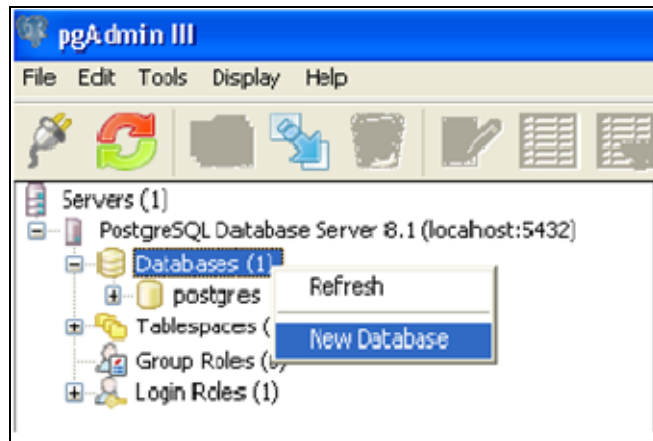


Figura 3.18 – Interface para criação de novo banco de dados.

Foi criado um banco de dados chamado **BANCOSAOJOAO**. Na Figura 3.19 pode ser observado que para esse banco foi selecionada a codificação para os caracteres **UTF8**, essa escolha se deve ao fato desta codificação reconhecer totalmente os caracteres do idioma comumente usado, o português. Definidos estes parâmetros, na criação do banco de dados o novo banco aparecerá na árvore de bancos de dados no *pgAdmin*.

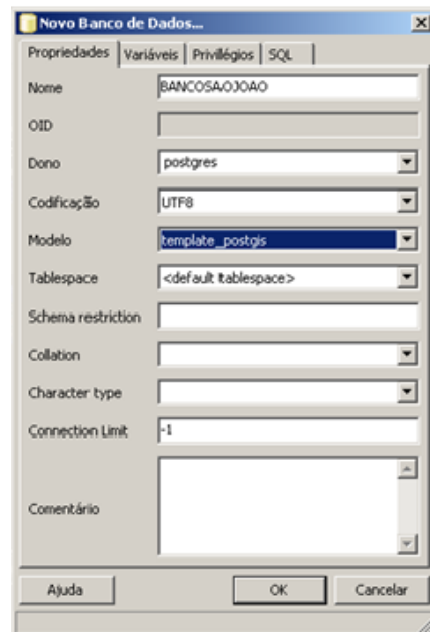


Figura 3.19 – Interface para definição dos parâmetros de um novo banco de dados.

Ao acessar o banco **BANCOSAOJOAO** aparecerá um sinal de adição [+]; isso fará que apareçam todas as partes que integram o funcionamento do banco. Acessando ‘*Schemas*’ e depois em ‘*Public*’ encontram-se as tabelas (*Tables*) do banco de dados.

São criadas duas tabelas padrão relacionadas à parte espacial do banco de dados, *geometry\_columns* e *spatial\_ref\_sys*, conforme ilustrado na interface apresentada na Figura 3.20.

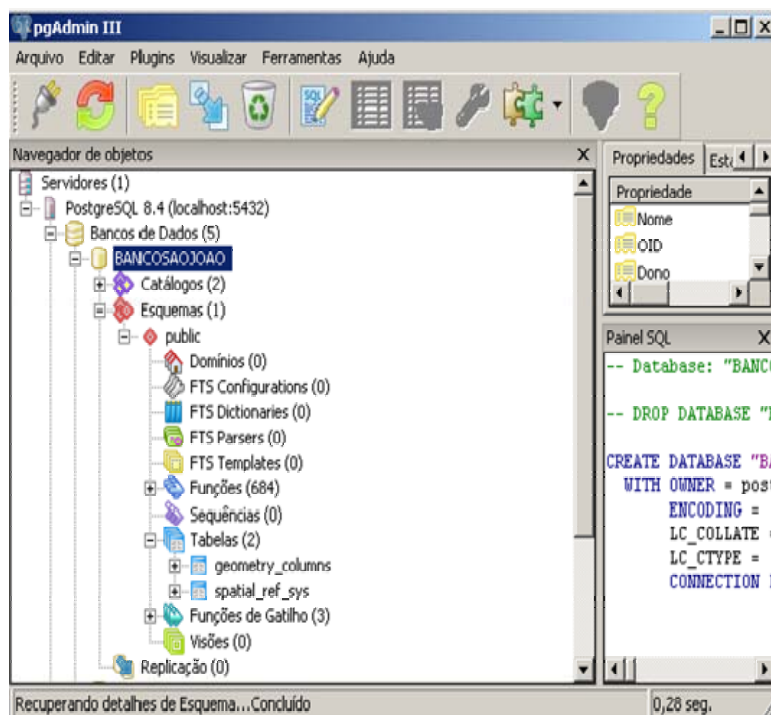


Figura 3.20 – Interface *pgAdmin*: tabelas padrão BD.

Na versão 8.1 do *PostgreSQL*, que foi usado na construção do SIG SAO JOAO, as tabelas *geometry\_columns* e *spatial\_ref\_sys* somente aparecerão se durante a instalação do SGBD for habilitada à extensão espacial *PostGIS*.

### 3.2.5 Inserção de dados espaciais no banco de dados

O procedimento descrito nesta seção foi aplicado aos dados extraídos das cartas topográficas IBGE e das imagens ASTER.

Para inserção dos dados espaciais no banco de dados todos os dados devem ser convertidos para o formato *shapefile* (SHP) e, posteriormente, para SQL.

Um arquivo SHP é composto de três arquivos que se complementam, com as seguintes extensões: \*.shp, \*.shx e \*.dbf.. É necessário que todos esses três arquivos estejam no mesmo diretório para que a importação se realize com sucesso.

Ao fazer a instalação do *PostgreSQL* habilitando sua extensão espacial *PostGIS*, automaticamente, tem-se na sub-pasta 'bin', dentro do diretório do programa, um arquivo executável, chamado 'shp2pgsql.exe', que converte os arquivos do formato

*shapefile* para SQL. Esse arquivo deve ser copiado para a mesma pasta onde está o arquivo *shapefile* a ser convertido para SQL e importado para a tabela do correspondente banco de dados (o caminho deve ser semelhante a este: ‘C:\Arquivos de programas\PostgreSQL\8.1\bin’).

### 3.2.5.1 Conversão dos arquivos *shapefiles* para SQL

Para converter os arquivos *shapefiles* para SQL deve-se abrir uma janela do *prompt* do DOS e direcionar para o diretório onde estão os arquivos *shapefiles*.

