

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA

CONSTRUÇÃO DE BANCOS DE DADOS ESPACIAIS COM IMAGENS DE SATÉLITE

Renzo Joel Flores Ortiz

Ilka Afonso Reis

BELO HORIZONTE
MINAS GERAIS - BRASIL
SETEMBRO DE 2010

Construção de bancos de dados espaciais com imagens de satélite

Renzo Joel Flores Ortiz
Graduando em Estatística
Universidade Federal de Minas Gerais

Ilka Afonso Reis
Professora Adjunta do Departamento de Estatística
Universidade Federal de Minas Gerais

Belo Horizonte
Minas Gerais - Brasil
Setembro de 2010

PREFÁCIO

O presente texto é parte integrante dos produtos do projeto de pesquisa PIBIC/PROBIC “Modelos Dinâmicos Bayesianos para Estimção de Populações via Imagens de Satélite”

Este relatório busca formalizar os principais procedimentos computacionais envolvidos na primeira parte do projeto: a construção de um banco de dados espacial com imagens de satélite. Organizado em dez capítulos, o texto aborda desde a aquisição dos dados brutos (imagens orbitais e dados populacionais georreferenciados) até a disponibilização desses dados no formato necessário à estimção dos tamanhos populacionais.

Este projeto de pesquisa foi parcialmente financiado pela FAPEMIG através de concessão de bolsa de Iniciação Científica durante o período de março de 2009 e fevereiro de 2010. Os autores agradecem o apoio recebido para o desenvolvimento deste trabalho.

Sugestões, críticas e correções serão muito bem-vindas e ajudarão no aprimoramento e desenvolvimento de próximas versões.

Renzo Joel Flores Ortiz
(renzojfo@gmail.com)

Ilka Afonso Reis
(ilka@ufmg.br)

Belo Horizonte, Setembro de 2010

RESUMO

O uso de dados espaciais é cada vez mais crescente em diversas áreas do conhecimento. Em especial, o uso de imagens de satélite no auxílio do entendimento de dados espacialmente referenciados tem se mostrado de grande importância em vários estudos como, por exemplo, os de Saúde Pública e Ecologia. O crescente desenvolvimento tecnológico e científico do Sensoriamento Remoto Orbital torna cada vez mais fácil o acesso às imagens de satélite e aos softwares que as manipulam. Este trabalho tem o objetivo de orientar a construção de um banco de dados que possibilite associar dados espaciais a imagens de satélite. Como exemplo, adotamos a construção de um banco de dados para estimação de populações humanas via imagens de satélite. A construção de um banco de dados espacial com imagens de satélite pode ser descrito em cinco etapas. A primeira etapa refere-se à importação das imagens em nível digital para o sistema de informações geográficas SPRING (Câmara et al, 1996) e ao posterior processamento dessas imagens. A segunda etapa aborda o georreferenciamento das imagens utilizando-se um mapa cadastral. Na terceira etapa é descrita a espacialização dos atributos das unidades cadastrais como, no caso do exemplo, a população dos setores censitários. Os dados espacializados, juntamente com as imagens, são exportados em formato matricial. A quarta etapa aborda o cálculo de estatísticas zonais a partir das imagens. Finalmente, a quinta etapa discorre sobre a montagem do banco de dados no ambiente de programação R (R Development Core Team, 2009) com os dados exportados. No caso da estimação de populações, obtivemos dois bancos de dados contendo variáveis que podem ser utilizadas no ajuste de modelos de regressão ao nível dos pixels e ao nível dos setores censitários. Nesses modelos, as variáveis explicativas são as imagens nas várias bandas de um sensor orbital.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	6
CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS	7
2.1 – Diretório.....	7
2.2 – Softwares	8
2.2.1 – SPRING (Câmara et al., 1996).....	8
2.2.1.1 – LEGAL.....	9
2.2.2 – R (R Development Core Team, 2009).....	9
2.2.3 – 6S (Vermote et al., 1997)	10
2.2.4 – <i>GeoConversor</i> (Ortiz, 2009)	11
2.3 – Mapa de Setores Censitários.....	11
2.4 – Imagens	12
2.5 – Conteúdo da Pasta Tutorial	17
CAPÍTULO 3 – O AMBIENTE SPRING	18
3.1 – Criar Banco de Dados	18
3.2 – Criar Projeto	19
3.3 – Definir Modelo de Dados	22
CAPÍTULO 4 – IMPORTAÇÃO DE DADOS.....	26
4.1 – Importar Imagens (Parte 1) e Mapa Cadastral.....	26
4.2 – Recortar Plano de Informação	32
4.3 – Editar tamanho dos projetos	38
4.4 – Importar Imagens (Parte 2)	40
4.5 – Importar Tabela de Atributos Censitários	41
CAPÍTULO 5 – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS	45
5.1 – Converter imagens em nível digital (ND) para imagens de reflectância aparente via LEGAL	45
5.2 – Exportar imagens de reflectância aparente no formato RAW	47
5.3 – Converter imagens de reflectância aparente para imagens de reflectância de superfície via modelo 6S	48
5.4 – Salvar imagens de reflectância de superfície no formato SPG	49
CAPÍTULO 6 – REGISTRO DE IMAGEM.....	51
6.1 – Seleção de Imagem	51
6.2 – Criar Pontos de Controle.....	55
6.3 – Selecionar Pontos de Controle	63
6.4 – Importar imagens registradas.....	65
6.5 – Avaliar registro	66
CAPÍTULO 7 – CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS	68
7.1 – Criar Arquivo de Contexto	68
7.2 – Executar Treinamento.....	69
7.3 – Analisar Amostras e Classificar Imagem.....	72

7.4 – Executar Mapeamento para Classes Temáticas	74
CAPÍTULO 8 – ESPACIALIZAÇÃO	77
8.1 – Espacializar Atributos do Mapa de Setores Censitários	77
8.2 – Espacializar Classes Temáticas.....	77
8.3 – Corrigir Defasagem dos Pl's	78
8.4 – Exportar Pl's	82
8.4.1 – Exportar Atributos	82
8.4.2 – Exportar Imagens	83
CAPÍTULO 9 – CÁLCULO DE ESTATÍSTICAS ZONAIS E GERAÇÃO DE PONTOS AMOSTRAIS	85
9.1 – Estatísticas Zonais.....	85
9.1.1 – Criar Atributos	85
9.1.2 – Calcular Estatísticas Zonais	87
9.1.3 – Exportar Tabela (Parte 1).....	87
9.1.4 – Editar Tabela.....	88
9.1.5 – Exportar Tabela (Parte 2).....	90
9.2 – Pontos Amostrais.....	91
9.2.1 – Gerar Pontos Amostrais	91
9.2.2 – Exportar Pontos Amostrais	93
CAPÍTULO 10 – MONTAGEM DOS BANCOS DE DADOS.....	95
10.1 – Montagem do Banco de Dados de Pixels	95
10.2 – Montagem de Banco de Dados de Setores	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97
APÊNDICE A	99
Programas em LEGAL Utilizados na Construção dos Bancos de Dados Para Estimação da População de Belo Horizonte Via Imagens de Satélite.....	99
APÊNDICE B	106
Programas em R Utilizados na Construção dos Bancos de Dados Para Estimação da População de Belo Horizonte Via Imagens de Satélite.....	106

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

O uso de dados espaciais é cada vez mais crescente em diversas áreas do conhecimento. Em especial, o uso de imagens de satélite no auxílio do entendimento de dados espacialmente referenciados tem se mostrado de grande importância em vários estudos como, por exemplo, os de Saúde Pública (Werneck et al., 2007), Ecologia (Bitencourt et al., 1997) e Planejamento Urbano (Reis, 2005). O crescente desenvolvimento tecnológico e científico do Sensoriamento Remoto Orbital torna cada vez mais fácil o acesso às imagens de satélite e aos softwares que as manipulam.

No entanto, na construção de um banco de dados que associe dados espaciais a imagens de satélite, é necessário compatibilizar tipos de dados espaciais diferentes e adquiridos em fontes diversas. Isto não é tarefa trivial, principalmente entre os profissionais não familiarizados com o tratamento de dados de Sensoriamento Remoto Orbital.

Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de orientar a construção de um banco de dados que possibilite associar dados espaciais a imagens de satélite. Como exemplo, adotaremos a construção de um banco de dados para estimação de populações humanas via imagens de satélite (Ortiz e Reis, 2010). Esse banco de dados pode ser utilizado em estudos como os de Harvey (2002a e 2002b), Reis (2005) e Lu et al (2009). É importante ressaltar que, embora a construção do banco de dados seja crucial para a realização de trabalhos como os citados anteriormente, nem sempre essa etapa é descrita de modo apropriado ou com detalhes que permitam a sua reprodução. Dessa forma, este trabalho também tem o objetivo de suprir essa lacuna. No caso da estimação de populações humanas via imagens de satélite, o banco de dados é construído a partir de dados de contagem populacional nas unidades de análise escolhidos (ex., setores censitários) e das imagens do sensor escolhido. A construção desse banco de dados deve ser feita num Sistema de Informações Geográficas (SIG), pois envolve operações com as imagens e a associação dessas aos dados de população.

Para o acompanhamento do texto, assumimos que o leitor tenha alguma familiaridade com o sistema SPRING (Câmara et al., 1996) e seus modelos de dados. Sugere-se, para os iniciantes, a leitura de tutoriais disponíveis no *website*¹ do programa. Esperamos também que o leitor possua alguma experiência com ambiente de programação estatística R (R Development Core Team, 2009).

¹ <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/manuais.html>

CAPÍTULO 2 – APRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS

A construção dos bancos de dados gira todo em torno da interação com ambientes computacionais. *Softwares*, imagens, mapas, dentre outros, são alguns dos materiais utilizados neste trabalho. Leia a seguinte descrição de materiais para dar sequência aos próximos capítulos.

2.1 – Diretório

A par de que serão utilizados diferentes tipos de materiais, a organização deles é um fator importante a considerar.

Assim, sugere-se um “local” para guardar tudo aquilo que for mencionado neste texto. Crie, por exemplo, uma pasta com o nome *Tutorial* na área de trabalho do Windows.



Figura 2.1 – Pasta *Tutorial* na área de trabalho do Windows.

Nota: Os *softwares* a serem utilizados podem não reconhecer arquivos cujos nomes contenham caracteres especiais. Por isso, evite o uso desses ao atribuir nome a um diretório, arquivo, etc.

2.2 – Softwares

O trabalho computacional a ser desenvolvido consiste no uso dos seguintes *softwares*:

2.2.1 – SPRING (Câmara et al., 1996)

SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) é um sistema de informações geográficas (SIG) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a banco de dados espaciais.

É um *software* gratuito e pode ser adquirido na página do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE:

<http://www.dpi.inpe.br/spring/>

A versão utilizada é a 5.1.3 (a mais recente até o momento).



Figura 2.2 – Página do SPRING.

Nota: O sistema SPRING é constituído por três programas: SPRING, IMPIMA e SCARTA. Cada um desses desempenha determinadas funções. Neste trabalho, serão utilizados os programas SPRING e IMPIMA. A citação

SPRING durante o texto refere-se ao programa SPRING (o programa principal).

2.2.1.1 – LEGAL

LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) é uma linguagem de programação do SPRING que permite a realização de análises espaciais através de álgebra de mapas.

Essa linguagem é necessária em certas etapas deste trabalho.

Os programas a serem utilizados já estão prontos e estão disponíveis no APÊNDICE A e no link:

http://www.est.ufmg.br/~ilka/popestim/LEGAL_files.rar

2.2.2 – R (R Development Core Team, 2009)

R é um ambiente e uma linguagem de programação para cálculos, gráficos e análise estatística.

É um *software* gratuito e pode ser adquirido na página do programa:

<http://www.r-project.org/>

A versão utilizada é a 2.10.0 (a mais recente até o momento).

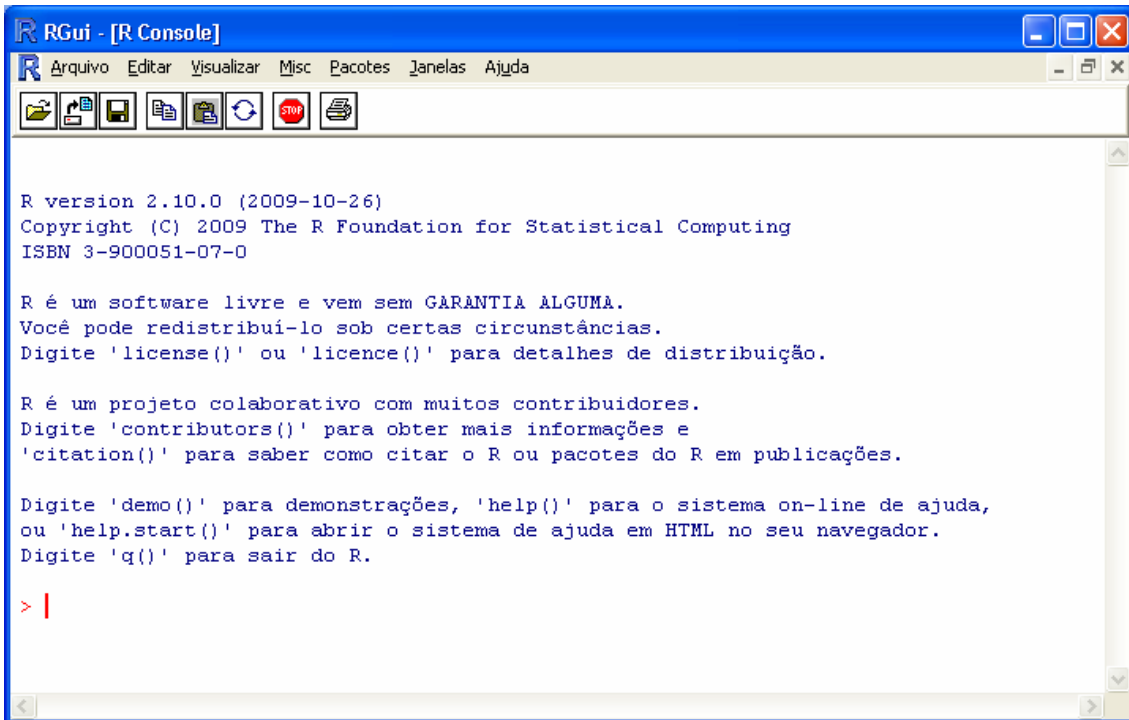


Figura 2.3 – Tela inicial do R.

A programação em R é usada na parte final da construção dos bancos de dados.

Os programas a serem utilizados já estão prontos e estão disponíveis no APÊNDICE B e no link:

http://www.est.ufmg.br/~ilka/popestim/R_files.rar

2.2.3 – 6S (Vermote et al., 1997)

6S (Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum) é um modelo/programa para correção atmosférica de imagens obtidas por sensoriamento remoto.

O programa e suas instruções de uso estão disponíveis no link:

http://www.est.ufmg.br/~ilka/popestim/6s_files.rar

2.2.4 – *GeoConversor* (Ortiz, 2009)

GeoConversor é um programa em linguagem C que converte coordenadas geográficas em graus decimais para o formato grau/minuto/segundo na sintaxe de entrada do SPRING.

Seu desenvolvimento foi motivado pelo esforço dedicado a fazer tais conversões.

O programa e suas instruções de uso estão disponíveis no link:

http://www.est.ufmg.br/~ilka/popestim/GeoConversor_files.rar

2.3 – *Mapa de Setores Censitários*

O mapa de setores censitários é o desenho de uma determinada área geográfica dividida em unidades menores: os setores censitários.

Setor censitário é uma pequena área definida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, que corresponde à unidade básica de coleta de informações censitárias de um determinado município, região.

O mapa digital de setores censitários de Belo Horizonte do ano de 2000, assim como os dados associados a este, podem ser obtidos no link:

http://www.est.ufmg.br/~ilka/popestim/setores_files.rar

As malhas digitais de outros municípios podem ser obtidas no site do IBGE:

ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas/malhas_digitais/setor_urbano_2000/

As contagens populacionais por setor censitário, a partir de 2007, assim como os códigos dos municípios, estão disponíveis no mesmo site, no menu “Download → Estatística”.

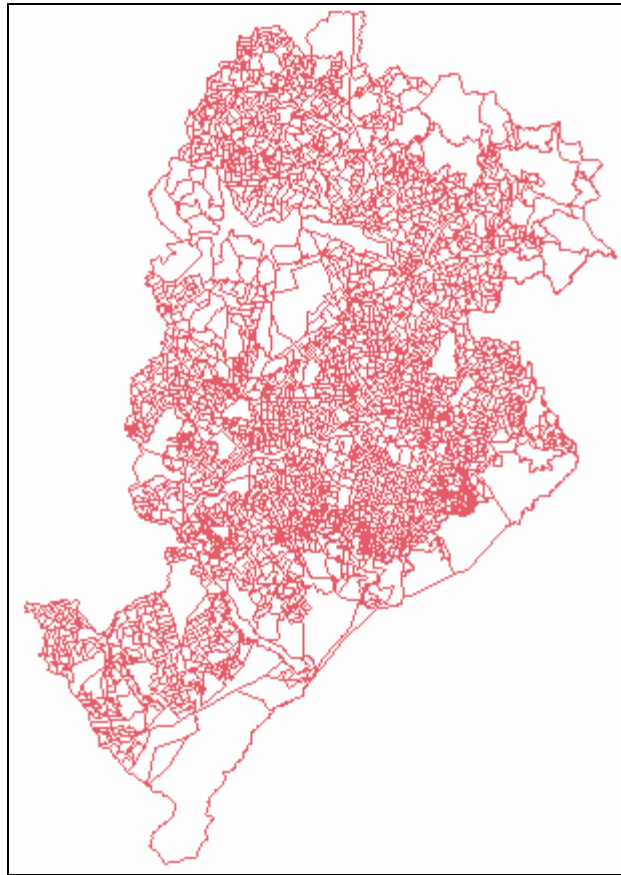


Figura 2.4 – Mapa de Setores Censitários de Belo Horizonte do ano de 2000.

2.4 – Imagens

Neste texto, entende-se por imagens aquelas obtidas por sensores remotos a bordo de satélites orbitais.

Serão trabalhadas as imagens das bandas de 1 a 5 e 7 do sensor Thematic Mapper (TM), a bordo do satélite LANDSAT-5 de 21/07/2006, cena ponto/órbita 218/74, que engloba a cidade de Belo Horizonte.

As imagens assim referidas podem ser obtidas gratuitamente do Catálogo de Imagens do INPE:

<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>



Figura 2.5 – Satélite LANDSAT-5.

Bandas ou canais são regiões do espectro eletromagnético que um sensor é capaz de captar. A figura 2.6 mostra as bandas em que o sensor TM opera.

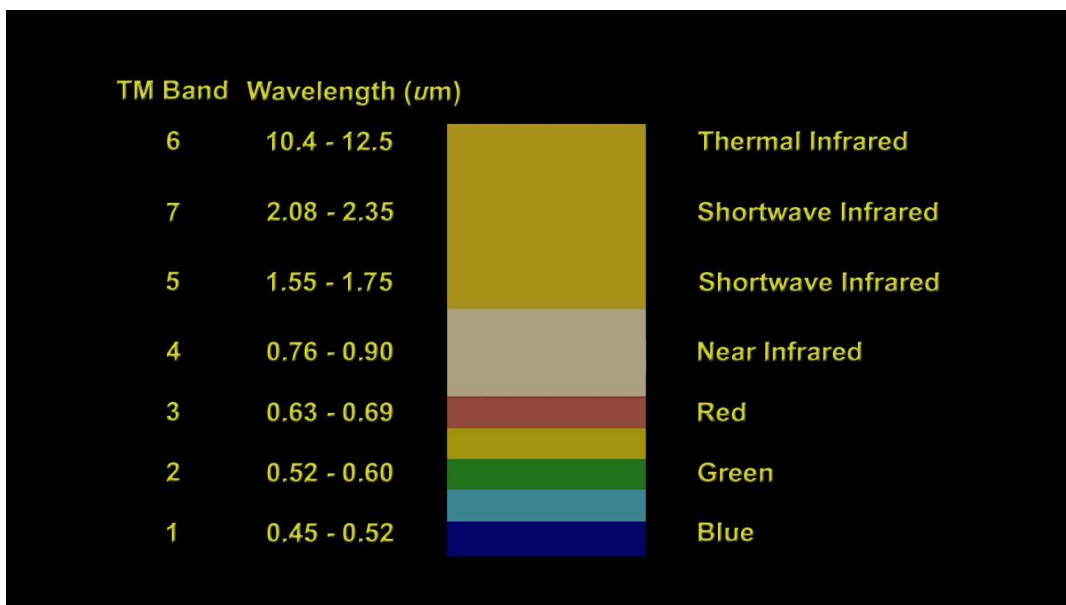


Figura 2.6 – Faixas espectrais de operação do sensor TM a bordo do satélite LANDSAT-5, em μm .

No decorrer do texto, será necessário consultar algumas informações das imagens então obtidas. Por isso, desde já, recomenda-se a aquisição dessas.

Para começar, na janela “Cadastro de Cenas” (figura 2.7), copie os dados localizados ao lado esquerdo da cena e salve-os como arquivo texto.

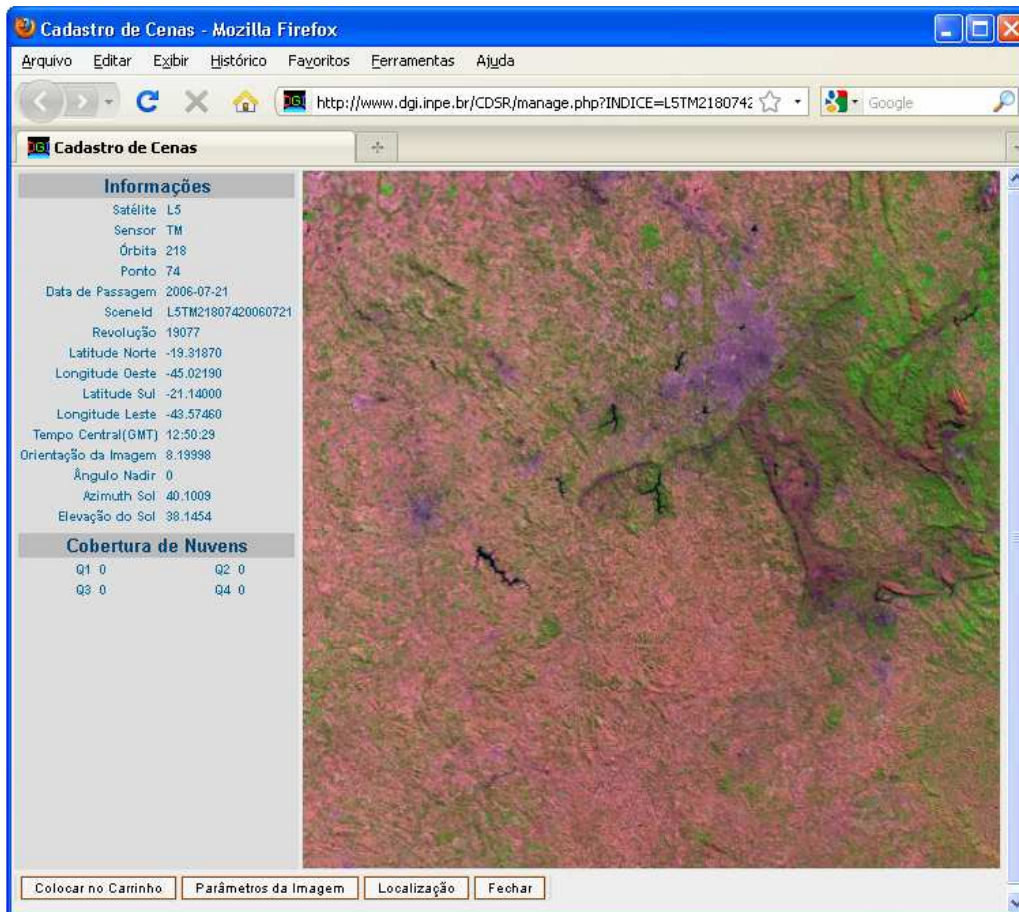


Figura 2.7 – Janela “Cadastro de Cenas” do Catalogo de Imagens do INPE para a cena ponto/órbita 218/74 feita pelo sensor/satélite TM/LANDSAT-5 datado de 21/07/2006.

Na figura 2.8, por exemplo, os dados foram salvos como o arquivo texto “informacoes_imagem.txt”. Como visto na seção 2.1, todo arquivo mencionados neste trabalho devem estar na pasta *Tutorial* para facilitar, posteriormente, seu acesso.

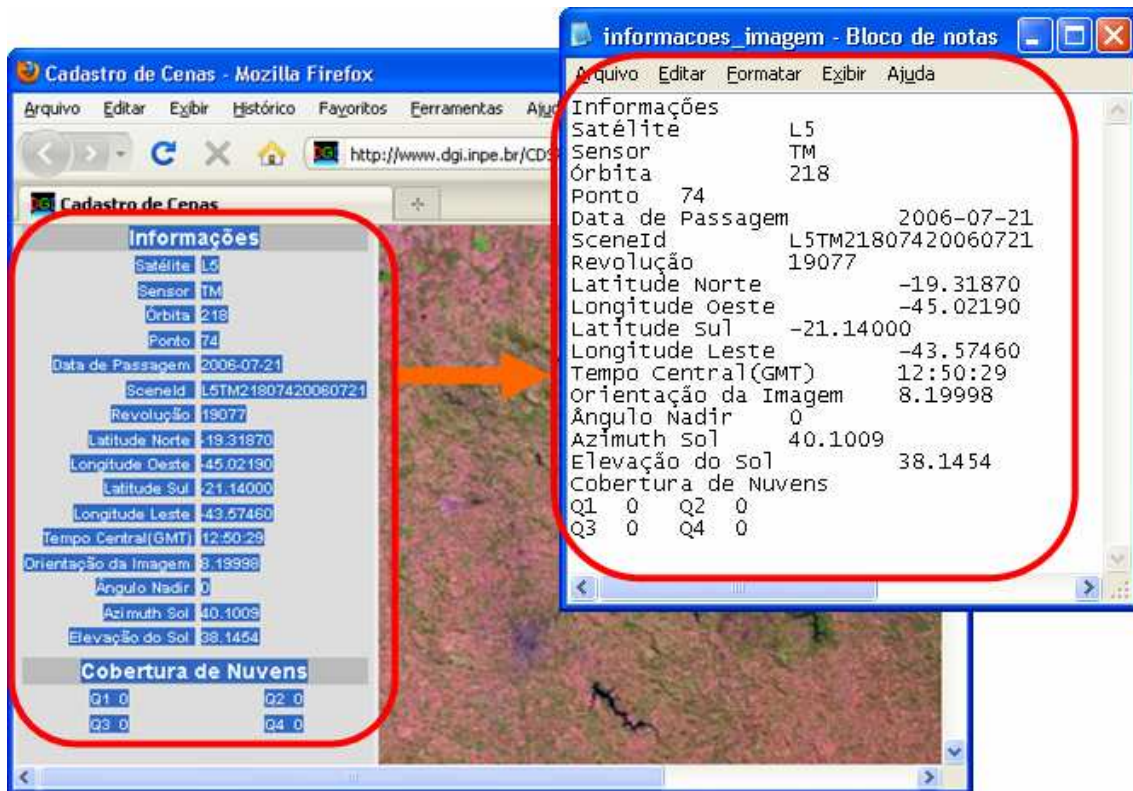


Figura 2.8 – Copiando os dados da janela “Cadastro de Cenas” no arquivo “informacoes_imagem.txt”.

Continue com o arquivo “informacoes_imagem.txt” aberto, pois ainda resta outra informação a ser salva. A aquisição desta pode ser facilitada dependendo do navegador utilizado como, por exemplo, o Mozilla Firefox.

Assim, com esse navegador, clique em “Localização” ao final da página “Cadastro de Cenas” (figura 2.7).

Será aberta a janela “INPE/OBT - catalogo”. Nesta, siga as próximas instruções orientando-se pela figura 2.9:

1. Clique com o botão direito do mouse na estrela vermelha indicada;
2. No menu aberto, clique em “Propriedades do elemento”;
3. Na janela “Propriedades do elemento”, copie as informações do campo “Descrição”;
4. Cole essas informações no arquivo “informacoes_imagem.txt” e, finalmente, salve-as.

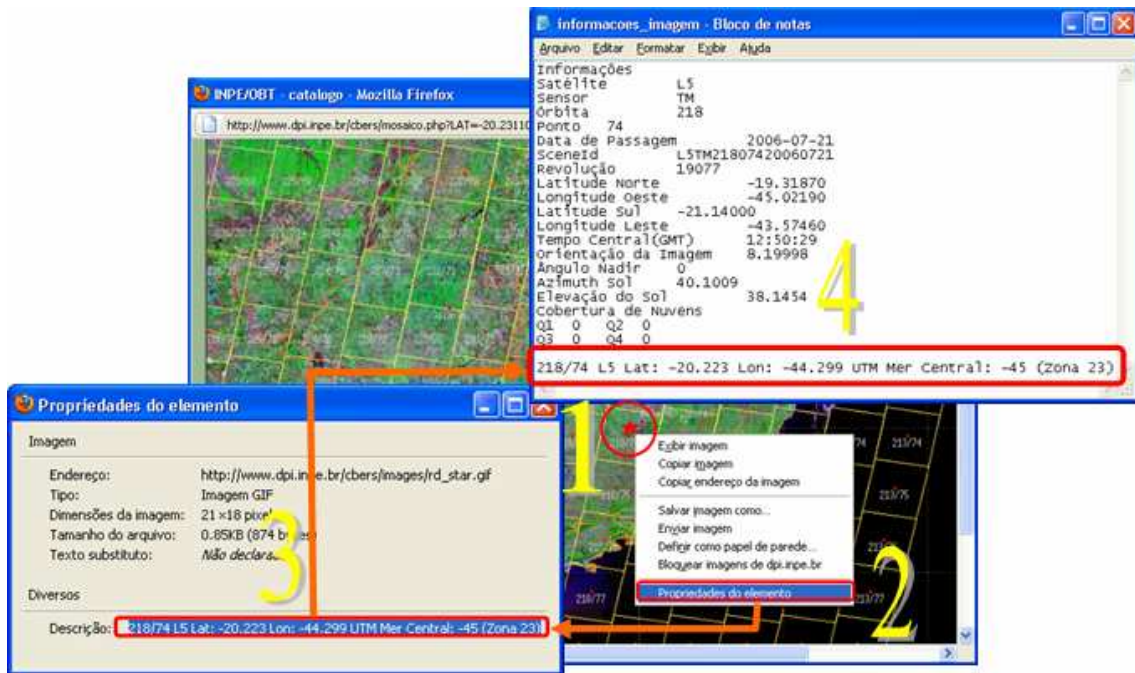


Figura 2.9 – Salvando dados da janela “Propriedades do elemento” no arquivo “informacoes_imagem.txt”.

Utilizando outro navegador, como o Internet Explorer, será preciso digitar as informações do campo “Descrição” no arquivo “informacoes_imagem.txt”.

2.5 – Conteúdo da Pasta Tutorial

A seguir, uma descrição dos arquivos necessários na pasta *Tutorial*:

Nome	Extensão	Descrição
TMGERAL_ND_Aparente_2006	.ALG	Contém programa em LEGAL para transformar imagens em nível digital (ND) para imagens de reflectância aparente.
Roda1	.BAT	Arquivos relacionados à transformação de imagens de reflectância aparente em imagens de reflectância de superfície.
Parâmetros	.TXT	
Parâmetros	.INP	
6S_ATMS_CORR	.EXE	
6S_atms_Corr	.FOR	
Dicas_TM_ETM	.PDF	
SC_2000_pol	.DBF	Arquivos que contém os atributos e a malha digital dos setores censitários.
SC_2000_pol	.SHP	
SC_2000_pol	.SHX	
espacializa_ID	.ALG	Arquivos que contém programas em LEGAL para espacializar atributos do mapa de setores censitários.
espacializa_POP	.ALG	
espacializa_TSETOR	.ALG	
Tematico_para_Numerico	.ALG	
Setores_area_urbana	.ALG	Programas utilizados para o cálculo de estatísticas zonais.
Setores_razoes_TM	.ALG	
Setores_Reflect_Media	.ALG	
comandos_banco_pixels	.R	Comandos para montagem do banco de pixels.
comandos_banco_setores	.R	Comandos para montagem do banco de setores.
GeoConversor	.EXE	Arquivos relacionados ao programa <i>GeoConversor</i> utilizado para conversão de graus decimais em graus min_seg.
graus_decimais	.TXT	
instrucoes_GeoConversor	.PDF	
LANDSAT_5_TM_20060721_218_074_L2_BAND (1 a 5 e 7)	.TIF e .XML	Arquivos de imagem LANDSAT.

Quadro 2.1 – Arquivos da pasta *Tutorial*.

CAPÍTULO 3 – O AMBIENTE SPRING

Qualquer tipo de trabalho desenvolvido no SPRING tem uma estrutura básica composta por: banco de dados, projeto e modelo de dados.

Este capítulo explica como preparar o SPRING para o trabalho proposto e, similarmemente, serve também para outros diversos trabalhos que envolvam o programa.

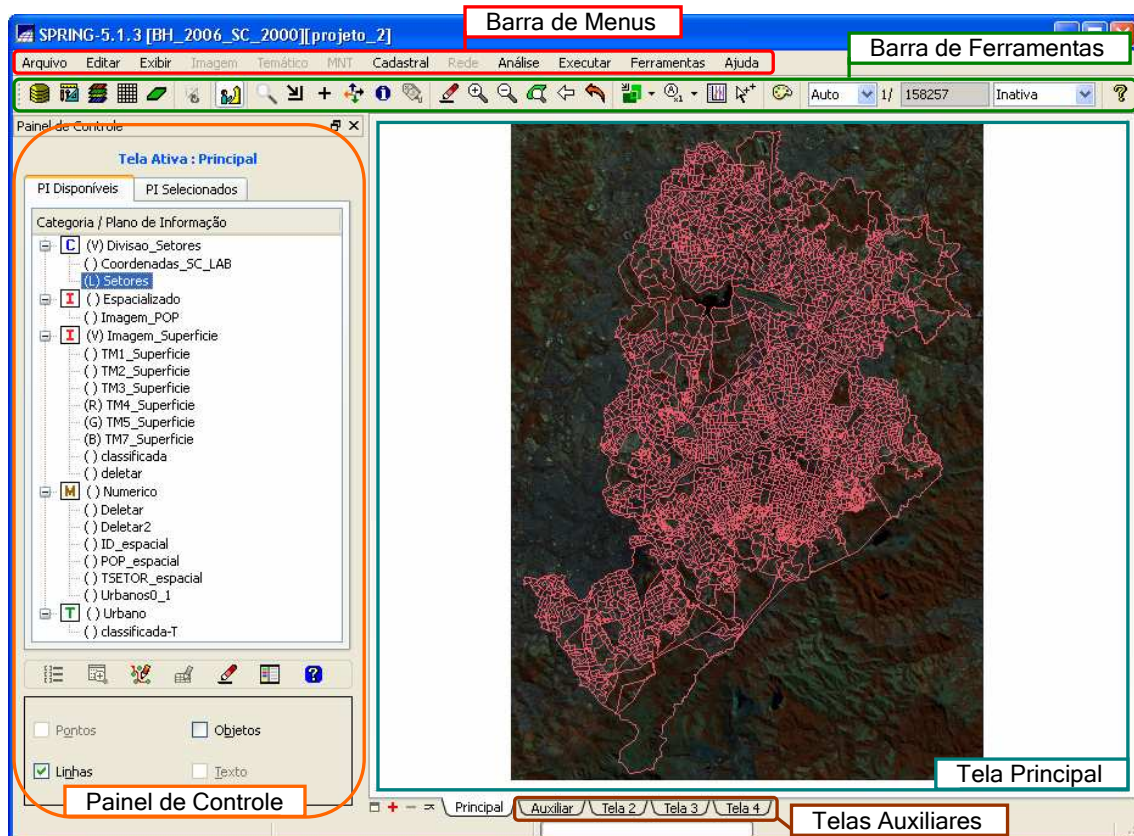



Figura 3.1 – Janela Principal do SPRING.

3.1 – Criar Banco de Dados

Um banco de dados no SPRING corresponde fisicamente a um diretório onde serão armazenados tanto os projetos pertencentes ao banco quanto as definições dos modelos de dados.

Ao usar o SPRING pela primeira vez, será aberta a janela Banco de Dados. Caso esta não tenha aparecido,

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Banco de Dados*: 

Janela Banco de Dados

Diretório: Escolha o diretório da pasta *Tutorial*.

Nome: Dê um nome ao banco (por exemplo, "BH_2006_SC_2000").

Gerenciador: Escolha o gerenciador *DBase*.

Clique em  → 

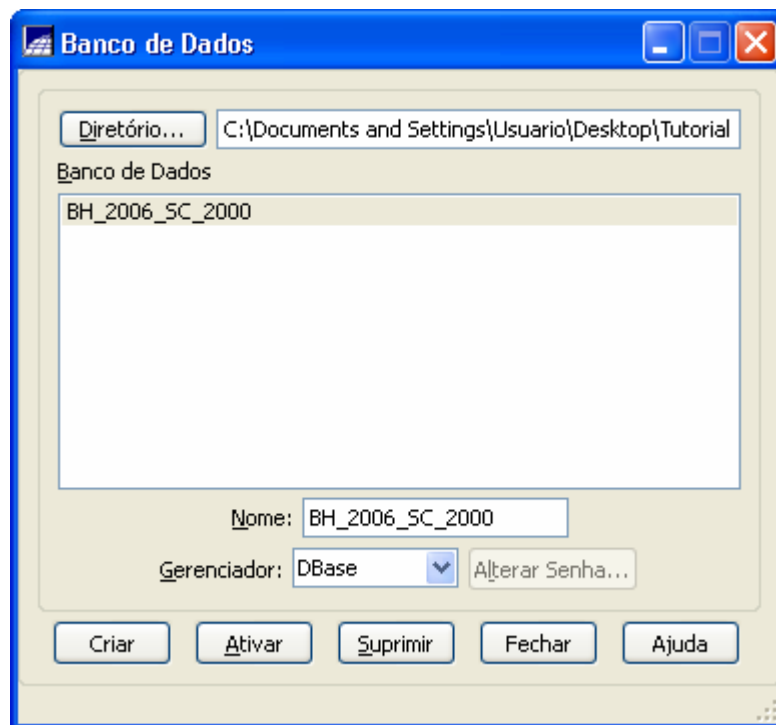


Figura 3.2 – Janela Banco de Dados.

3.2 – Criar Projeto

Um projeto define a área geográfica de trabalho segundo certa projeção cartográfica e corresponde fisicamente a um subdiretório abaixo do diretório do banco de dados ao qual pertence.

Para manter certa organização do trabalho, deverão ser criados dois projetos com mesma projeção e coordenadas de retângulo envolvente.

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Projeto*: 

Janela Projetos

Nome: Dê um nome ao projeto (por exemplo, "projeto_1" para o primeiro).

Clique em

Janela Projeções

Sistemas: Selecione *UTM*.

Modelos da Terra: Selecione *Datum -> SAD69*.

Zona: 23

Long: este campo é preenchido automaticamente ao clicar com o botão esquerdo sobre ele.

Clique em

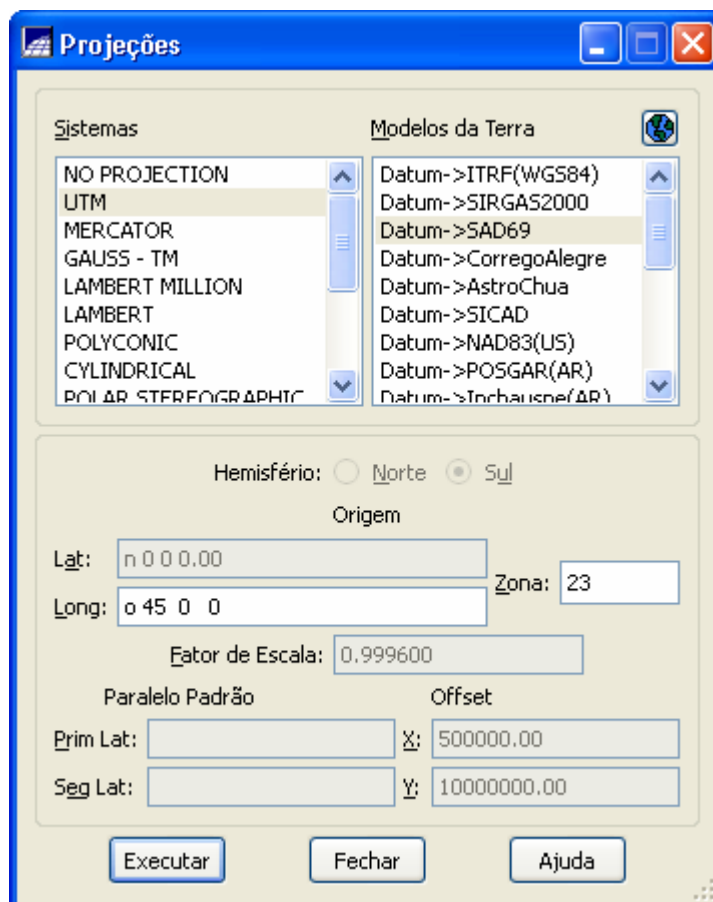


Figura 3.3 – Janela Projeções.