Uma vez estando nesse diretório deve-se executar o ‘*shp2pgsql.exe*’ e indicar qual arquivo SHP será convertido, para obter o arquivo SQL correspondente.

### 3.2.5.2 Importação do arquivo SQL para o PostGreSQL/PostGIS

Após convertidos os arquivos *shapefiles* para SQL (Seção 3.2.51), no *pgAdmin III* deve selecionar o banco para o qual deseja importar as tabela do banco de dados (no caso desse trabalho o banco BANCOSAOJOAO) e abrir a seção para uso da linguagem SQL, conforme ilustrado na Figura 3.21.

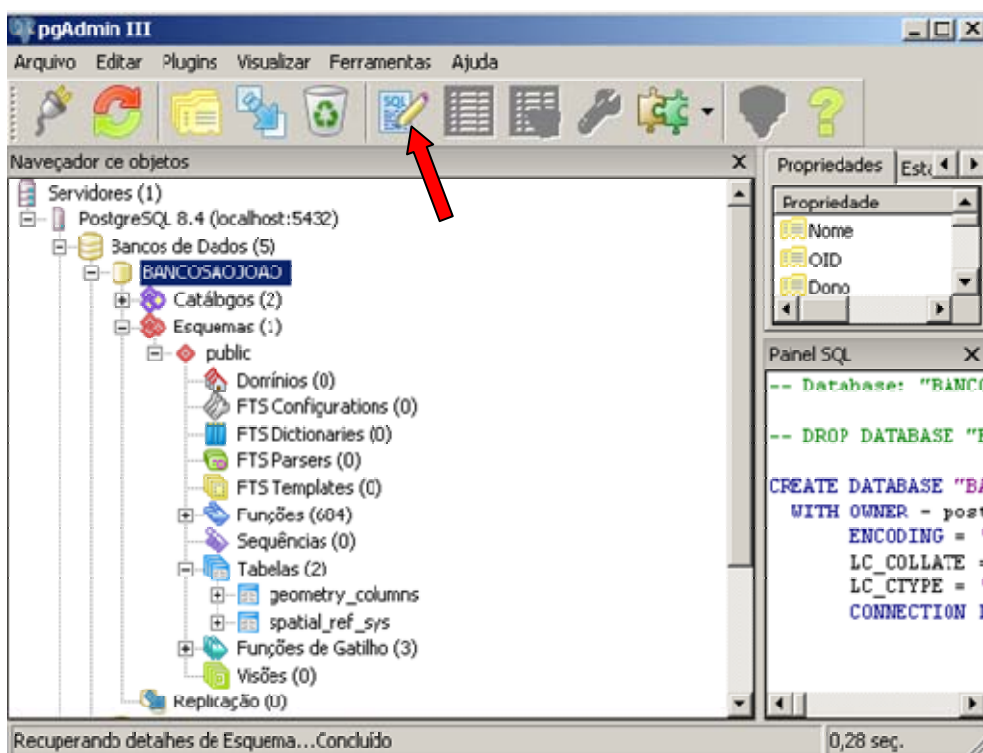


Figura 3.21 – Interface do *PostGreSQL*.

Na nova janela que será aberta, use o ícone ‘*Open file*’ para abrir o arquivo \*.sql que está armazenado no diretório onde foi gerado. Quando o arquivo for aberto acionar

'Execute Query', conforme ilustrado na Figura 3.22. Realizando essa última operação de forma correta, uma mensagem informará que a criação das tabelas, no banco cadastro, ocorreu com sucesso.

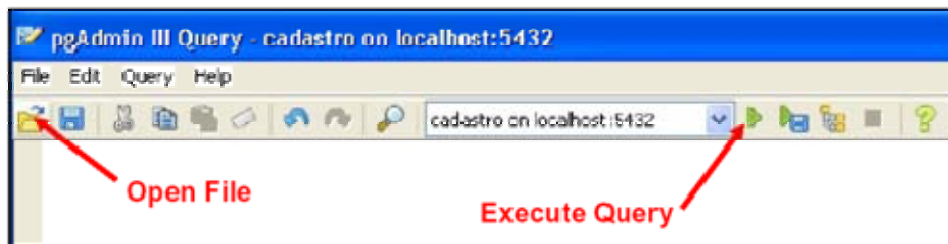


Figura 3.22 – Janela do *pgAdmin* para execução de comandos da linguagem SQL.

No esquema de diretórios e arquivos da Figura 3.23 são mostradas as novas tabelas de dados referentes aos dados convertidos (*shapefiles* para SQL), prontas para serem editadas.

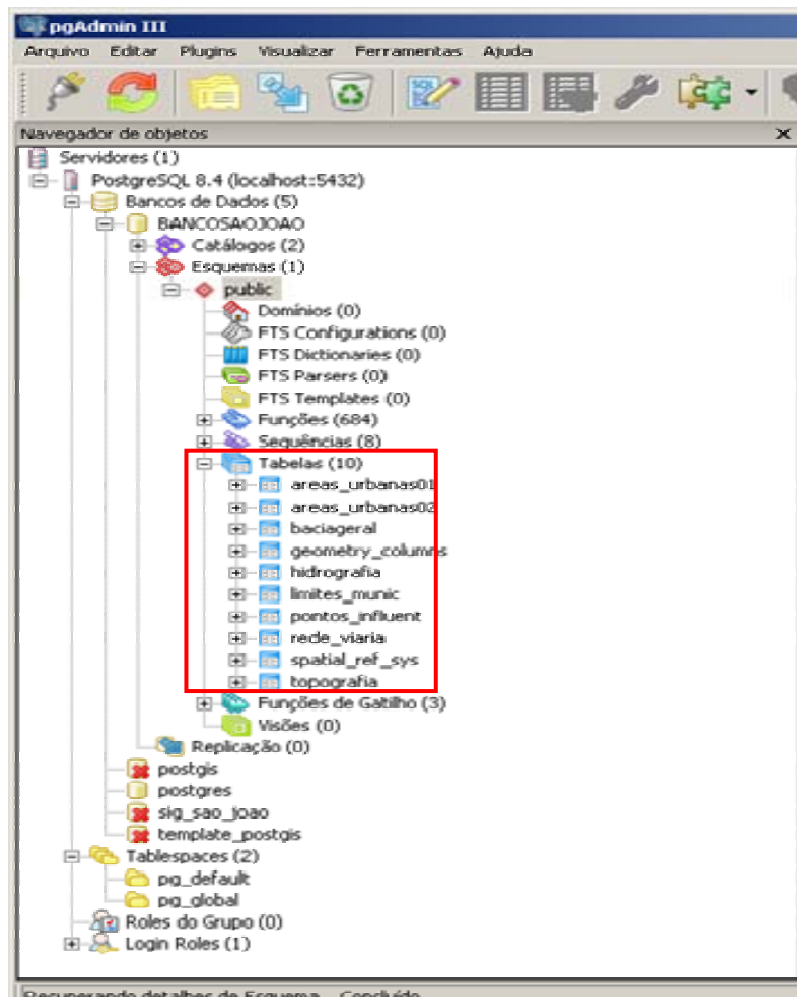


Figura 3.23 – Tabelas adicionadas ao banco de dados, aos dados convertidos (*shapefiles* para SQL),