Janela Projetos

Coordenadas: Marque *Geográficas*.

Nos campos "Long1", "Lat1", "Long2" e "Lat2" é preciso entrar com as coordenadas da cena adquirida do *Catálogo de Imagens do INPE*. Tais podem ser acessadas do arquivo "informacoes_imagem.txt", este criado na seção 2.4 do capítulo 2. No entanto, as coordenadas estão em graus decimais e precisam antes ser convertidas para o formato grau/minuto/segundo que o SPRING reconhece. Utilize, por exemplo, o programa *GeoConversor*² para fazer essa conversão e copie as coordenadas obtidas para seus respectivos campos.

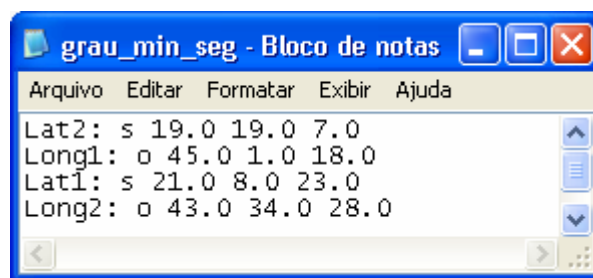


Figura 3.4 – Saída do programa *GeoConversor*.

Clique em

Para criar o segundo projeto, basta fornecer o nome, por exemplo, "projeto_2", no campo **Nome**.

Clique em →

² Consulte o arquivo "instrucoes_GeoConversor.pdf" para instruções de como utilizar o programa *GeoConversor*.

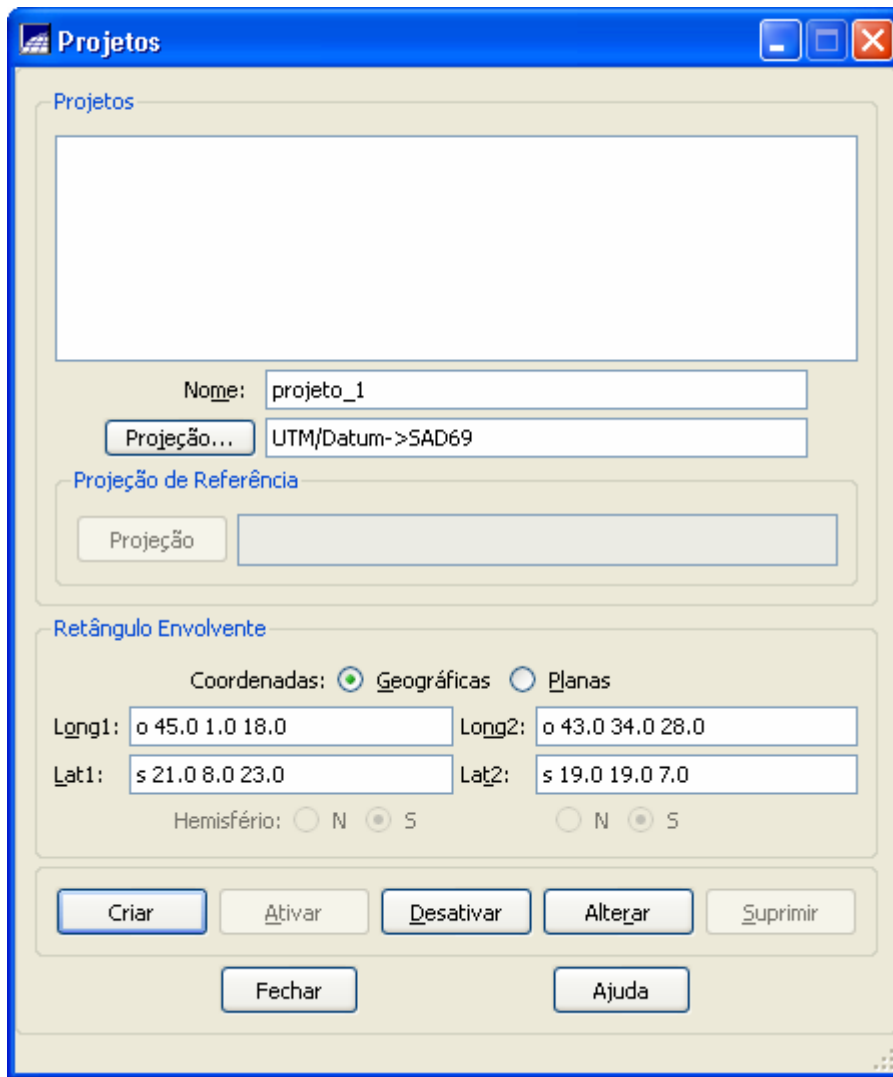



Figura 3.5 – Janela Projetos.








3.3 – Definir Modelo de Dados

Todo dado a ser trabalhado no SPRING precisa ser definido segundo uma categoria de modelo de dados.

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Modelo de dados*: 

Janela Modelo de Dados / Aba Categorias

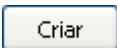
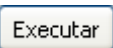
Siga os próximos passos para criar as seguintes categorias segundo seus respectivos modelos de dados:

Nome da Categoria	Modelo de Dados
Imagem_ND	 Imagem
Imagem_Aparente	 Imagem
Imagem_Superficie	 Imagem
Espacializado	 Imagem
Divisao_Setores	 Cadastral
Numerico	 MNT
Urbano	 Temático

Quadro 3.1 – Nome das categorias e o respectivo modelo de dados do banco “BH_2006_SC_2000”.

Nome: Dê o nome à categoria.

Modelos de Dados: Escolha o tipo de modelo da categoria.

Clique em  → 

Ao terminar de criar todas as categorias, continue com a janela Modelo de Dados aberta.

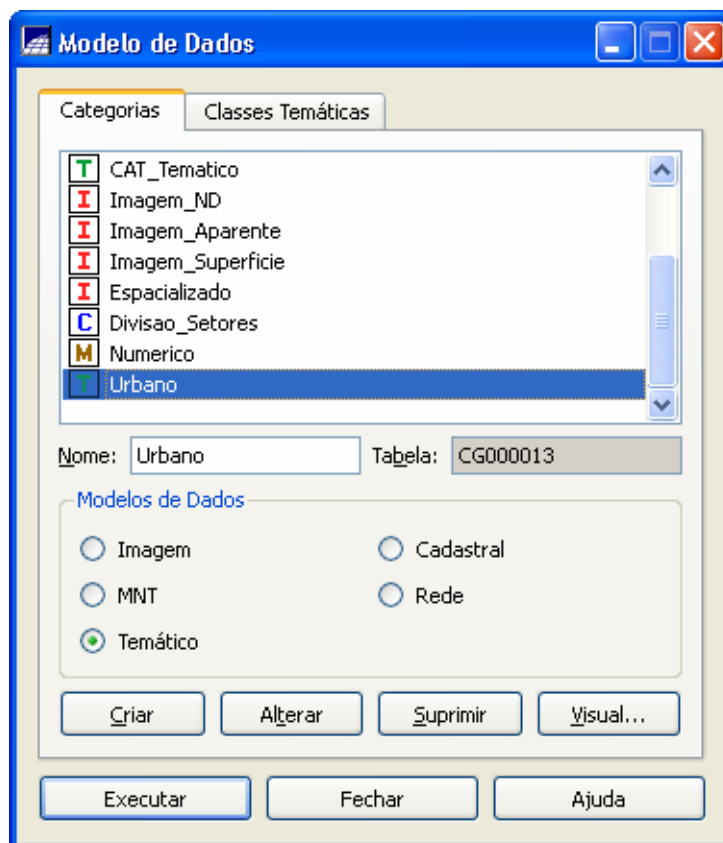


Figura 3.6 – Janela Modelo de Dados / Aba Categorias.

Para a categoria temática “Urbano”, é preciso criar ainda classes temáticas. Assim, selecione essa categoria e clique na aba .

Janela Modelo de Dados / Aba Classes Temáticas

Deverão ser criadas duas classes temáticas.

Nome: Dê um nome à classe (nomes sugeridos: “Urbano” e “Nao_Urbano”).

Clique em → →

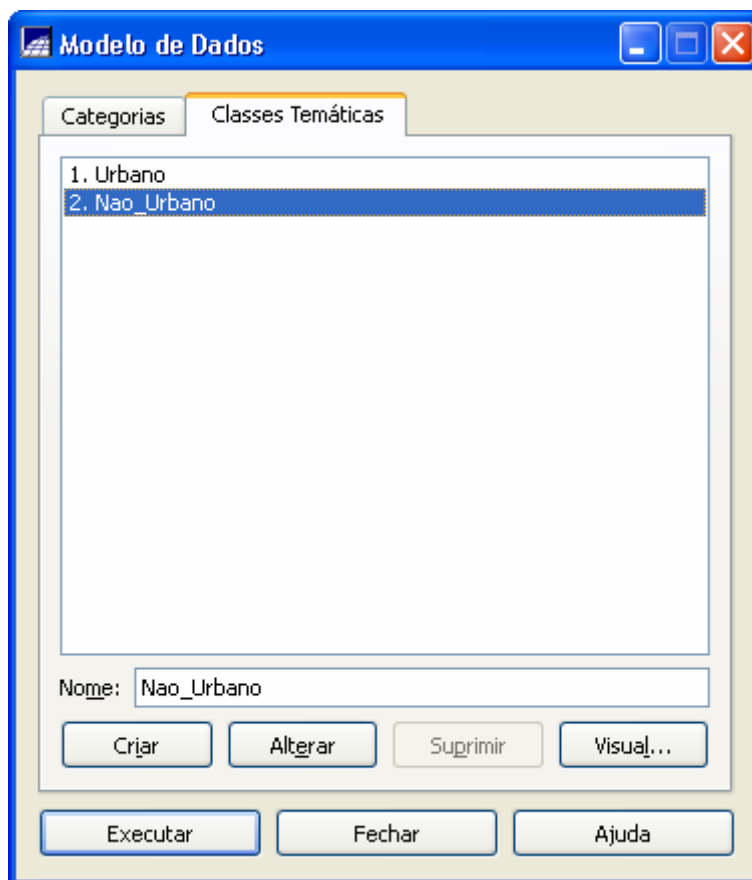


Figura 3.8 – Janela Modelo de Dados / Aba Classes Temáticas.

Janela Visuais de Apresentação Gráfica / Aba Áreas

Escolha uma cor que irá representar a classe.

Clique em →



Figura 3.7 – Janela Visuais de Apresentação Gráfica / Aba Áreas.

Janela Modelo de Dados / Aba Classes Temáticas

Criadas as duas classes, clique em .

CAPÍTULO 4 – IMPORTAÇÃO DE DADOS

No capítulo anterior, foram introduzidos os componentes básicos para iniciar um trabalho no SPRING. Agora, o próximo passo é trazer para esse ambiente os dados a serem utilizados como imagens, mapa de setores e a tabela de atributos censitários.

Para reduzir o esforço computacional no processamento de dados (sobretudo de imagens), o tamanho dos projetos deverá ser adequado à área em estudo, o que é feito no ato de importação.

O procedimento para importar qualquer tipo de arquivo no SPRING é similar para os diferentes formatos suportados. Assim, a importação de imagens e do mapa cadastral foi agrupada numa mesma sequência de instruções vistas nas seções 4.1 à 4.4. Por fim, na seção 4.5, é explicado como importar a tabela de atributos censitários.

4.1 – Importar Imagens (Parte 1) e Mapa Cadastral

Nos procedimentos das seções 4.1 à 4.4, as imagens deverão ser trabalhadas no “projeto_1” e o mapa cadastral no “projeto_2”. Por isso, siga os próximos passos em um dos projetos por vez.

Na Barra de Menus clique em



Janela Importação / Aba Dados

Clique em 

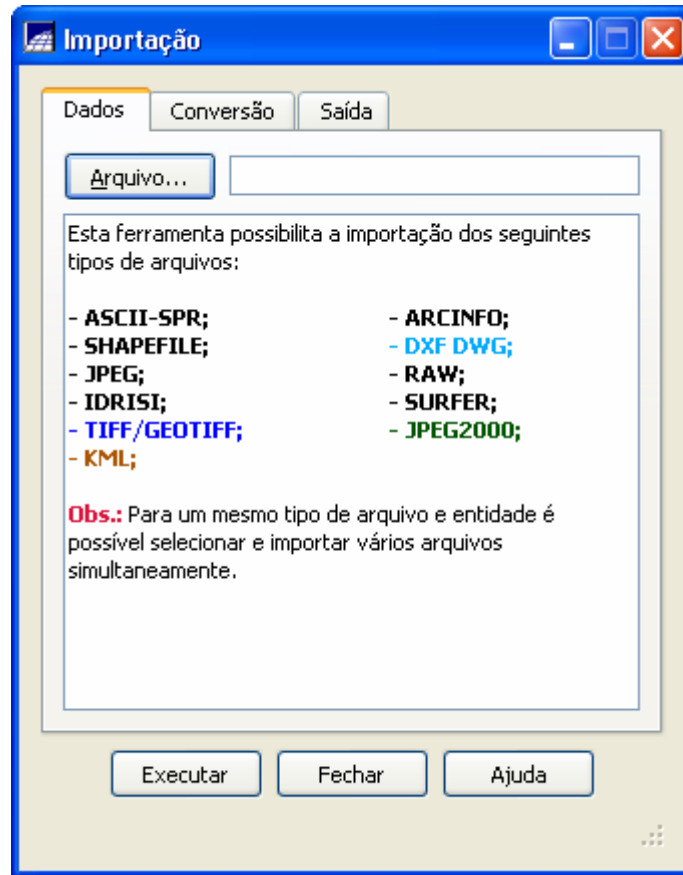


Figura 4.1 – Janela Importação.

Janela Dialogo

Olhar em: Selecione o diretório da pasta *Tutorial* (caso não esteja ativo).

projeto_1	projeto_2
<p>Ficheiros do tipo: Selecione "TIFF/GEOTIFF (*.tif *.tiff)".</p> <p>Aparecerá uma lista de imagens das bandas de 1 a 5 e 7.</p> <p>A fim de facilitar o passo da próxima seção, selecione o arquivo correspondente à banda 7: "LANDSAT_5_TM_20060721_218_074_L2_BAND7.tif".</p>	<p>Ficheiros do tipo: Selecione "Shapefile (*.shp)".</p> <p>Selecione o arquivo "SC_2000_pol.shp".</p>

Clique em

Janela Importação / Aba Dados

projeto_1	projeto_2
Deixar do jeito que está.	Unid: m Escala: 1/ 60000

Clique na aba .

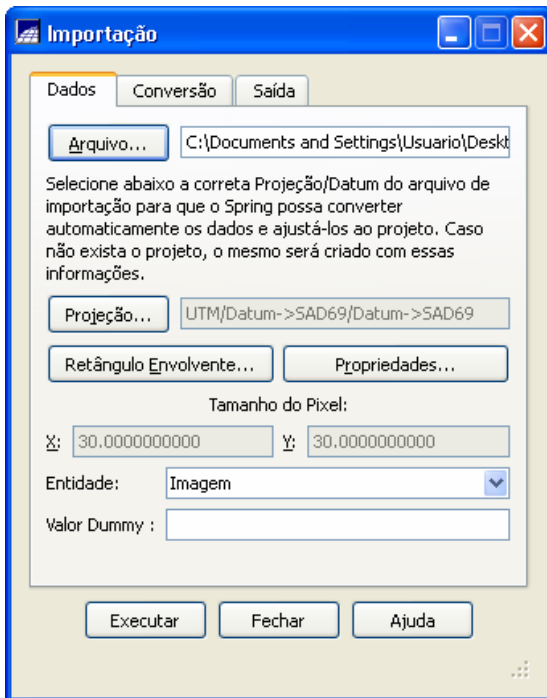


Figura 4.2 – Janela Dialogo / Aba Dados (projeto_1).

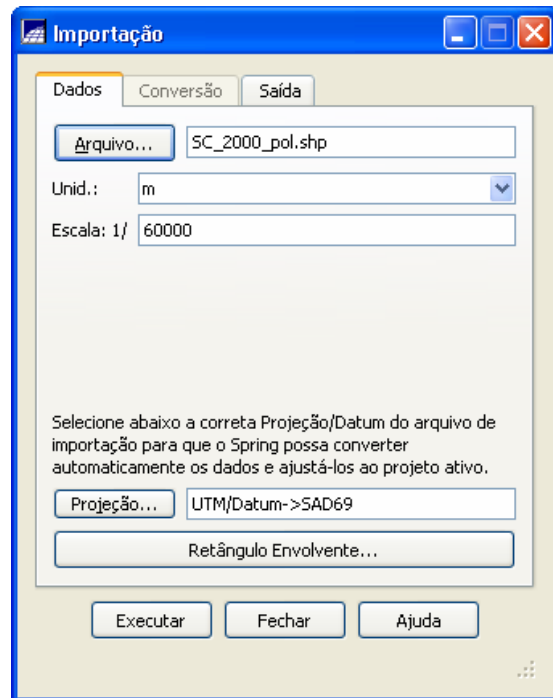


Figura 4.3 – Janela Dialogo / Aba Dados (projeto_2).

Janela Importação / Aba Saída

Clique em .

Janela Lista de Categorias

projeto_1	projeto_2
Selecione a categoria "Imagem_ND".	Selecione a categoria "Divisao_Setores".

Clique em .



Figura 4.4 – Janela Lista de Categorias (projeto_1).

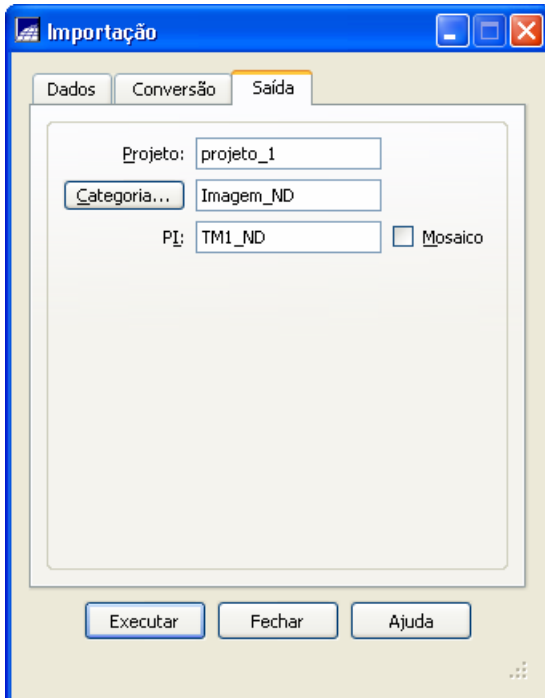


Figura 4.5 – Janela Lista de Categorias (projeto_2).

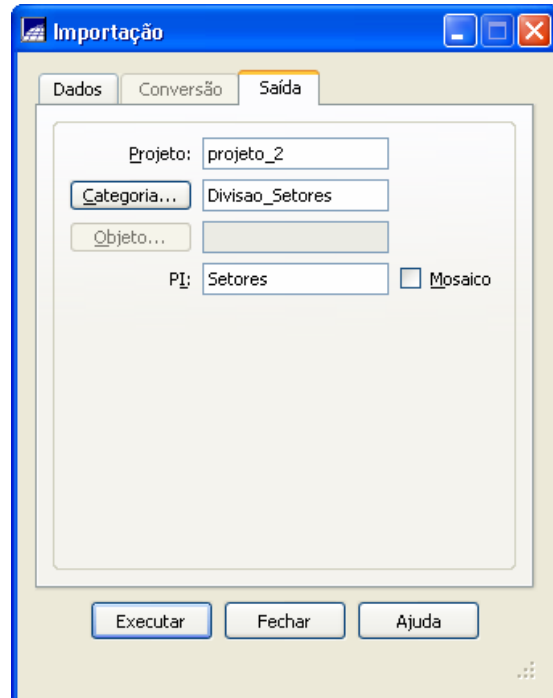
Janela Importação / Aba Saída

projeto_1	projeto_2
PI: "TM7_ND" (nome sugerido).	PI: "Setores" (nome sugerido).