### 3.2.6 Conexão do banco de dados *PostGIS* com o gvSIG

Na criação do SIG da bacia do rio São João o banco de dados PostgreSQL/PostGIS foi conectado ao gvSIG para acesso e manipulação dos dados espaciais e respectivos atributos, referentes a esta bacia e inseridos conforme descrito na Seção 3.2.5.

O gvSIG é um *software* de SIG que suporta arquivos de diversos formatos, entre os quais estão tabelas de banco de dados espaciais, como por exemplo, o *MySQL* e o *PostGIS*. A seguir é apresentado como foram importadas para o gvSIG os dados de uma base *PostGIS*.

Para importar a tabela contendo dados espaciais, para visualização, acionar ‘**Adicionar Capa**’, conforme ilustrado na Figura 3.24.



Figura 3.24 – Ferramenta de inserção de dados espaciais no gvSIG.

Na Figura 3.25 é apresentada uma janela da interface do gvSIG que permite definir como se deseja visualizar uma tabela de um banco de dados geográfico (utilizando **GeoBD**).

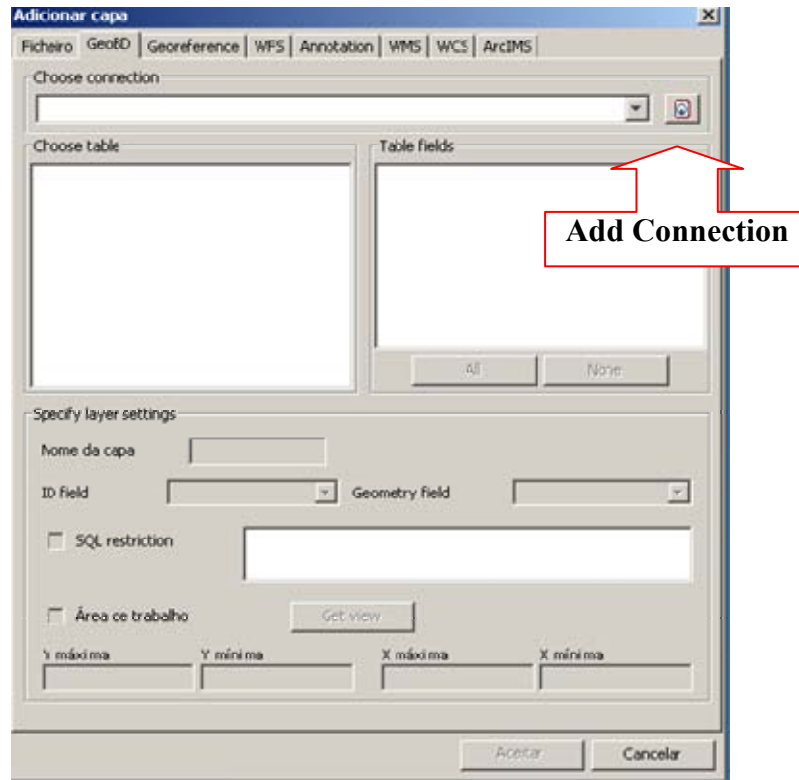


Figura 3.25 – Interface de criação de conexões do gvSIG com banco de dados.

Conectando as tabelas SQL do banco de dados através do recurso ‘*Add Connection*’ do gvSIG, tem-se a janela apresentada na Figura 3.26, que permite definir alguns parâmetros para que possa ser realizada a importação para o gvSIG de uma ou mais tabelas espaciais de um banco de dados *PostGIS*.

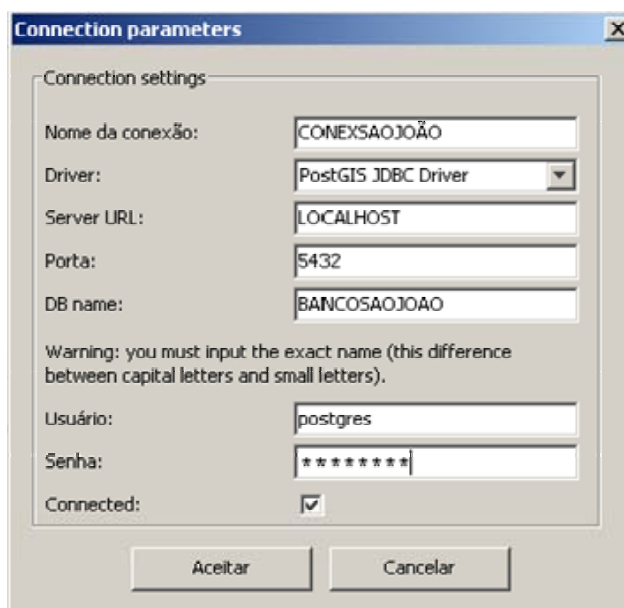


Figura 3.26 – Interface gvSIG para definição dos parâmetros de conexão.

Os parâmetros a serem definidos são:

- **Nome da Conexão:** uma denominação aleatória relacionada com a conexão (nesse trabalho usou-se a denominação **CONEXSAOJOAO**); em geral, é interessante, que se use um nome que esteja relacionado aos dados a serem importados;
- **Server URL:** *localhost* (máquina local);
- **DB name:** nome do banco (nesse trabalho o nome do banco **BANCOSAOJOAO**), que deve ser escrito levando-se em consideração maiúsculas e minúsculas;
- **Porta:** 5432 (padrão do *PostGIS*);
- **Usuário e Senha:** nesse exemplo, ambos são preenchidos com '*postgres*'.