Clique em 



Janela 4.6 – Janela Importação / Aba Saída (projeto_1).



Janela 4.7 – Janela Importação / Aba Saída (projeto_2).

No "projeto_2" clique em para as mensagens das figuras 4.8 e 4.9, e para a mensagem da figura 4.10.

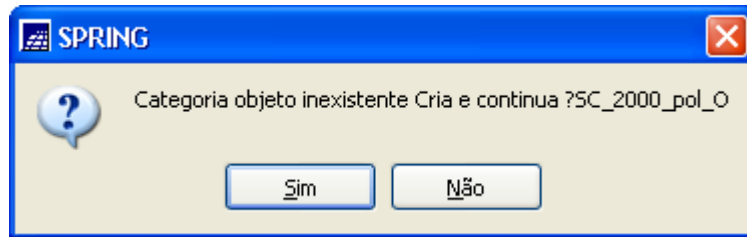


Figura 4.8 – Primeira mensagem ao importar arquivo o "SC_2000_pol.shp" (projeto_2).

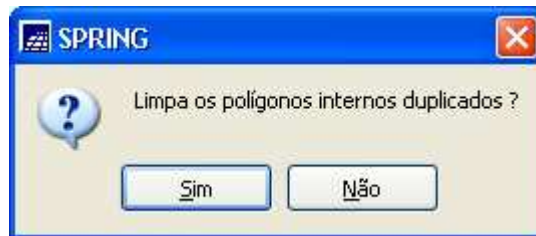


Figura 4.9 – Segunda mensagem ao importar arquivo "SC_2000_pol.shp" (projeto_2).

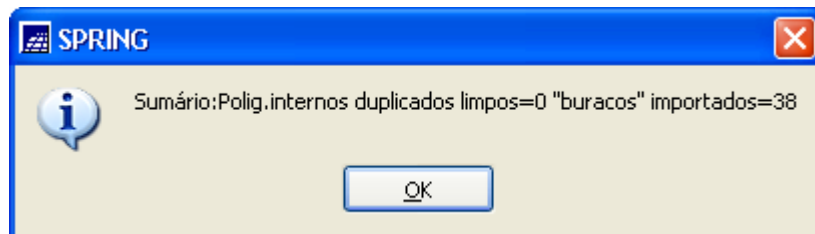


Figura 4.10 – Mensagem após importar arquivo "SC_2000_pol.shp" (projeto_2).

projeto_1	projeto_2
No Painel de Controle será criado o plano de informação "TM7_ND".	No Painel de Controle será criado o plano de informação "Setores".

Clique em

Janela Principal do SPRING

projeto_1	projeto_2
<p>Para desenhar a imagem importada na tela principal, selecione o plano de informação "TM7_ND" no Painel de Controle e, logo abaixo, marque M (canal monocromático).</p>	<p>Para desenhar o mapa cadastral importado na tela principal, selecione o plano de informação "Setores" no Painel de Controle e, logo abaixo, marque L (Linhas).</p>

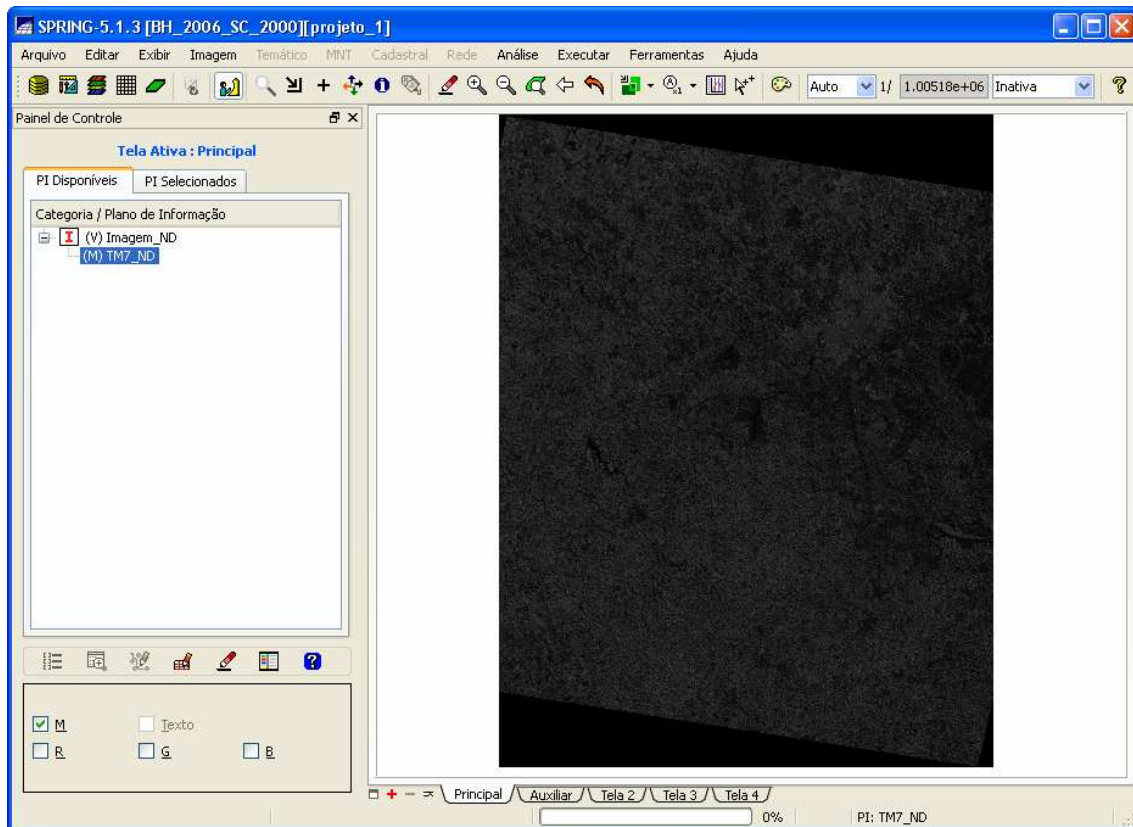


Figura 4.11 – Tela Principal do SPRING com a imagem da banda 7 no canal monocromático (projeto_1).

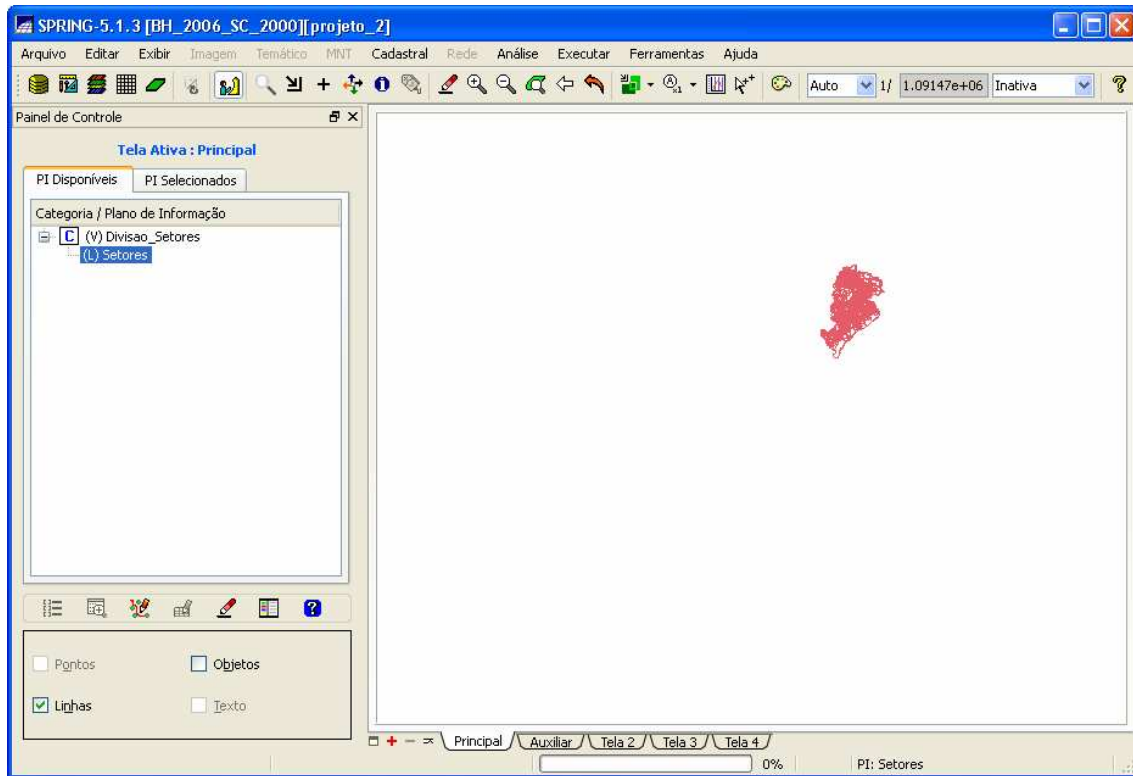



Figura 4.12 – Tela Principal do SPRING com o mapa cadastral de Belo Horizonte (projeto_2).

4.2 – Recortar Plano de Informação

Será recortado somente o plano de informação (**PI**) que contém o mapa cadastral no “projeto_2”. No caso da imagem, o procedimento é utilizado de forma similar só para obter novas coordenadas para o “projeto_1”.

Na imagem LANDSAT, a identificação do município de Belo Horizonte, a área de interesse, fica mais evidente nas bandas que operam na faixa espectral do infravermelho médio, esta em que o asfalto e outras feições urbanas refletem mais energia. Por isso, recomendou-se na seção anterior, a importação da imagem da banda 7, ainda que também poderia ter sido a imagem da banda 5.

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Plano de Informação*: 

Janela Planos de Informação

projeto_1	projeto_2
Categorias: Selecione a categoria "Imagem_Superficie".	Categorias: Selecione a categoria "Divisao_Setores".

Clique em Retângulo Envolvente...

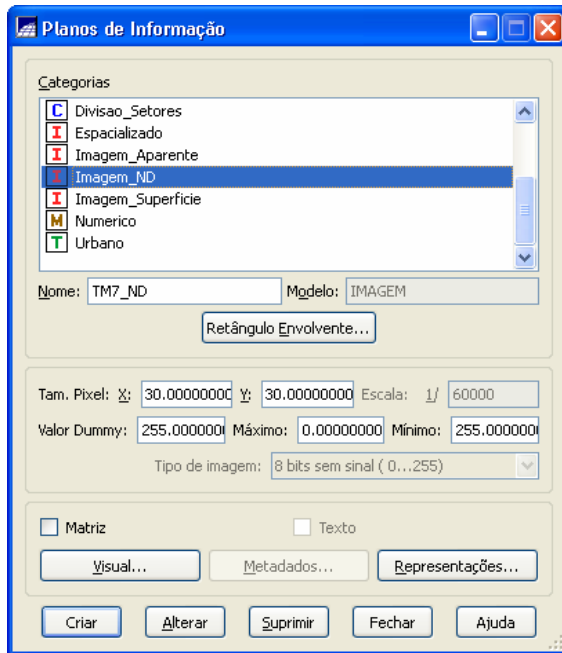


Figura 4.13 – Janela Planos de Informação (projeto_1).

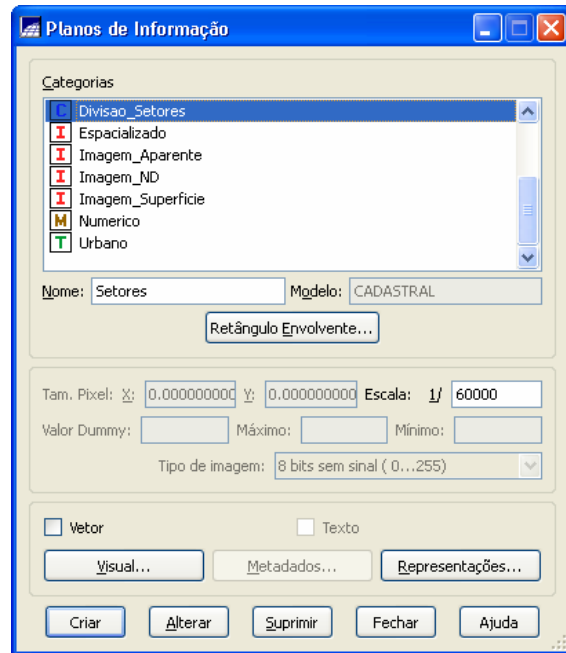


Figura 4.14 – Janela Planos de Informação (projeto_2).

Janela Retângulo Envolvente

Cursor: Marcar *Sim*.

Coordenadas: Marcar *Planas*.

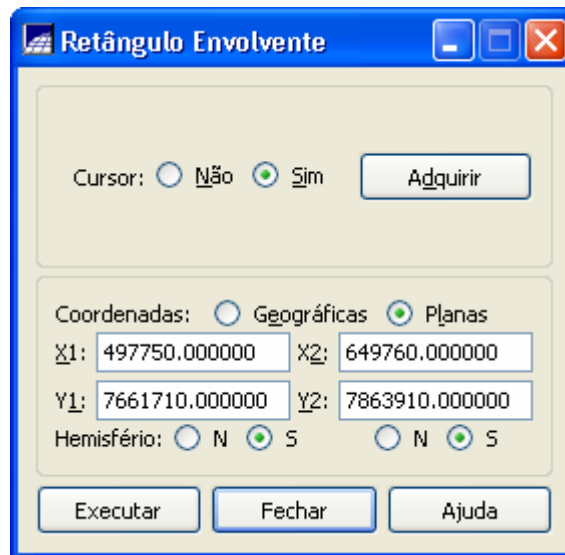









Figura 4.15 – Janela Retângulo Envolvente.

Janela Principal do SPRING

Com o cursor  clique uma vez com o botão esquerdo do mouse na imagem/mapa para começar (e terminar) o desenho de um retângulo que compreenda suficientemente a região em estudo. Para desenhar um novo retângulo, clique na imagem com o botão direito do mouse e com o esquerdo clique no botão  (*Cursor de Área*) da Barra de Ferramentas ou na opção  da janela Retângulo Envolvente.

Nota1: Utilize os recursos de zoom da Barra de Ferramentas:  (*Cursor de Zoom*),  (*Zoom In*) e  (*Zoom Out*), além do  (*Cursor de Vôo*) para acomodar uma tela que facilite o desenho do retângulo envolvente.

Nota2: Para identificar uma determinada área numa cena, oriente-se por alguma imagem ou mapa específico da região. Uma sugestão é utilizar o *Google Maps* (<http://maps.google.com.br/>) para auxiliar nesse reconhecimento.

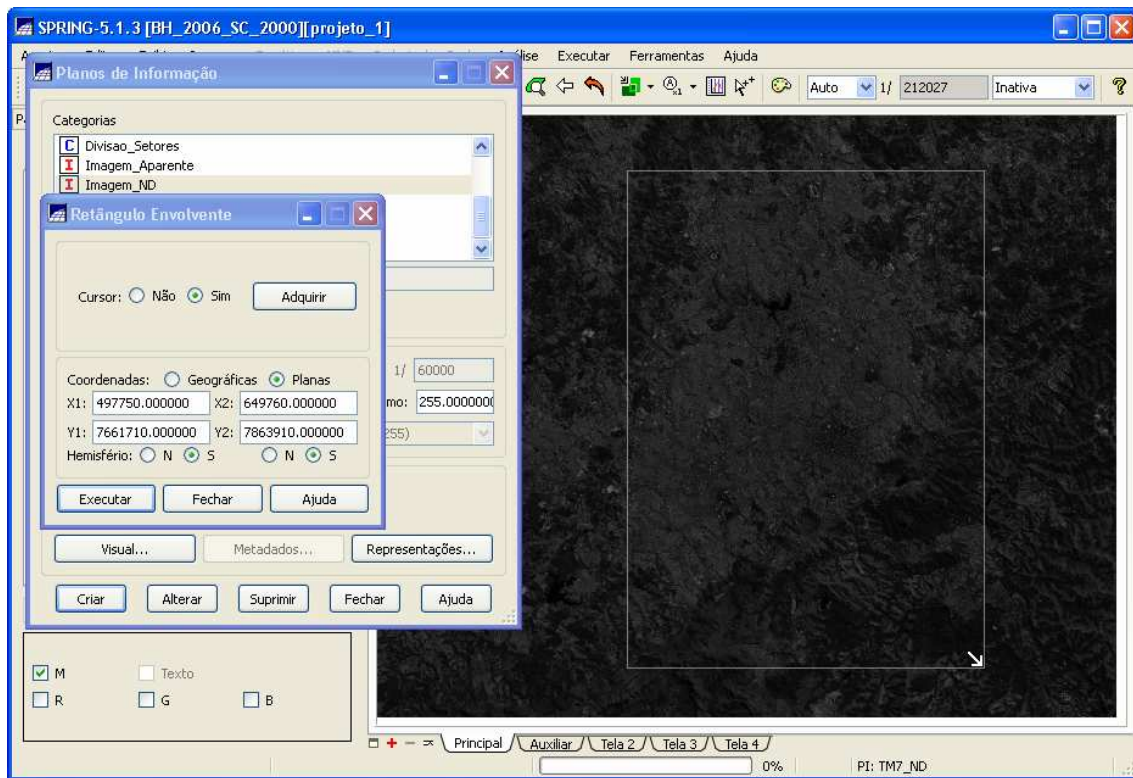


Figura 4.16 – Desenhando um retângulo envolvente na imagem do plano de informação “TM7_ND” (projeto_1).

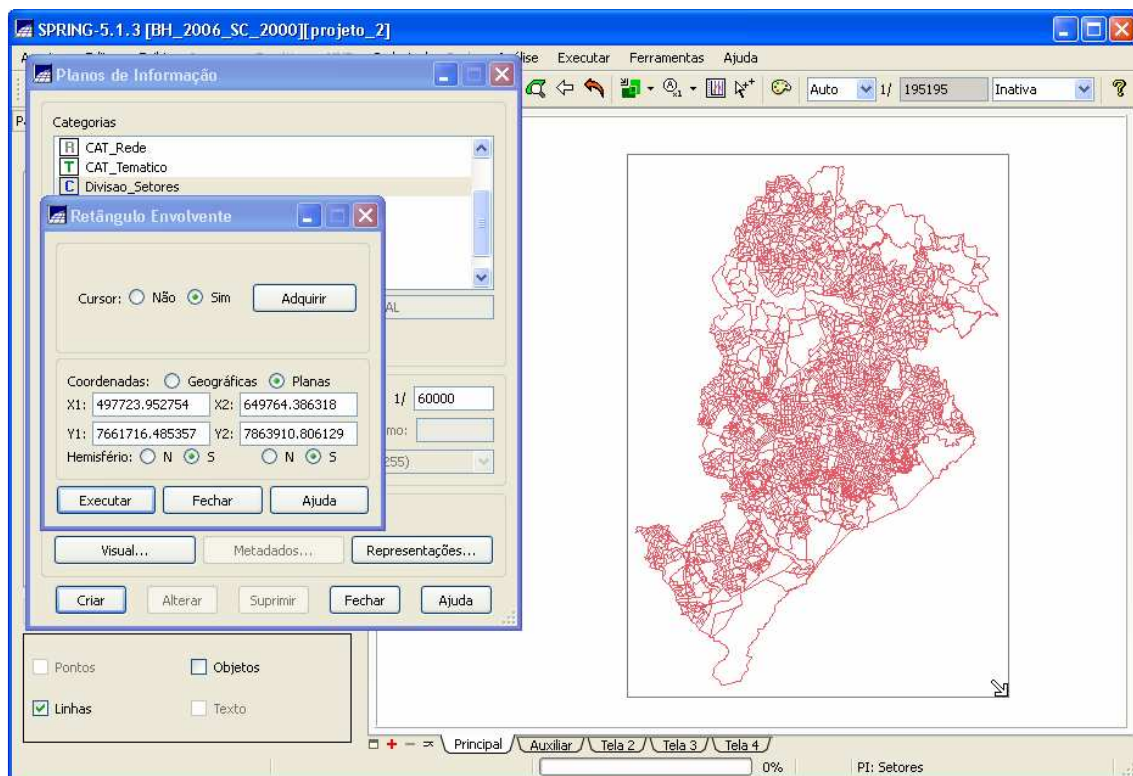


Figura 4.17 – Desenhando um retângulo envolvente no mapa cadastral do plano de informação “Setores” (projeto_2).

Janela Retângulo Envolvente

Clique em

Serão retornadas as coordenadas do retângulo desenhado. Copie estas em um editor de texto, pois elas serão usadas para alterar o tamanho do respectivo projeto.

projeto_1	projeto_2
Clique em <input type="button" value="Fechar"/>	Clique em <input type="button" value="Executar"/>

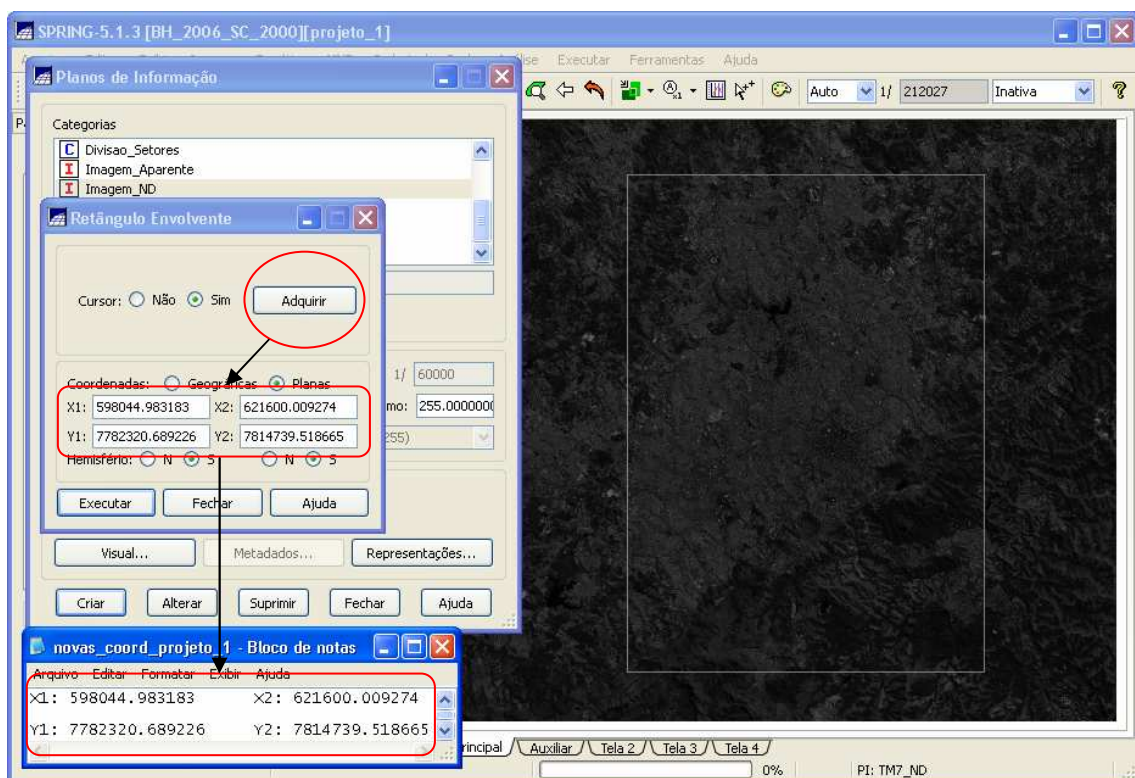


Figura 4.18 – Obtendo coordenadas de retângulo envolvente do plano de informação “TM7_ND” (projeto_1).

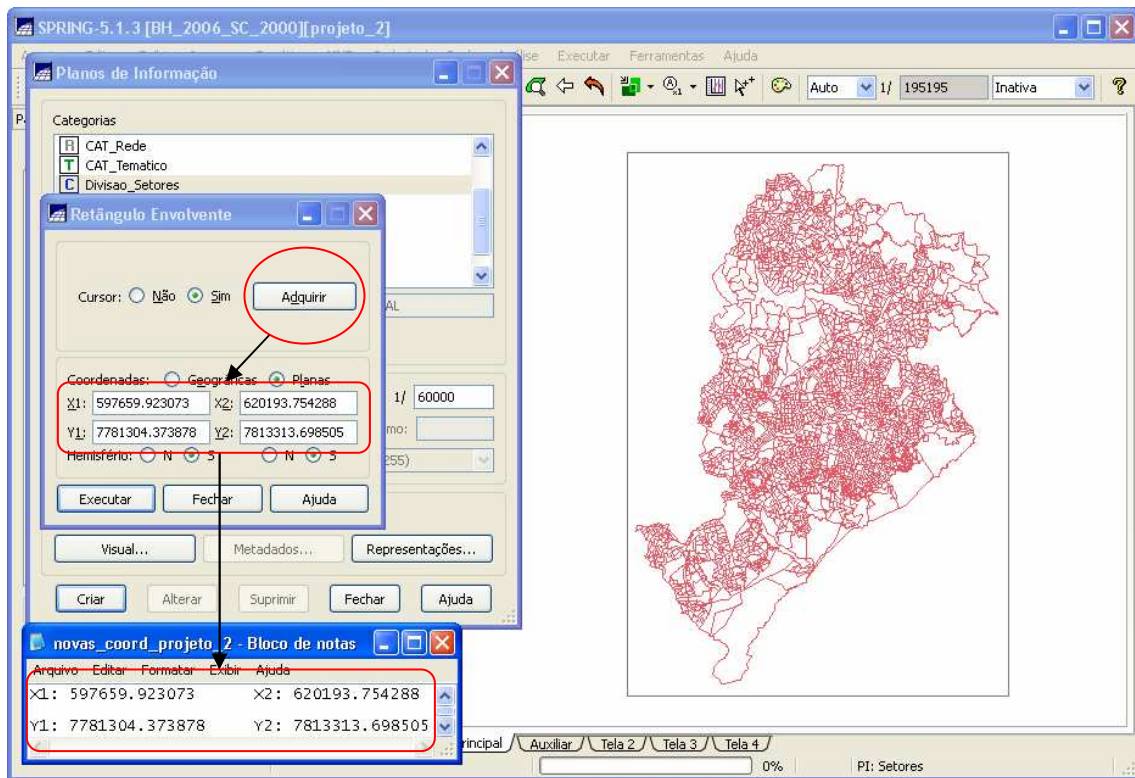


Figura 4.19 – Obtendo coordenadas de retângulo envolvente do plano de informação “Setores” (projeto_2).

Nas figuras 4.18 e 4.19, por exemplo, foram obtidas as coordenadas planas dos seguintes retângulos envolventes:

Coordenadas de Retângulo Envolvente	
X1: 598088.055867	X2: 621370.913257
Y1: 7782093.944680	Y2: 7814573.494480

Quadro 4.1 – Coordenadas de retângulo envolvente obtidas no “projeto_1”.

Coordenadas de Retângulo Envolvente	
X1: 597612.816337	X2: 621611.098615
Y1: 7781347.898783	Y2: 7813278.001170

Quadro 4.2 – Coordenadas de retângulo envolvente obtidas no “projeto_2”.


Janela Planos de Informação

projeto_1	projeto_2
Clique em <input type="button" value="Fechar"/>	Clique em <input type="button" value="Alterar"/> → <input type="button" value="Fechar"/>

4.3 – Editar tamanho dos projetos

As coordenadas obtidas na seção anterior precisam agora ser aplicadas aos seus respectivos projetos.

projeto_1	projeto_2
<p>Primeiro é preciso suprimir o PI que contém a imagem importada na seção 4.1 (as dimensões desse são maiores que as coordenadas obtidas na seção 4.2).</p> <p>Clique com o botão direito do mouse no PI da imagem e com o botão esquerdo clique em</p> <p><input type="button" value="Suprimir..."/> → <input type="button" value="Suprimir Plano"/> →</p> <p><input type="button" value="Sim"/></p>	<p>Como o mapa cadastral já foi recortado, não é preciso apagar o PI "Setores".</p>

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Projeto*: 

Janela Projetos

Substitua as coordenadas do projeto ativo por aquelas obtidas na seção 4.2.

Clique em →

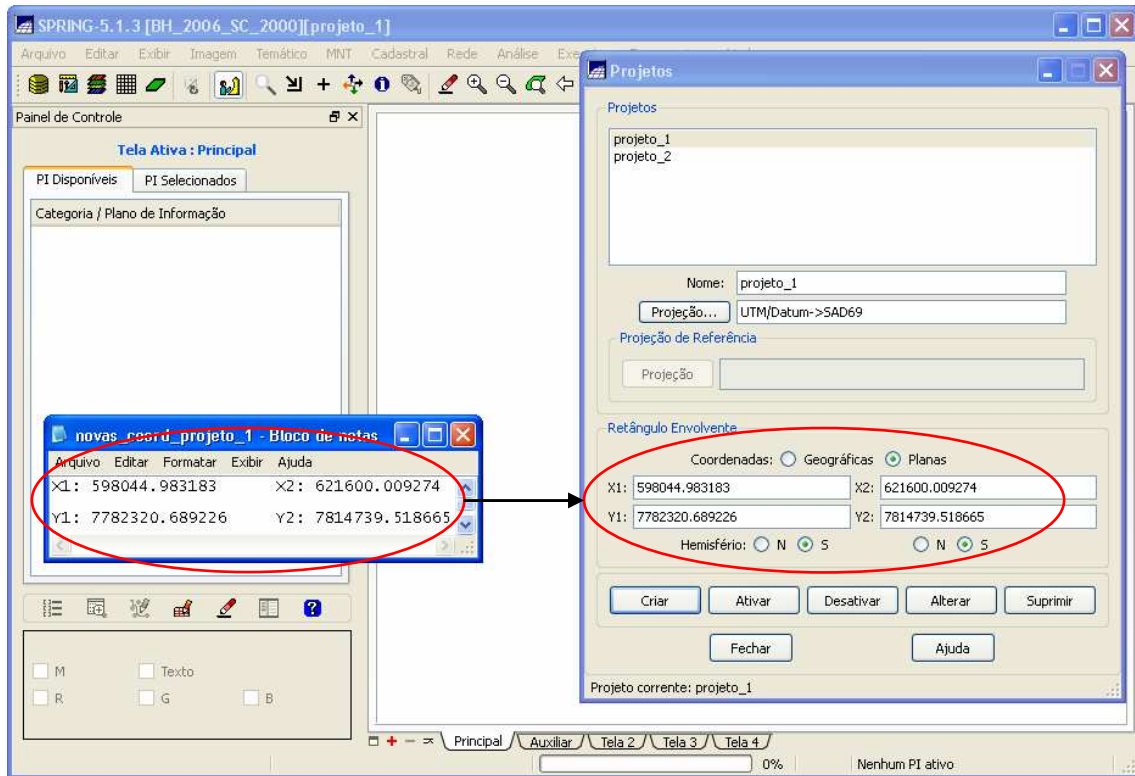


Figura 4.20 – Atribuindo novas coordenadas de retângulo envolvente ao “projeto_1”.

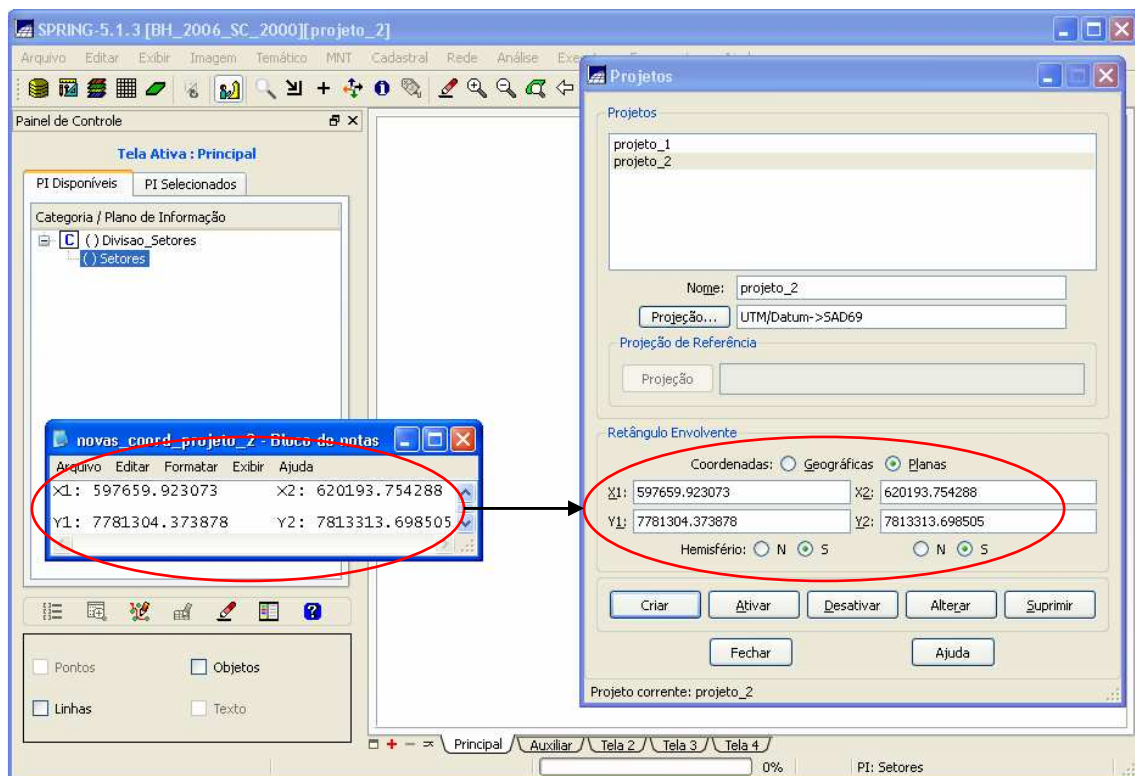



Figura 4.21 – Atribuindo novas coordenadas de retângulo envolvente ao “projeto_2”.

Para atualizar o tamanho do projeto ativo, na Barra de Ferramentas, clique no botão *Recompor*: .

No “projeto_2”, desenhe as linhas do mapa cadastral para ver o correspondente recorte feito na seção 4.2.

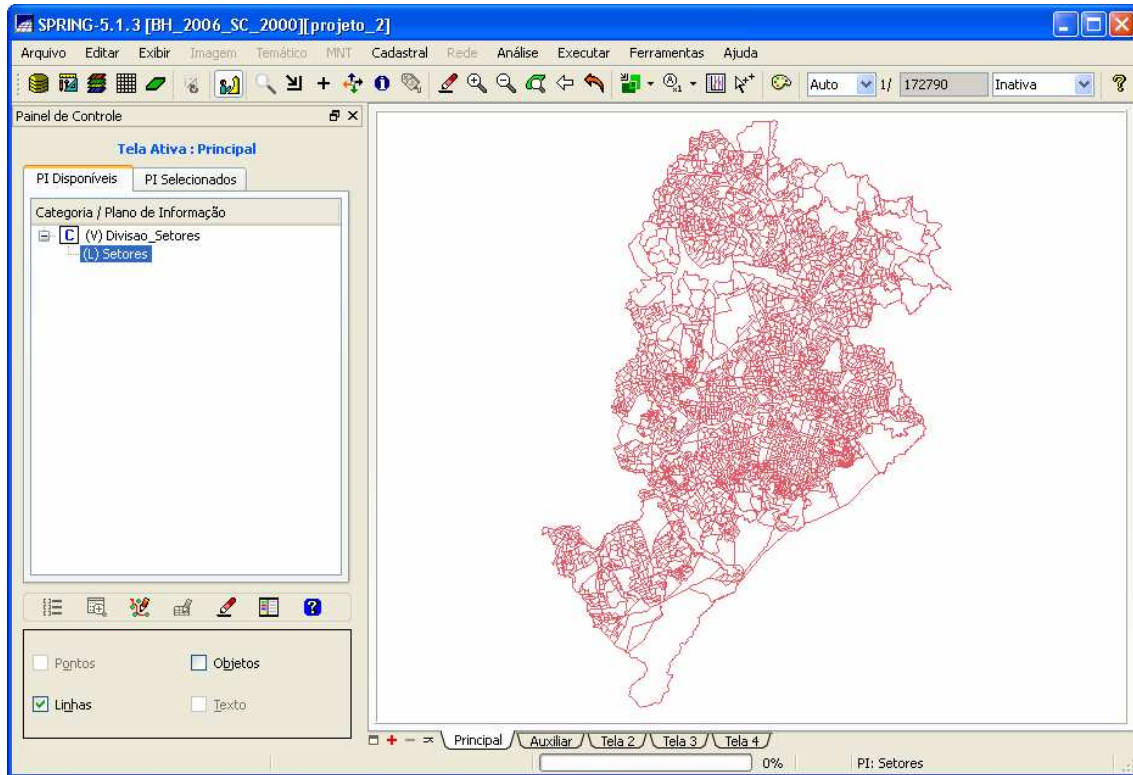


Figura 4.22 – Tela Principal do SPRING com o mapa de setores censitários de Belo Horizonte (projeto_2).

4.4 – Importar Imagens (Parte 2)

Repita o procedimento descrito na seção 4.1 para importar as imagens de todas as bandas.

Desenhe as imagens e observe que elas correspondem ao retângulo esboçado na seção 4.2.

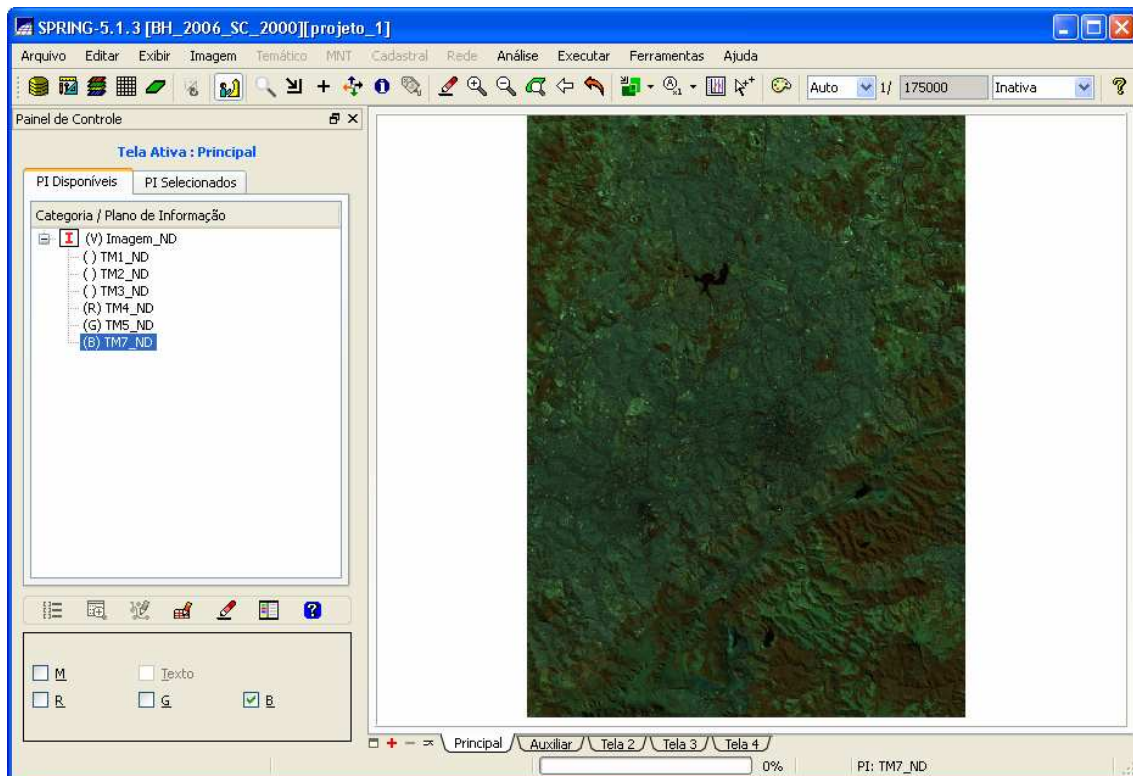



Figura 4.23 – Tela Principal do SPRING com a imagem de Belo Horizonte na composição RGB para as bandas 4, 5 e 7, respectivamente (projeto_1).

4.5 – Importar Tabela de Atributos Censitários

Antes de importar para o SPRING a tabela de atributos censitários, é preciso redefinir o atributo “TSETOR” como um atributo do tipo número.

Utilizando o Microsoft Excel, por exemplo, abra o arquivo “SC_2000_pol.dbf”; selecione as células (de números) do atributo “TSETOR” e clique no botão  → **Converter em número**. Salve e feche o arquivo. Ignore, caso apareçam, avisos sobre incompatibilidade de arquivo.