Definidos estes parâmetros, pode-se '**Aceitar**' a conexão, que assim estará criada. Para visualizar os dados deve-se selecionar quais das tabelas espaciais do banco deseja-se importar para o gvSIG na janela '**Adicionar Capa**'. Pode-se também definir que campo da tabela desejará visualizar. Definido isso, pode-se confirmar em '**Aceitar**'. Na Figura 3.27 é ilustrado o procedimento descrito.

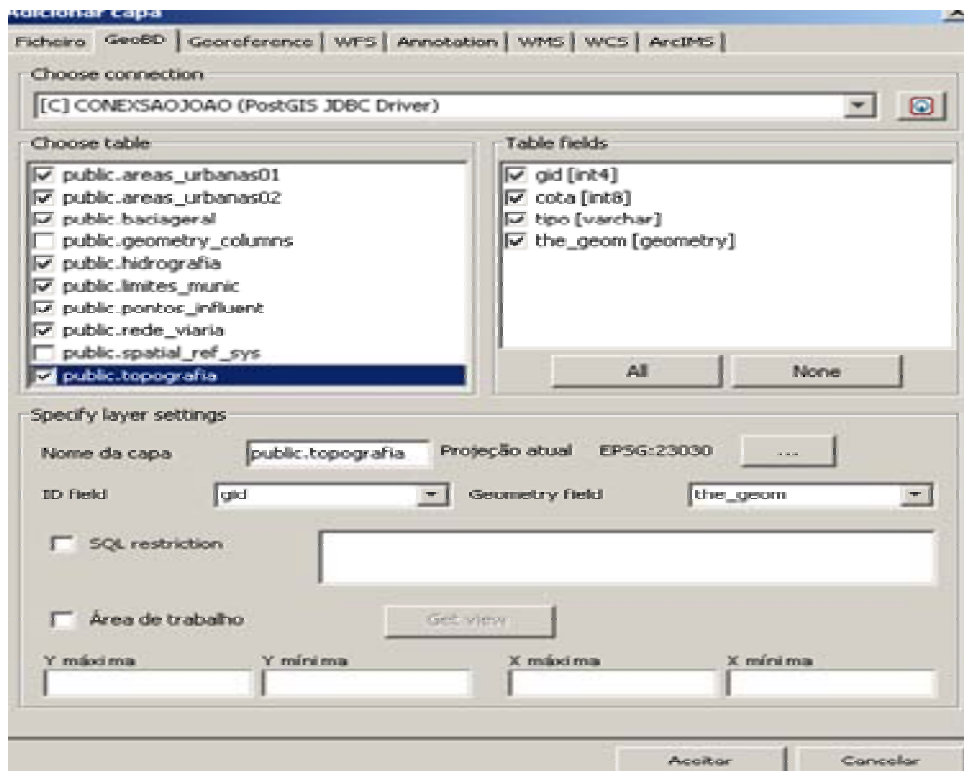


Figura 3.27 – Interface para visualização das tabelas importadas para o banco de dados do SIG.

Agora já é possível visualizar os *layers* e realizar as operações desejadas de acordo com a necessidade do usuário e da aplicação. Na Figura 3.28 é mostrada a exibição dos dados (*layers*) do SIG SÃOJOÃO.

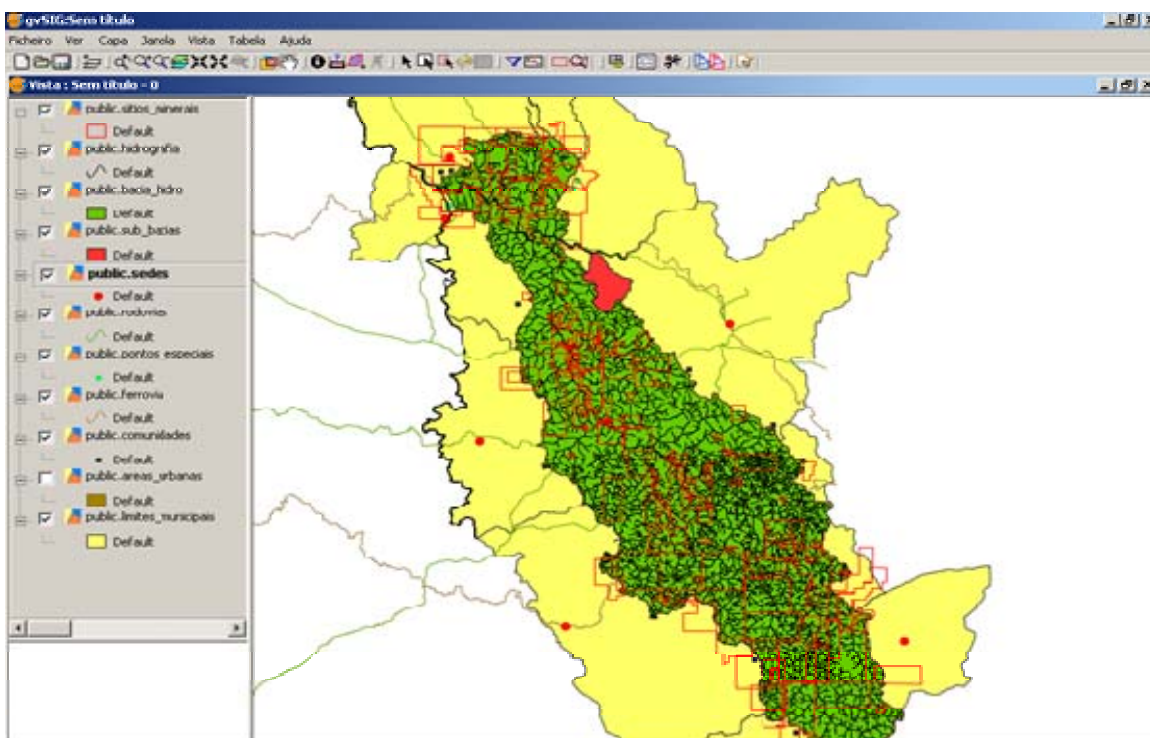


Figura 3.28 – Exibição dos dados (*layers*) do SIG SÃOJOÃO.

### 3.2.7 Elaboração do dicionário dos dados do banco de dados

Chama-se “dicionário de dados” a relação de todos metadados do banco de dados do sistema, que são combinados através de registros, por sua vez combinados em campos, formando o BD do SIG.

O dicionário de dados do SIG deste projeto traz informações sobre as tabelas das feições utilizadas no projeto, tais como identificações, geometria, classes, coordenadas, áreas, etc. Estas tabelas ficam armazenadas e podem ser acessadas a partir do gvSIG.

Se o dicionário de dados estiver cobrindo todo o sistema, os usuários poderão fazer consultas sobre todos os conteúdos do banco de dados, acrescentando outros de acordo com a estrutura do dicionário e armazenado conforme a mesma sistemática, possibilitando a continua atualização do banco de dados.

Na seção 3.2.7.1 são descritos os metadados do SIGSAOJOAO.

### 3.2.7.1 Metadados do banco de dados do SIG-SAOJOAO

#### Tema: Limite da Bacia do Rio São João

**Descrição:** Limite da área de abrangência da bacia hidrográfica do rio São João, obtido através da utilização da análise das curvas de nível geradas a partir do MDT/ASTER.

Tabela 3.8 – Tabela Postgres: Bacia Geral.

Campo	Descrição	Tipo	Tamanho do Campo
Feição	POLÍGONO		
Id	Identificador	Número	5

#### Tema: Rede Hidrográfica

**Descrição:** Representação da rede hidrográfica digitalizada a partir das cartas topográficas do IBGE.

Tabela 3.9 – Tabela Postgres: Hidrografia.

Campo	Descrição	Tipo	Tamanho do Campo
Shape	LINHA		
Id	Identificador	Número	5
Nome	Nome	Caractere	20
Descrição do Tipo	Com Nome/Sem Nome		20

#### Tema: Rede Viária

**Descrição:** Representação das rodovias federais, estaduais e ferrovias, conforme cartas topográficas do IBGE.

Tabela 3.10 – Tabela Postgres: Rede\_Viaria.

Campo	Descrição	Tipo	Tamanho do Campo
Feição	LINHA	-	-
Id	Identificador	Número	5
Nome	Nome	Número	10
Categoria	Categoria	Número	20

#### Tema: curvas de nível

**Descrição:** Representação das curvas de nível, geradas a partir do processamento dos modelos MDT/ASTER.

Tabela 3.11 – Tabela Postgres: Altimetria

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho do Campo</b>
Shape	LINHA	-	-
Id	Identificador	Número	5
Cota	Cota	Número	5

**Tema: Limites Municipais**

**Descrição:** Representação dos limites municipais conforme cartas topográficas do IBGE.

Tabela 3.12 – Tabela Postgres: Limites\_Municipais.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho do Campo</b>
Feição	POLÍGONO	-	-
Id	Identificador	Número	5
Município	Nome	Caractere	20
Código	Código do IBGE	Número	10

**Tema: Fontes de Poluição**

**Descrição:** Pontos impactantes aos cursos d'água.

Tabela 3.13 – Tabela Postgres: Poluição.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho do Campo</b>
Feição	PONTO	DBF	-
Atividade	Ramo	Caractere	12
NOME_EMPR	Nome	Caractere	12
N_FORM	Identificador	Caractere	10
COD_X	Coordenada	Caractere	10
COD_Y	Coordenada	Caractere	10
PONTO	Local	Caractere	10

**Tema: Áreas Urbanas01**

**Descrição:** Representação pontual dos núcleos urbanos, classificada como Cidades e Povoados.

Tabela 3.14 – Tabela Postgres: Áreas Urbanas01.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho do Campo</b>
Feição	POLIGONO	-	-
Id	Identificador	Número	05
Nome	Nome	Caractere	20
Tipo	Categoria	Caractere	10

**Tema: Áreas Urbanas02**

**Descrição:** Representação pontual dos núcleos urbanos, classificada como Comunidades Rurais.

Tabela 3.15 – Tabela Postgres: Áreas Urbanas02.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho do Campo</b>
Feição	PONTO	-	-
Id	Identificador	Número	05
Nome	Nome	Caractere	20
Tipo	Categoria	Caractere	10

**Tema: Pontos de Influência**

**Descrição:** Dados pontuais coletados em campo com GPS representando diversos fatores de influência na qualidade e quantidade das águas da bacia do rio São João.

Tabela 3.16 – Tabela Postgres: Pontos Influencia.

<b>Campo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Tipo</b>	<b>Tamanho do Campo</b>
Feição	PONTO	-	-
Id	Identificador	Número	5
Atividade	Tipo de Atividade	Caractere	20
Nome Empreend	Razão Social	Caractere	50
Endereço	Localização	Caractere	100
N_Formulario	Identificação Cadastro	Caractere	10
Coord_X	Coordenada X	Número	7
Coord_Y	Coordenada y	Número	7
Ponto	Identificação do Ponto	Caractere	50

## CAPÍTULO 4

### CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo geral propor uma metodologia para elaboração de um sistema de informações geográficas (SIG), para servir de instrumento de apoio à gestão e execução de projetos de preservação de bacias hidrográficas, utilizando plataformas computacionais de caráter livre e bases de dados oficiais disponibilizadas gratuitamente na *internet*.

Esta metodologia foi utilizada na elaboração de um SIG para a bacia hidrográfica do rio São João (Alto São Francisco) para servir de instrumento de apoio à gestão e execução de projetos de preservação nesta bacia. Contudo, vale salientar que as técnicas de compilação de dados e informações, criação do banco de dados espacial e os *softwares* utilizados podem ser aproveitados na elaboração de um SIG desta natureza para qualquer outra bacia hidrográfica e para outras aplicações.

O Sistema de Informações Geográficas criado para a bacia do rio São João “SIGSAOJOAO”, contém dados, informações e ferramentas computacionais que possibilitam o acesso e manipulação destes. Este sistema é um instrumento para auxiliar os gestores e a comunidade na tomada de decisões e acompanhamento de ações de preservação e recuperação da bacia hidrográfica do rio São João.

Manipulando os dados do sistema é possível identificar os principais afluentes do rio São João, delimitar suas sub-bacias, analisar o índice de pontos impactantes e a demanda hídrica em cada curso d’água desta bacia hidrográfica. O sistema também permite elaborar rotas de acesso a vários pontos dentro da bacia, identificar os divisores de águas e conhecer os municípios que estão parcialmente ou totalmente dentro da bacia.

O gerenciador de dados PostgreSQL apresentou boa compatibilidade com o formato dos arquivos das bases de dados e com o *software* de geoprocessamento gvSIG.