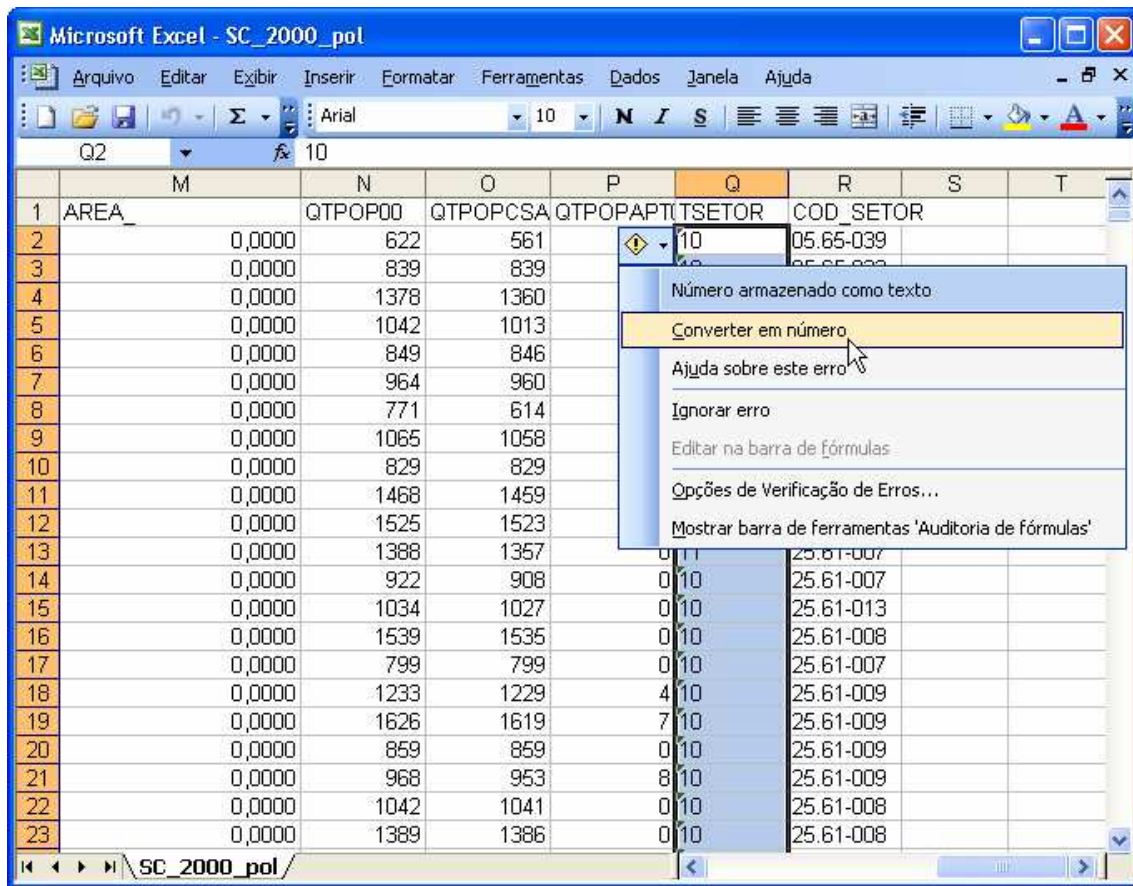


Figura 4.24 – Convertendo a coluna “TSETOR” em atributo do tipo número no Microsoft Excel.

De volta ao SPRING, a tabela de atributos censitários será importada no “projeto_2”.

Na Barra de Menus clique em

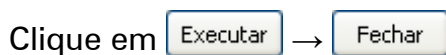


Janela Importação de Tabelas

Diretório: Escolha o diretório da pasta *Tutorial*.
Formato: *DBASE*

Selecione o arquivo “SC_2000_pol.dbf”.

Operação: *Criar Nova Categoria Não-Espacial*
Nome da Categoria: “Deletar” (nome sugerido).



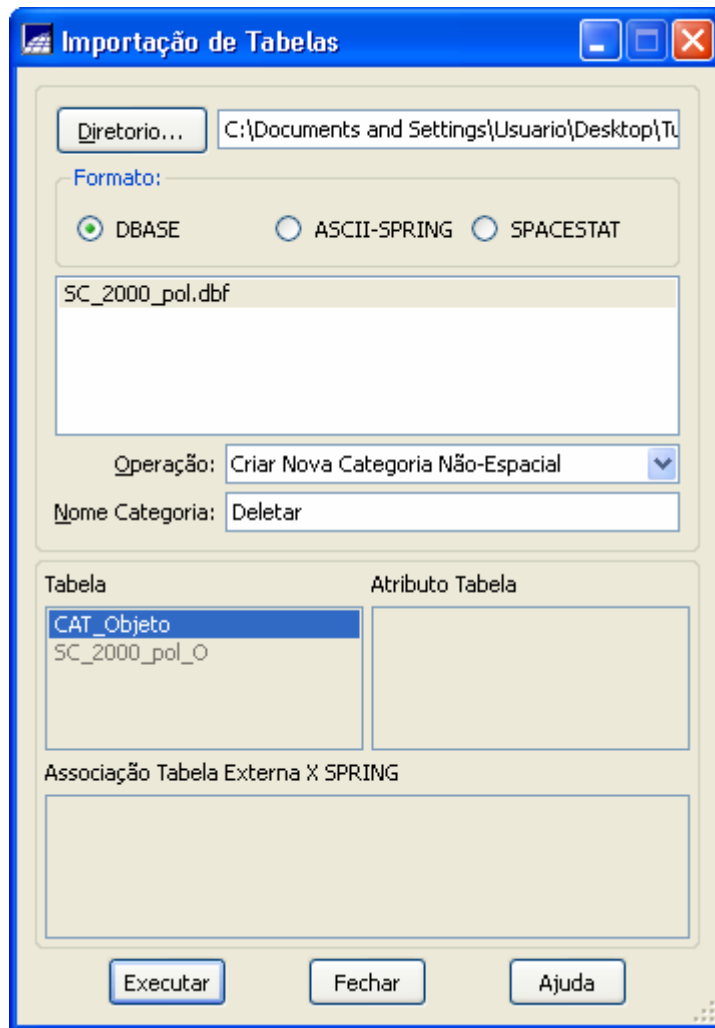




Figura 4.25 – Janela Importação de Tabelas.

Para verificar se os dados cadastrais foram importados, desenhe as linhas do PI “Setores”; clique no botão  (*Cursor de Informação*) da Barra de Ferramentas, e com o cursor  clique em um setor qualquer. Os atributos da tabela importada deverão aparecer na janela Relatório de Dados.

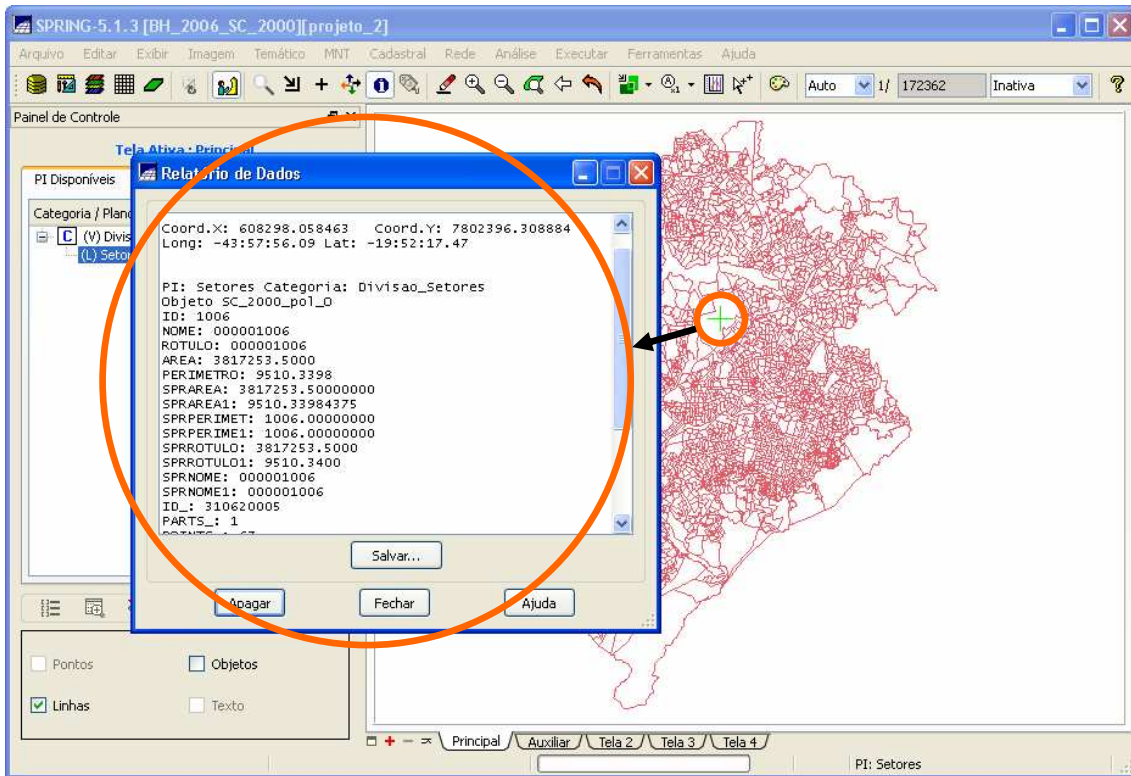



Figura 4.26 – Janela Relatório de Dados (em primeiro plano) com o valor dos atributos do setor (UFMG) indicado por uma cruz verde  no mapa cadastral (projeto_2).



CAPÍTULO 5 – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Dados captados por sistemas sensores como imagens precisam ser processados para que deles se possam obter informações consistentes de certo interesse. Para tal, existem técnicas apropriadas de processamento.

Denomina-se Processamento Digital de Imagens - PDI - ao conjunto de técnicas para manipulação de imagens digitais com a finalidade de melhorar o poder de discriminação de alvos e assim viabilizar a extração de informações.

A seguir, é descrito como as imagens LANDSAT deverão ser processadas para que, ao final, sejam obtidas imagens de reflectância de superfície. Este capítulo é ambientado no “projeto_1” do SPRING.

5.1 – Converter imagens em nível digital (ND) para imagens de reflectância aparente via LEGAL

Na Barra de Menus clique em  → 

Janela Álgebra

Diretório: Escolha o diretório da pasta *Tutorial*.

Programas: Selecione o programa “TMGERAL_ND_Aparente_2006”.

Clique em 

Aparecerá no Painel de Controle a categoria “Imagem_Aparente”.

Clique em 



Figura 5.1 – Janela Álgebra.

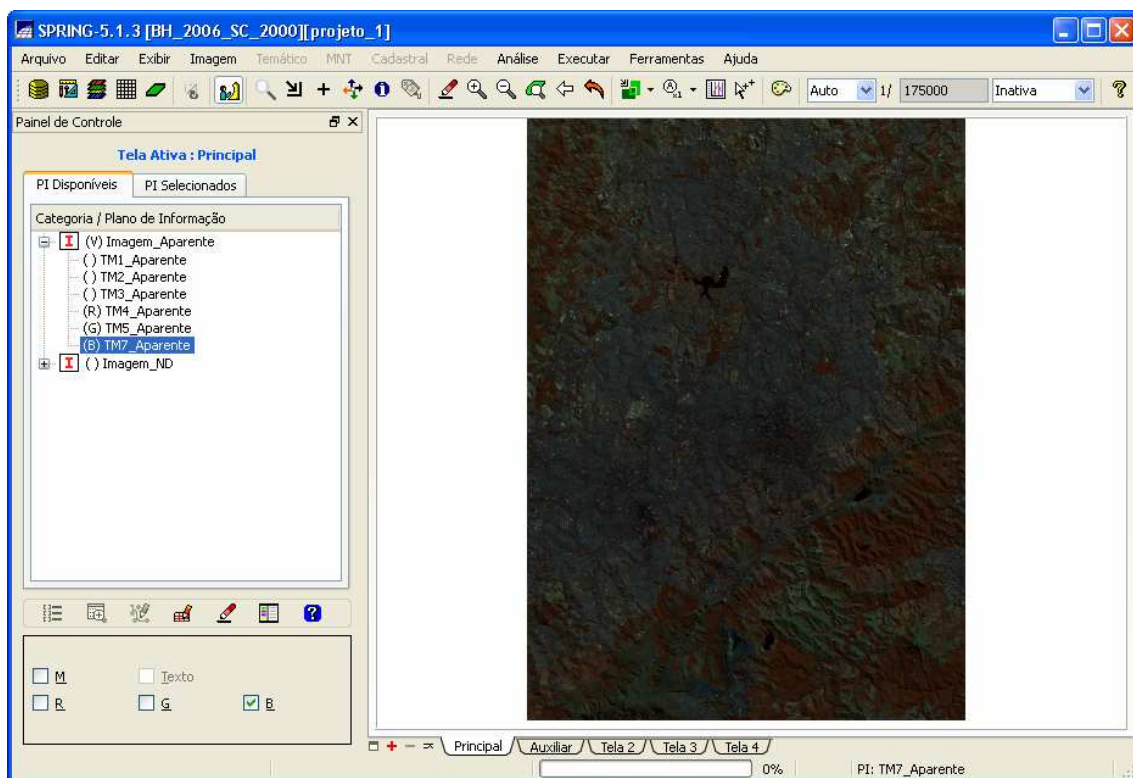


Figura 5.2 – Tela Principal do SPRING com a imagem de reflectância aparente na composição RGB para as bandas 4, 5 e 7, respectivamente.

5.2 – Exportar imagens de reflectância aparente no formato RAW

Na Barra de Menus clique em

Arquivo → **Exportar** → **Exportar Dados Vetoriais e Matriciais...**

Janela Exportar

Formato: Selecione *RAW*.

Planos de Informação: No Painel de Controle, selecione uma imagem de reflectância aparente e, na Janela Exportar, clique em **Salvar...** e salve-a na pasta *Tutorial*.

Repita o procedimento para exportar todas as imagens de reflectância aparente.

Ao terminar clique em **Fechar**.

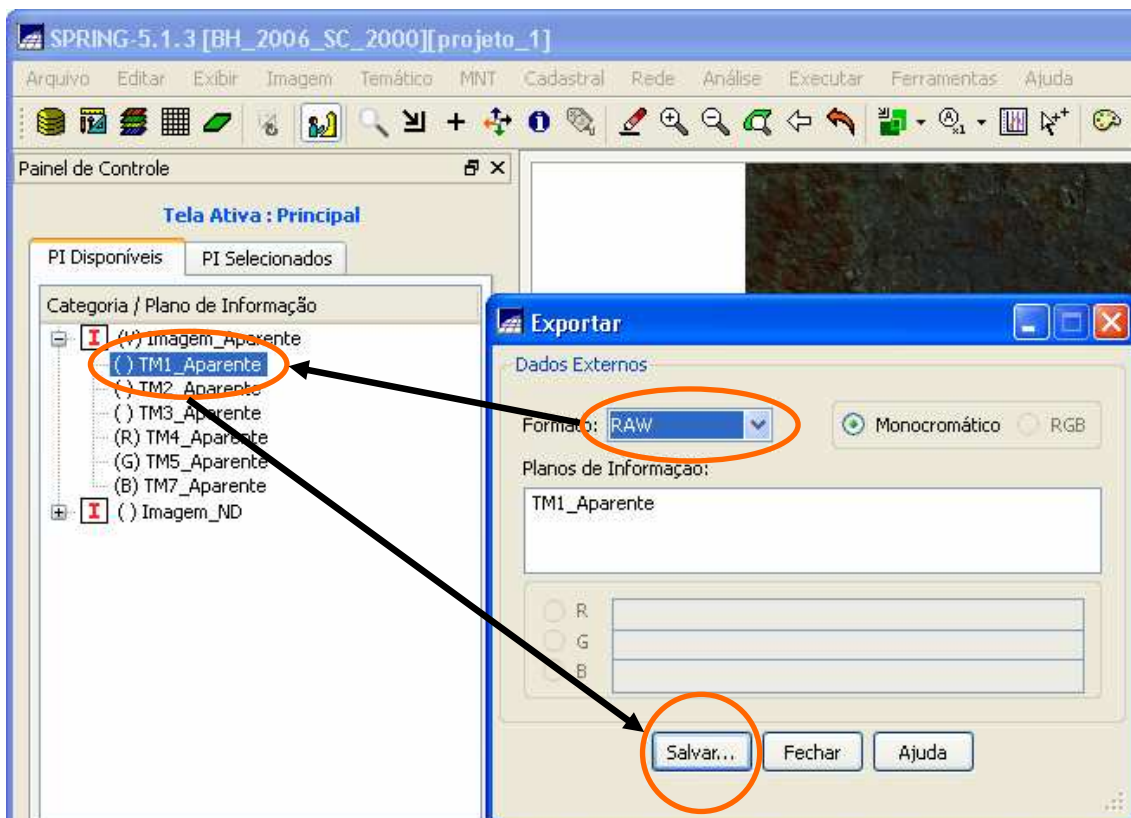


Figura 5.3 – Janela Exportar em primeiro plano e, à esquerda, o Painel de Controle onde devem ser selecionadas as imagens de reflectância aparente uma a uma para exportar.

5.3 – Converter imagens de reflectância aparente para imagens de reflectância de superfície via modelo 6S

Na pasta *Tutorial*, usar o arquivo “Roda1.bat” para chamar o programa “6S_atms_Corr.for”, que transforma as imagens de reflectância aparente em reflectância de superfície. Rodar banda a banda, mudando os parâmetros no arquivo “parâmetros.inp” e no seu correspondente “parametros.txt” (para maior descrição veja o arquivo “Dicas_TM_ETM.pdf” e os comentários do arquivo “parametros.inp”). Os parâmetros de entrada necessários podem ser acessados do arquivo “informacoes_imagem.txt”, criado na seção 2.4 do capítulo 2. A medida que o programa “Roda1.bat” é executado, são gerados os arquivos de imagens de reflectância de superfície na pasta *Tutorial*.

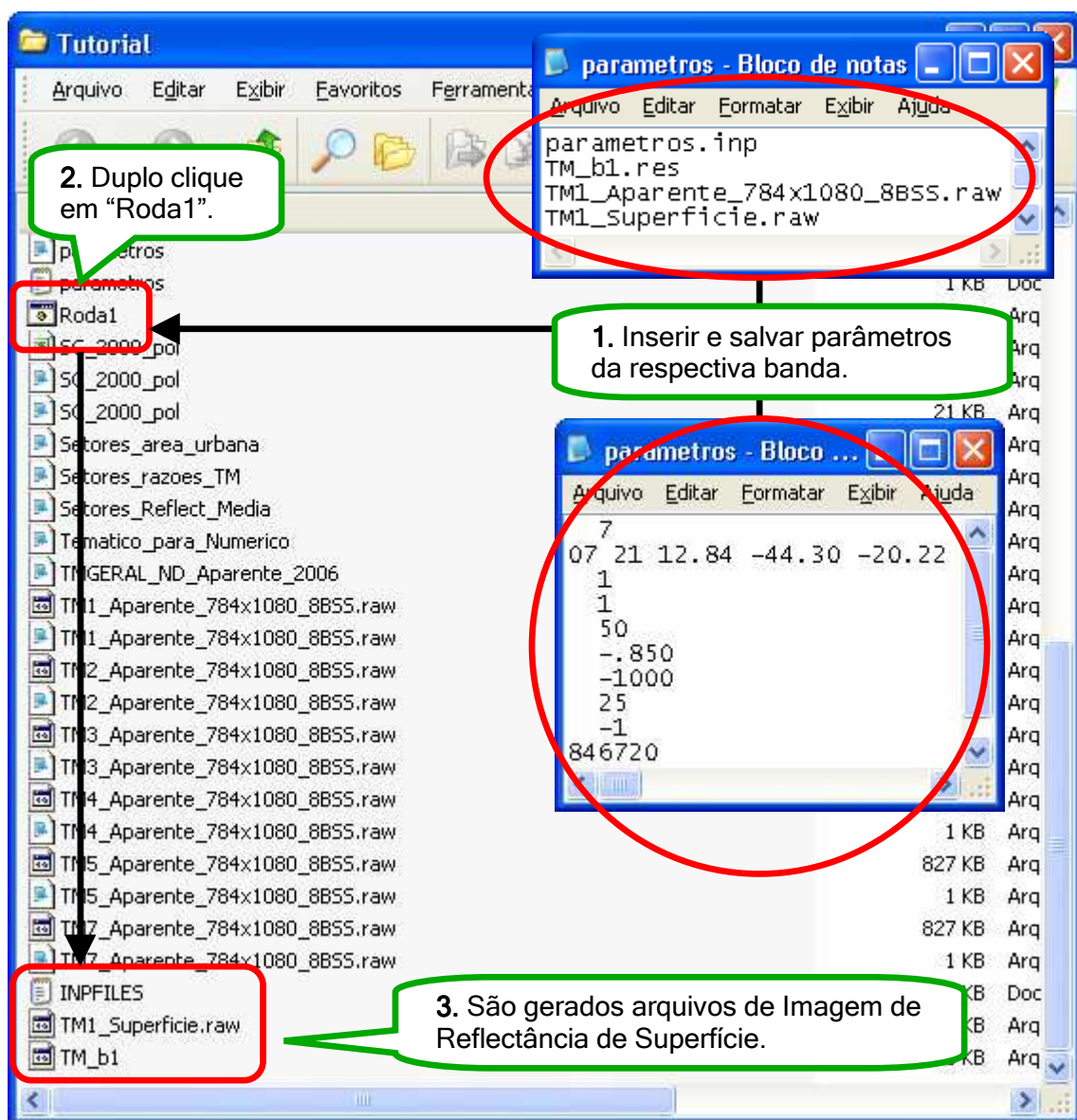


Figura 5.4 – Esquema de correção de imagens via modelo 6s.