O *software* utilizado para processamento de dados georreferenciados, gvSIG, dispõe de ferramentas para exibir, manipular e consultar os dados de um banco de dados. Possibilita também a espacialização de informações alfanuméricas tabulares por meio de coordenadas UTM, além de recursos para elaboração de mapas “estatísticos” e de áreas de influencia (*buffer*) baseadas em princípios legais.



Com o gvSIG conectado ao PostGreSQL é possível exibir os dados existentes no banco de dados e realizar operações como medidas e cálculo de áreas, selecionar dados utilizando comandos SQL, criar novas feições e editar bases de dados. No APÊNDICE A são apresentados alguns resultados da manipulação dos dados do banco de dados através das ferramentas do *software* gvSIG.

Desta forma, considera-se que o objetivo deste trabalho foi atingido, uma vez que o SIGSAOJOAO apresentou boa funcionalidade para a aplicação proposta.

Como recomendação para elaboração de trabalhos desta natureza tem-se que a montagem de uma equipe multidisciplinar é fundamental, uma vez que são diversos os conhecimentos e experiências necessárias para que o sistema SIG a ser criado sirva de forma adequada como um instrumento de apoio e facilitador na gestão e execução de projetos diversos na área de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei n° 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1° da Lei n° 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União, Poder Executivo**, 9 jan. 1997. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm)>. Acesso em: 10 ago. 2010.

IVER TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN. **Caso práctico gvSIG 1.0**. Valencia: Generalitat Valenciana, 2007.

MEDEIROS, A. M. L. **Dando os primeiros passos com o gvSIG 1.1.1**. 2008. Disponível em: <<http://www.clickgeo.com.br/introducaogvsig.pdf>>. Acesso em: 03 de setembro de 2010. (Tutorial – Material Didático)

MEDEIROS, A. M. L. **Instalação do PostGreSQL 8.1 com extensão espacial postGIS**. 2008. Disponível em: <<http://www.clickgeo.com.br/InstalPostgreSQLPostGis.pdf>>. Acesso em: 03 de setembro de 2010. (Tutorial – Material Didático)

MINAS GERAIS, Lei n°13.199, de 29 de janeiro de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de recursos Hídricos e dá outras Providências. **Diário do Executivo – “Minas Gerais”**, 30 de janeiro de 1999. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5309>>. Acesso em: 20 de ago 2010

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000. Número de páginas??? p.

SANTOS, R. C. G.; LOBO, M. C.; MEIRES, C. **Plano diretor da bacia hidrográfica do rio Pará**. Divinópolis: Associação de Usuários da Bacia Hidrográfica do Rio Pará, 2008. Disponível em: <[www.cbhpara.org.br](http://www.cbhpara.org.br)>. Acesso em: 17 ago. 2010.

SILVA, J. X. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2001. 228 p.

SOLDA, S. GIS para gestão de recursos hídricos. **Revista InfoGEO**, n° 21, 2000.

UCHOA, H. N.; FERREIRA, P. R. **Geoprocessamento com software livre**. 2004. Disponível em: <<http://www.geolivres.org.br/modules/mydownloads>>. Acesso em: 14 set. 2010.

# APÊNDICE A – EXEMPLOS DE USO DAS FERRAMENTAS DO gvSIG PARA O SIGSAOJOAO

## A.1 Interface gráfica do sistema SIGSAOJOAO

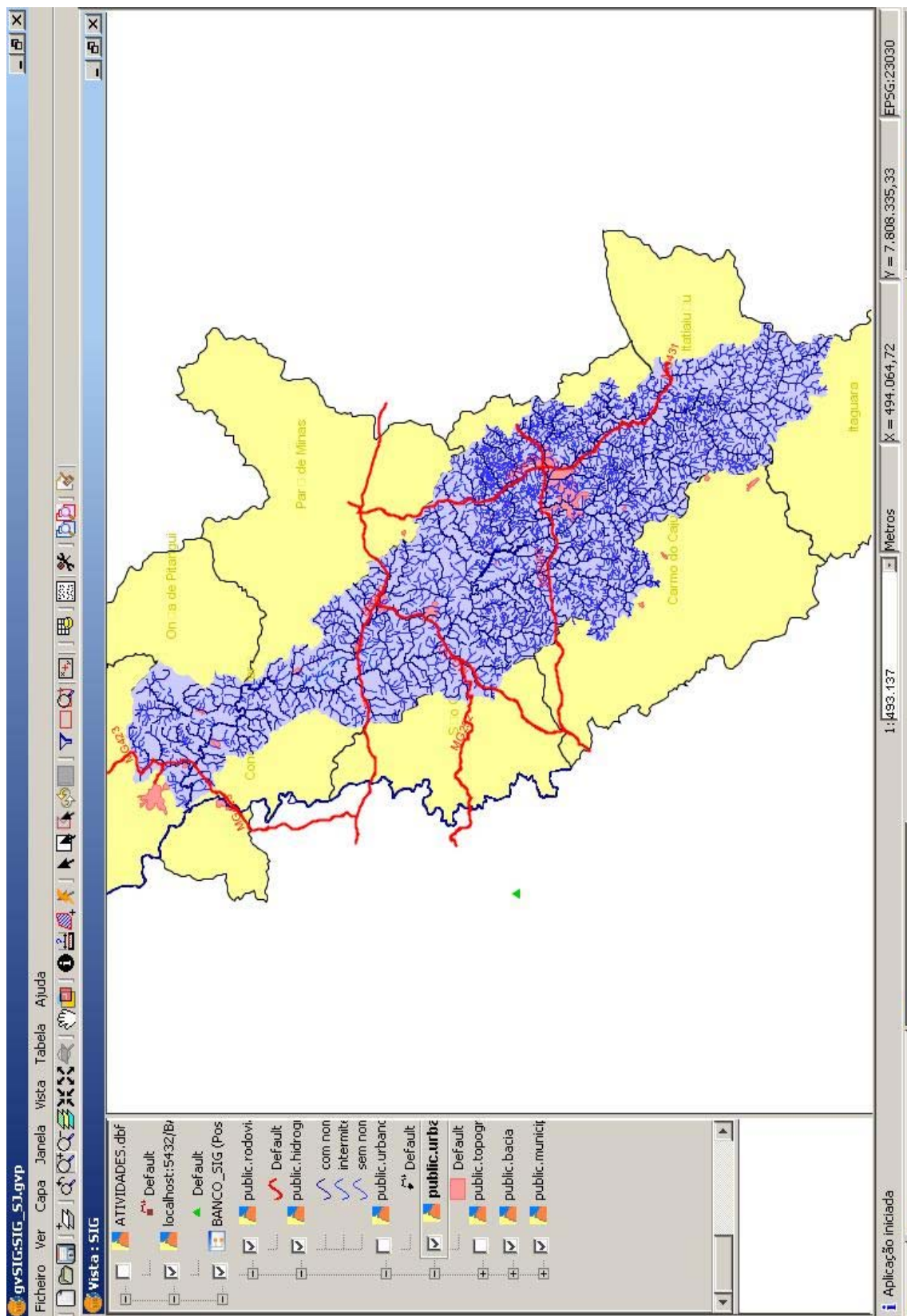


Figura A.1 – Dados georeferenciados contidos no sistema SIGSAOJOAO.