5.4 – Salvar imagens de reflectância de superfície no formato SPG

No capítulo 6, as imagens de reflectância de superfície serão registradas e, para isso, precisam estar no formato SPG. Arquivos desse tipo são obtidos do IMPIMA. Assim, abra o esse programa e siga os próximos passos descritos para a banda 1. Repita os mesmos para as demais bandas.

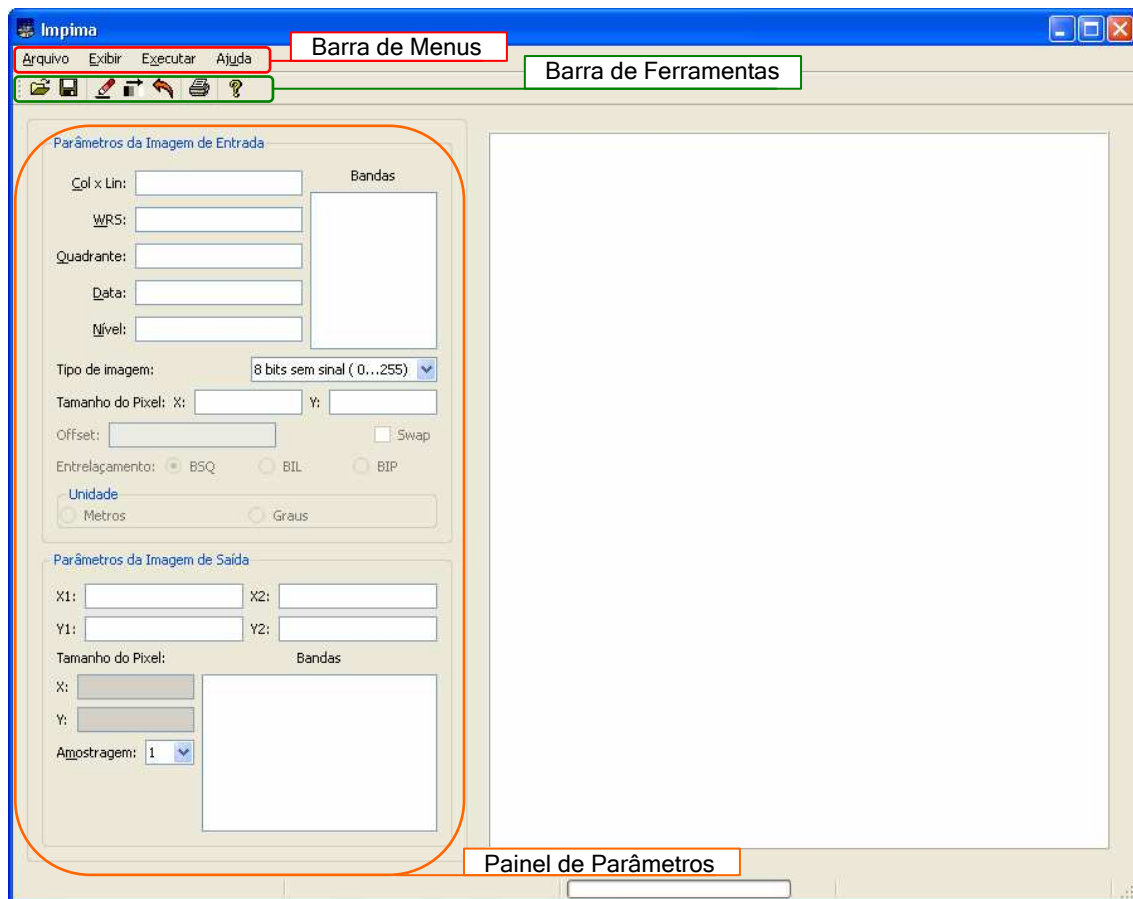



Figura 5.5 – Janela principal do IMPIMA.

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Abrir*: 

Janela Seleccionar Arquivo

Examinar: Selecione o diretório da pasta *Tutorial*.


Arquivos do tipo: *Arquivos RAW (*.raw)*

Selecione o arquivo "TM1_Superficie.raw" e clique em 

De volta a janela principal do IMPIMA, entre com os parâmetros da imagem:

Col x Lin: 784 x 1080 (valores obtidos do nome do arquivo de imagem de reflectância aparente exportado na seção 5.2).

Tamanho do Pixel: X: 30 Y: 30 → tecla **Enter**

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Desenhar*: 

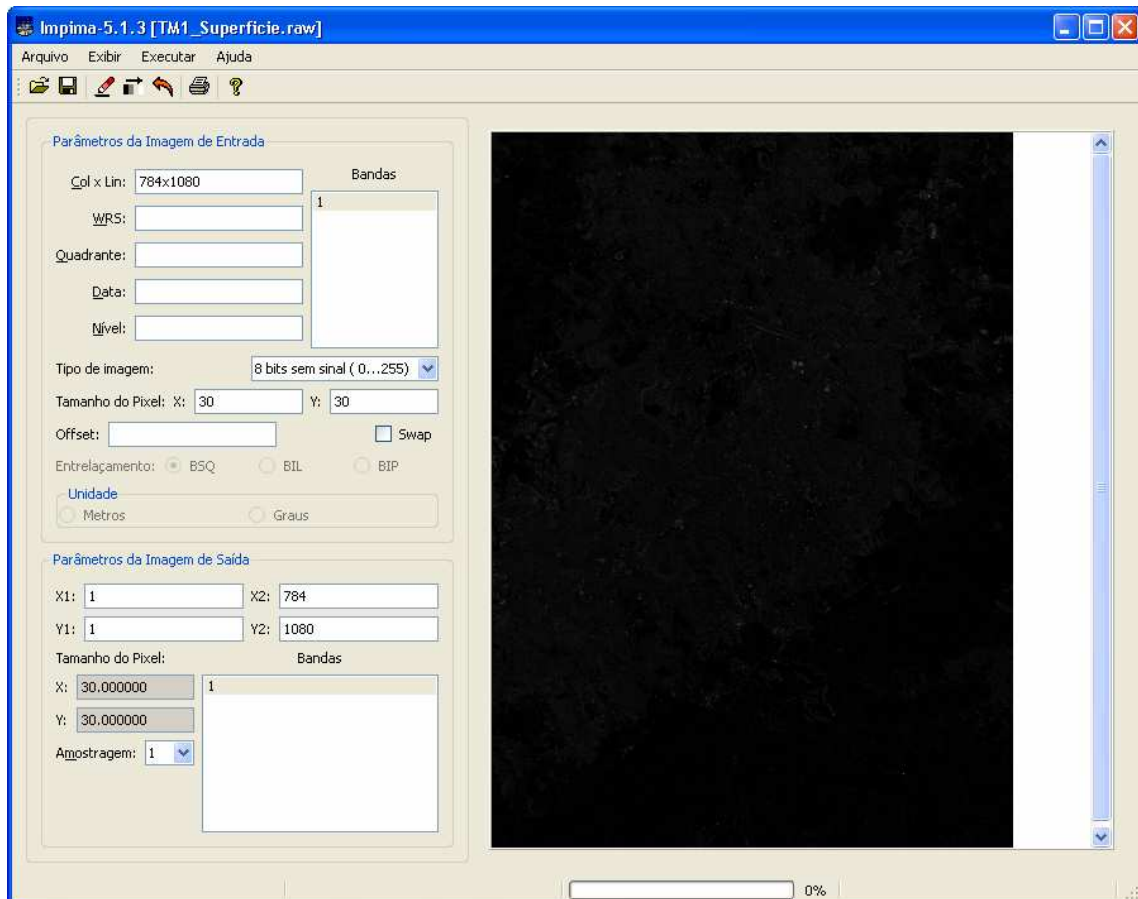


Figura 5.6 – Janela principal do IMPIMA com a imagem de reflectância de superfície da banda 1.

Na Barra de Ferramentas clique no botão *Salvar Como*: 

Janela Salvar Arquivo

Nome do Arquivo: "TM1_Superficie" (sugestão de nome).
Salvar como tipo: Arquivos SPG (*.spg)

Clique em 

CAPÍTULO 6 – REGISTRO DE IMAGEM

Por registro ou georreferenciamento de imagem entende-se a transformação geométrica que relaciona coordenada de imagem (linha e coluna) com coordenada geográfica (latitude e longitude) de um mapa/sistema de referência tal que essas coordenadas coincidam espacialmente.

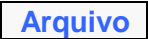

O vínculo entre coordenada de imagem e coordenada do mapa é estabelecido a partir da aquisição de pontos de controle.

Pontos de controle são feições identificáveis na imagem e no sistema de referência, como por exemplo, cruzamento de ruas e confluência de rios.

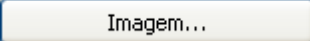
A superposição da imagem ao mapa de setores é fundamental para a construção dos bancos de dados, já que essa se baseia na associação dos pixels da imagem aos polígonos do mapa cadastral.

Nota: A partir deste capítulo será trabalhado no SPRING somente o "projeto_2".

6.1 – Seleção de Imagem

Na Barra de Menus clique em  → 



Clique em 

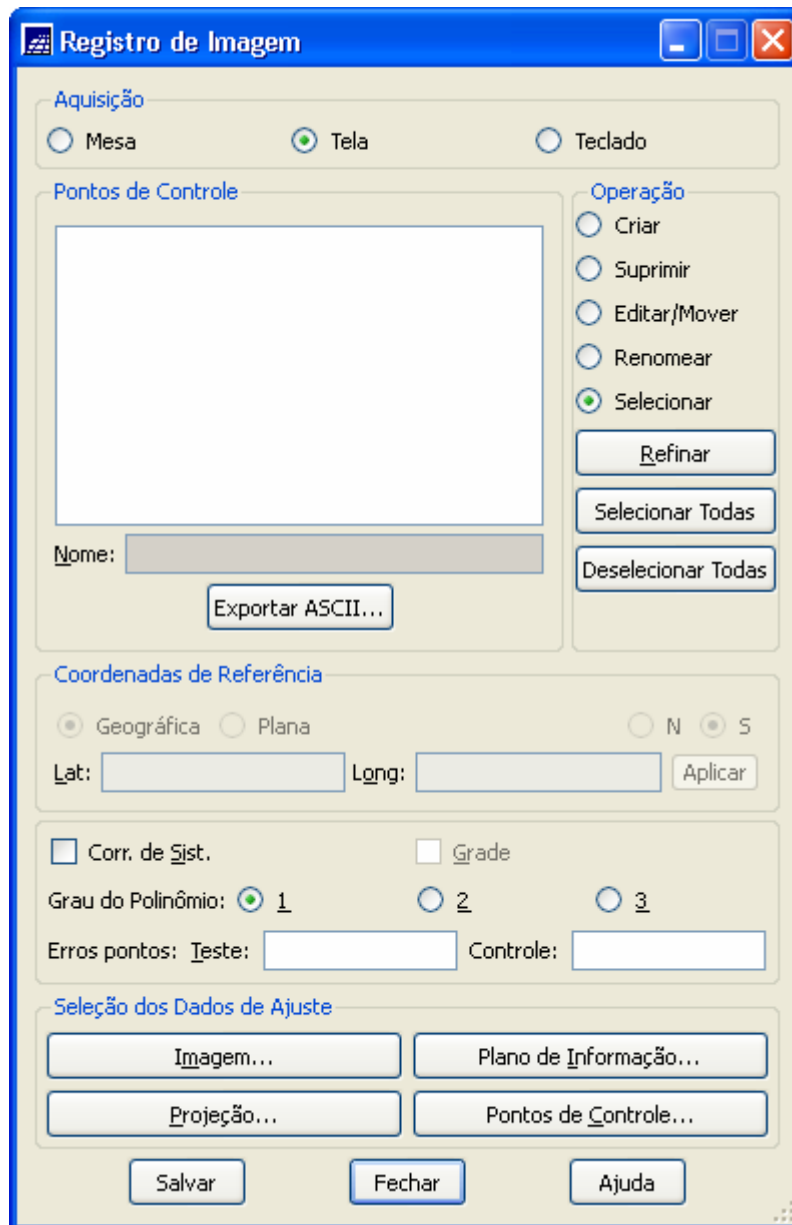


Figura 6.1 – Janela Registro de Imagem.

Janela Seleção de Imagens

Diretório: Escolha o diretório da pasta *Tutorial*.

Arquivos: Selecione todas as bandas (1 a 5 e 7).

Clique em

Bandas: Selecione as bandas 4, 5 e 7 (as três últimas) marcando para estas, respectivamente, as cores vermelha (R), verde (G) e azul (B) (melhor composição para realçar ruas e rios).

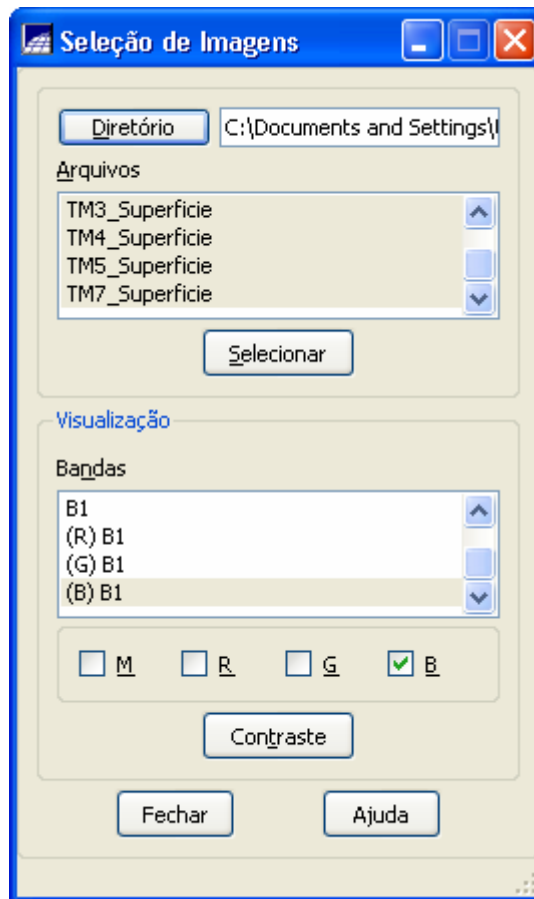


Figura 6.2 – Janela Seleção de Imagens.

Janela Auxiliar

Essa janela fica em segundo plano e é aberta juntamente com a janela Registro de Imagem.

Na Barra de Ferramentas (da janela Auxiliar), clique no botão  (*Desenhar*).

A imagem desenhada na janela Auxiliar é a *imagem de registro*.

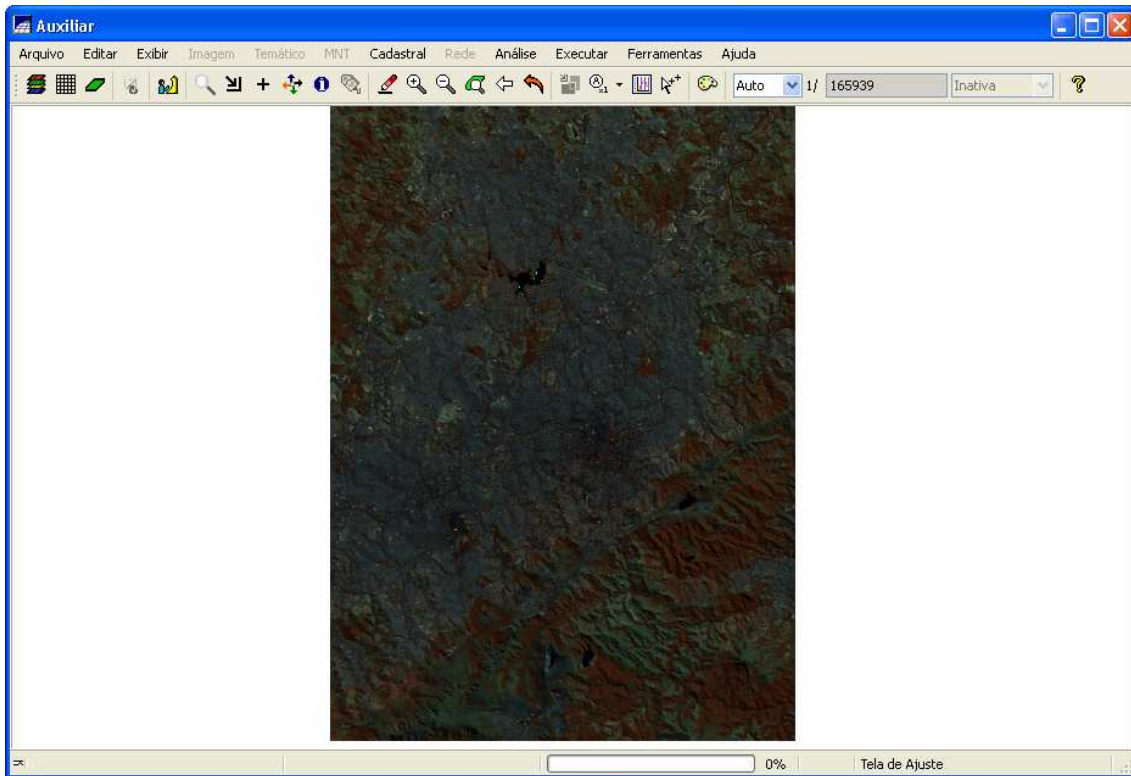


Figura 6.3 – Janela Auxiliar com a imagem de registro.

Janela Seleção de Imagens

Clique em

Janela Contraste

Testar contrastes para a imagem desenhada na janela Auxiliar até encontrar aquele que achar ideal para o registro.

Clique e arraste os botões de escala R, G, B no intervalo de 0 a 255.

Clique em para aplicar o contraste.

Achado o contraste ideal, clique em .

Se necessário, tome a configuração: R(55), G(60) e B(51) como referência.

Janela Seleção de Imagens

Clique em

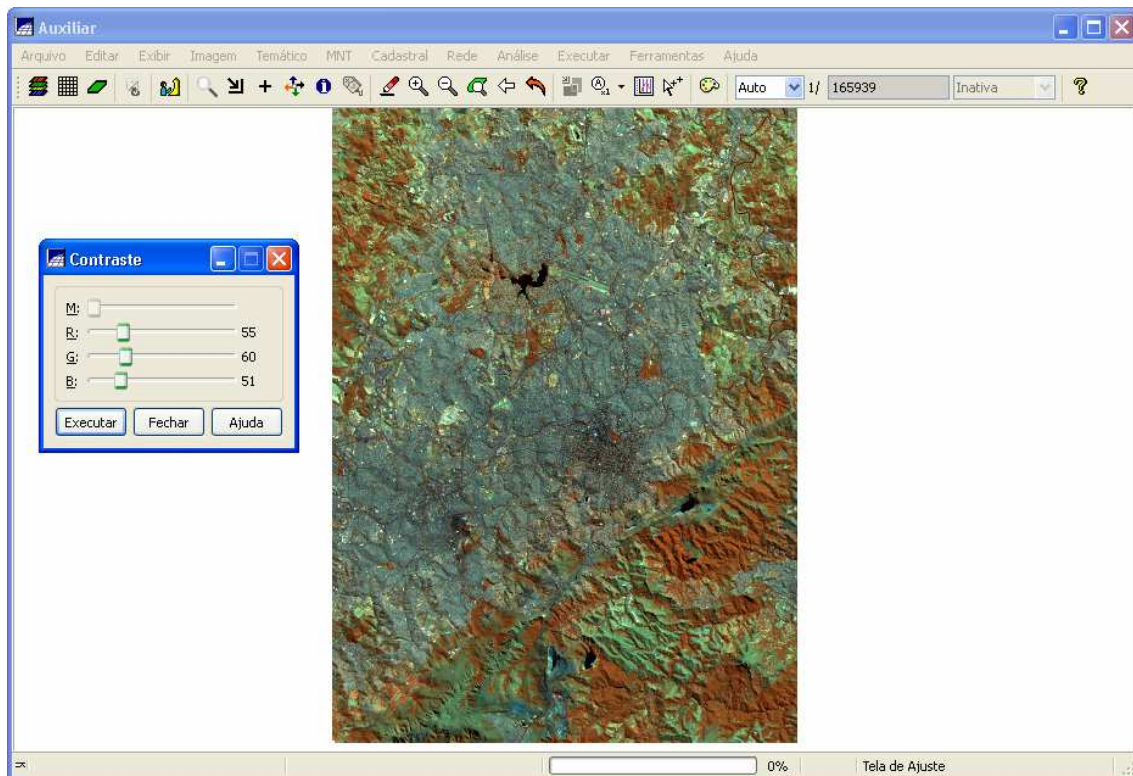


Figura 6.4 – Janela Contraste à esquerda (em primeiro plano), aplicando o contraste R(55), G(60) e B(51) à imagem de registro da janela Auxiliar.