## A.2 Exibição de dados por meio de recursos temáticos de simbologia

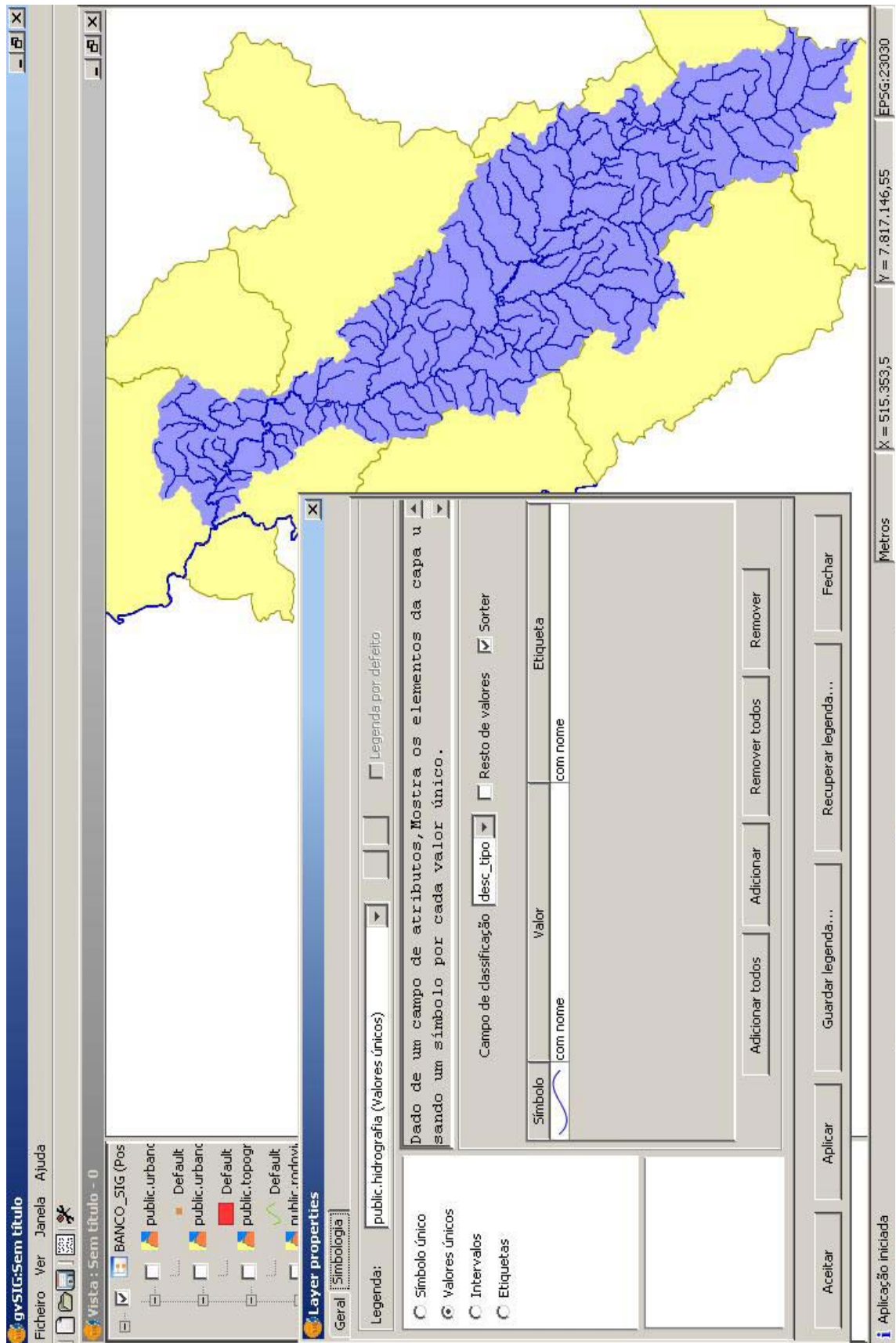


Figura A.2 – Hidrografia principal.

### A.3 Filtragem de dados por meio de comandos SQL

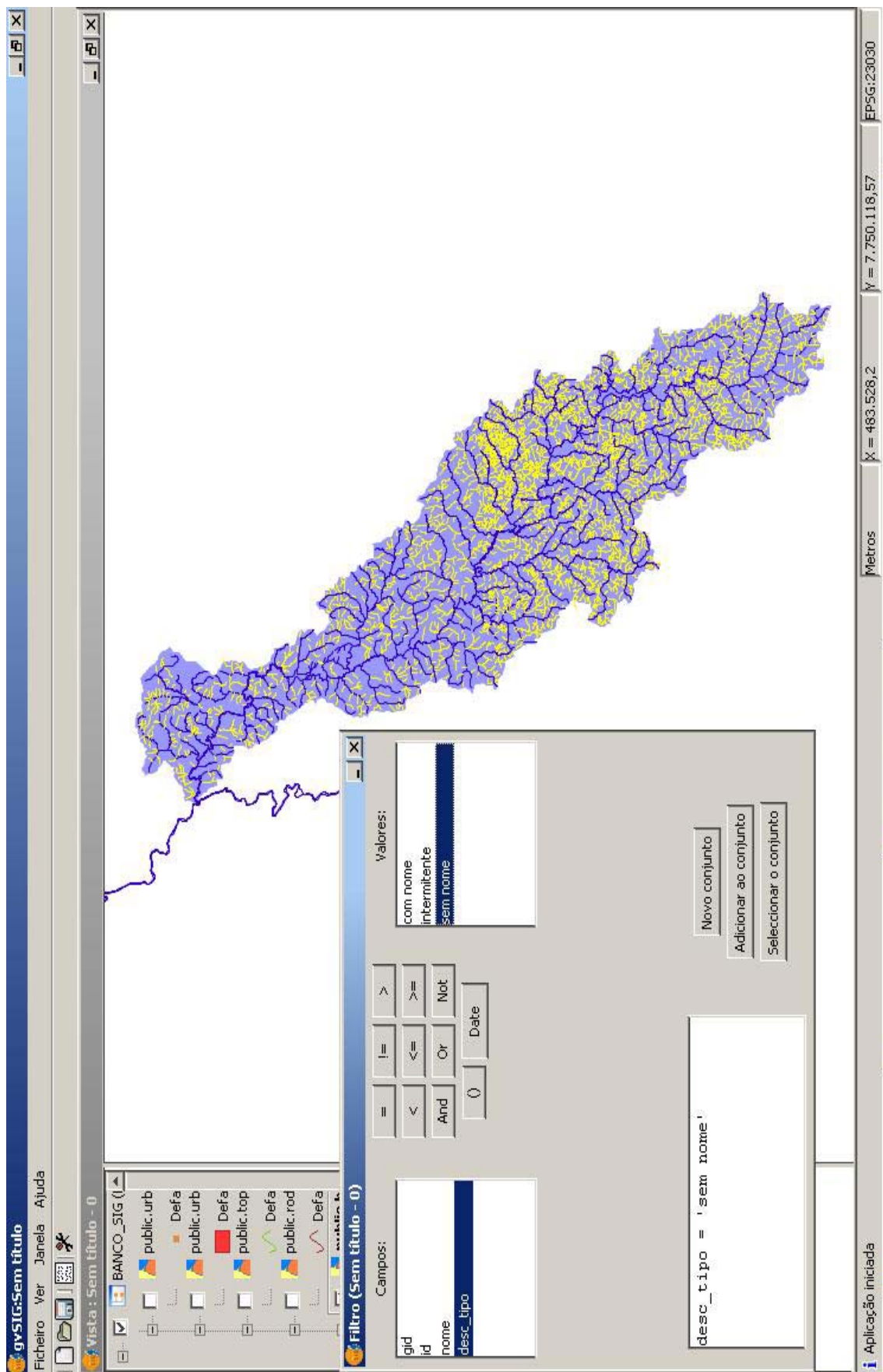


Figura A.3 – Seleção dos cursos d'água sem nome oficial.

#### A.4 Levantamento de dados e realização de análises específicas

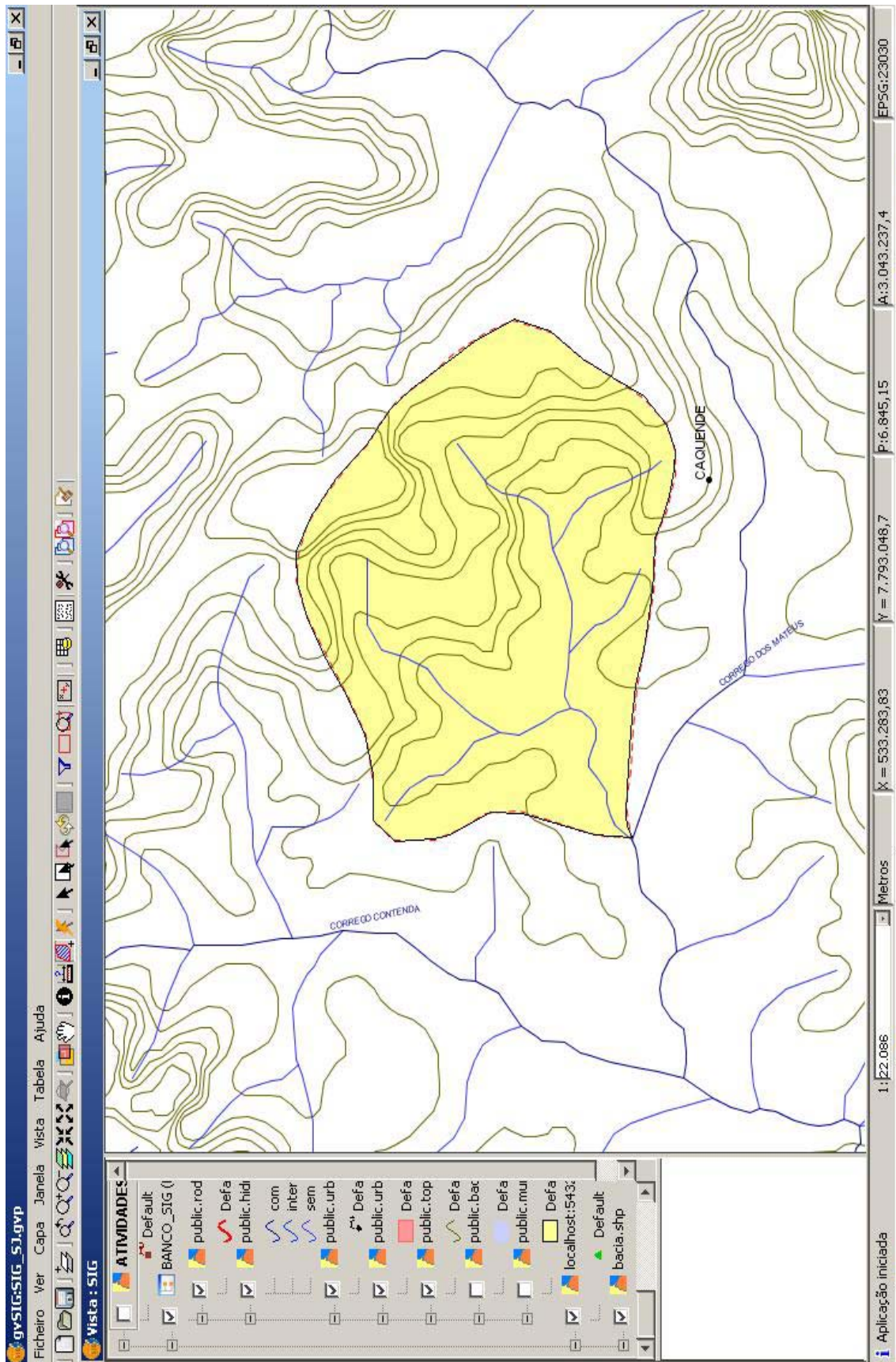


Figura A.4 – Delimitação e cálculo de área de drenagem de sub-bacias hidrográficas.