6.2 – Criar Pontos de Controle

Para criar pontos de controle, avalie, primeiramente, na imagem e no mapa cadastral feições que sejam identificáveis em ambos. No caso de áreas urbanas, cruzamentos de avenidas e ruas principais são possíveis candidatos a pontos de controle.

Nota: Utilize o *Google Maps* (<http://maps.google.com.br/>) para auxiliar no reconhecimento das vias urbanas, relevo, etc.

Janela Registro de Imagem

Aquisição: Marque a opção *Teclado*.

Operação: Marque a opção *Criar*.

Pontos de Controle

Nome: Dê um nome ao ponto de controle a ser criado e tecl

Clique em para a mensagem que irá aparecer da figura 6.5.



Figura 6.5 – Mensagem para entrar com as coordenadas de referência.

Coordenadas de Referência: Marque as opções *Plana* e *S* (Sul).

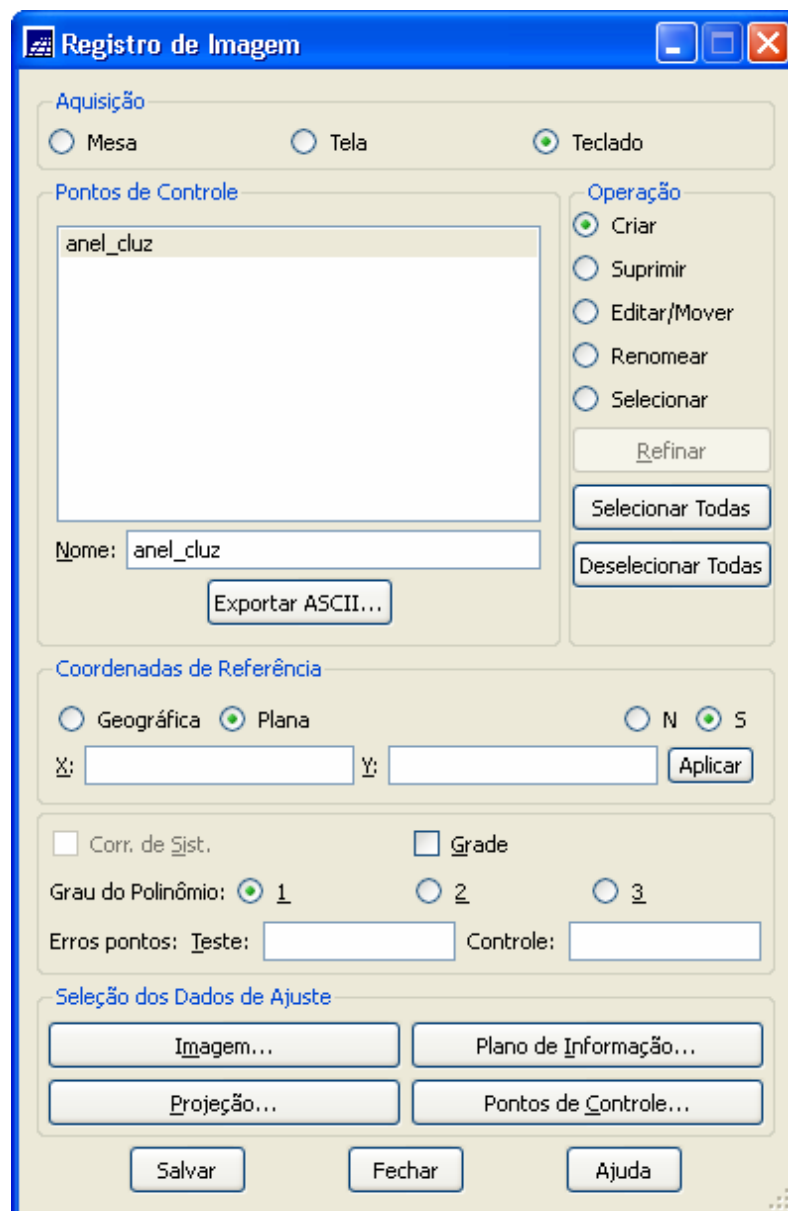








Figura 6.6 – Janela Registro de Imagem: criando o ponto de controle “anel_cluz”. O nome refere-se ao cruzamento do anel rodoviário (BR-262) com a Avenida Presidente Carlos Luz.

Janela Principal do SPRING

Desenhe o mapa cadastral que será usado como referência. Pontos nesse mapa serão referidos como *pontos de referência* e suas coordenadas como *coordenadas de referência*.

Identifique no mapa um ponto de referência; utilize os recursos de zoom da Barra de Ferramentas:  (*Cursor de Zoom*),  (*Zoom In*) e  (*Zoom Out*), além do  (*Cursor de Vôo*) para acomodar a tela nesse ponto; clique no botão  (*Cursor de Informação*) da Barra de Ferramentas e com o cursor  clique no ponto. Será aberta a janela Relatório de Dados.

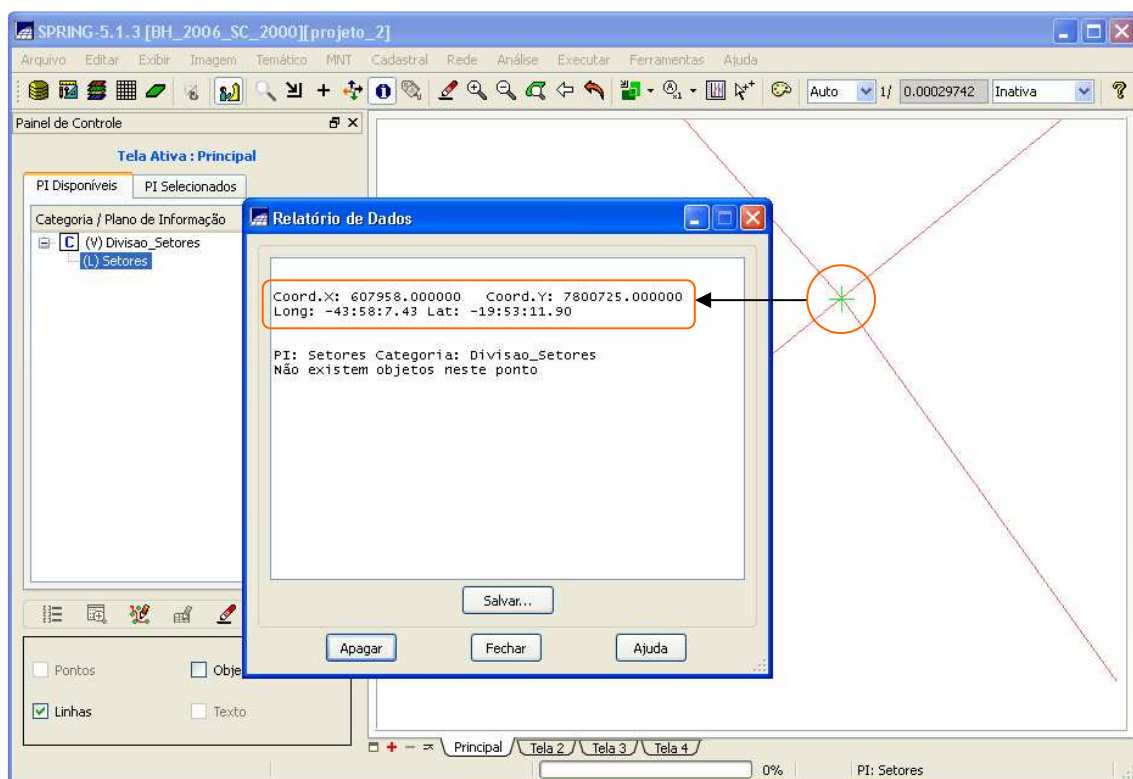


Figura 6.7 – Janela Relatório de Dados (em primeiro plano) com as coordenadas do ponto de referência para o ponto de controle “anel_cluz”.

Janela Relatório de Dados

Copie as coordenadas planas do ponto de referência para o campo correspondente na janela Registro de Imagem.

Janela Registro de Imagem

Coordenadas copiadas, clique em **Aplicar**.

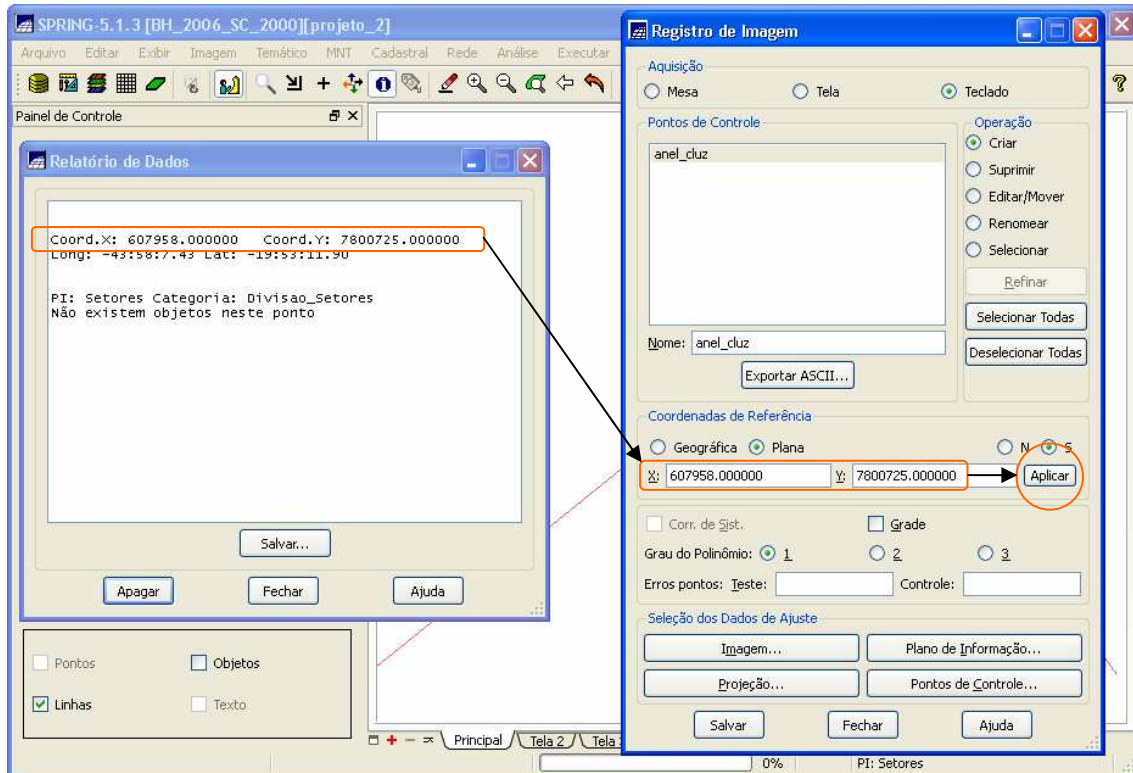



Figura 6.8 – Esquema: copiando e aplicando as coordenadas planas do ponto de referência à janela Registro de Imagem.

As coordenadas aparecerão indicadas no mapa cadastral (janela Principal) e na imagem de registro (janela Auxiliar) por uma cruz laranja  que representa o ponto de controle recém criado. Note que, na imagem, o ponto de controle não está devidamente localizado.

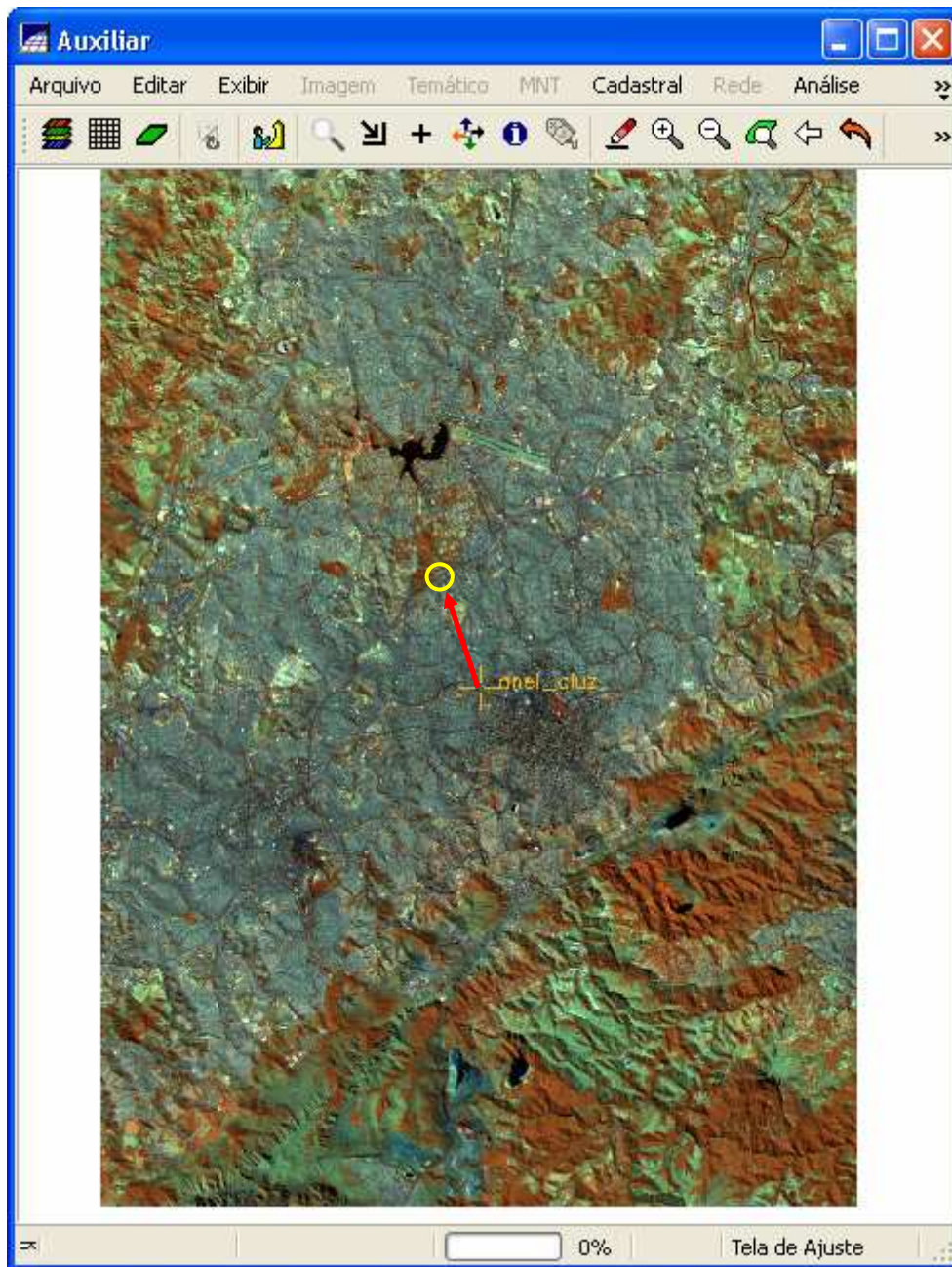




Figura 6.9 – Janela Auxiliar: ponto de controle “anel_cluz” fora da sua localização ideal. Ese ponto deveria estar na posição indicada pelo círculo amarelo.

Janela Auxiliar

Clique com o botão esquerdo do mouse (e mantenha-o pressionado) na cruz laranja  para arrastá-la até sua correta localização na imagem. Note que a cruz laranja agora ficará verde . Para posicionar o ponto de controle com mais precisão, utilize os recursos de zoom da Barra de Ferramentas.

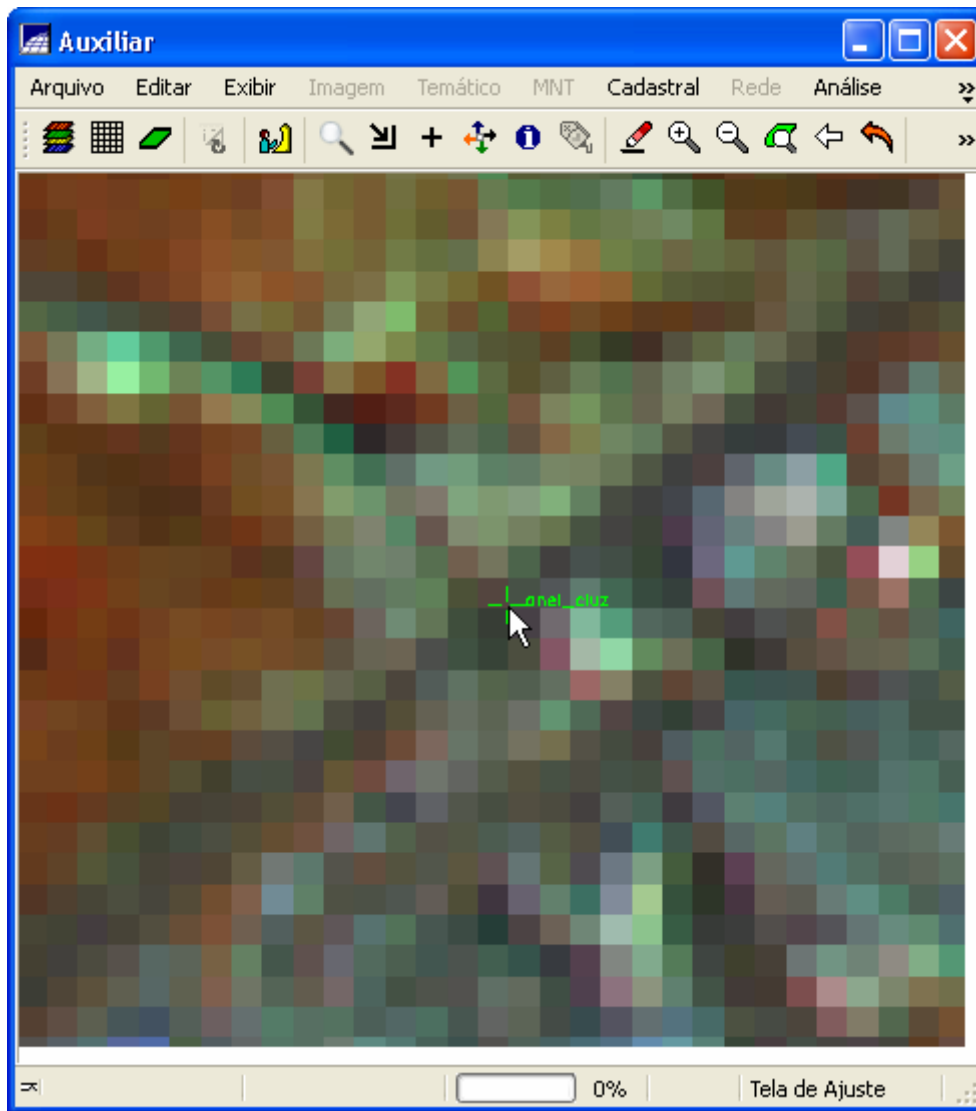



Figura 6.10 – Janela Auxiliar (zoom): arrastando o ponto de controle “anel_cluz” até a posição que se achou mais precisa do cruzamento do anel rodoviário com a Avenida Presidente Carlos Luz.

Nota: Para fazer a operação de arraste, o cursor deve estar no formato “seta”: . Caso o cursor tenha outro formato, clique o botão direito do mouse.

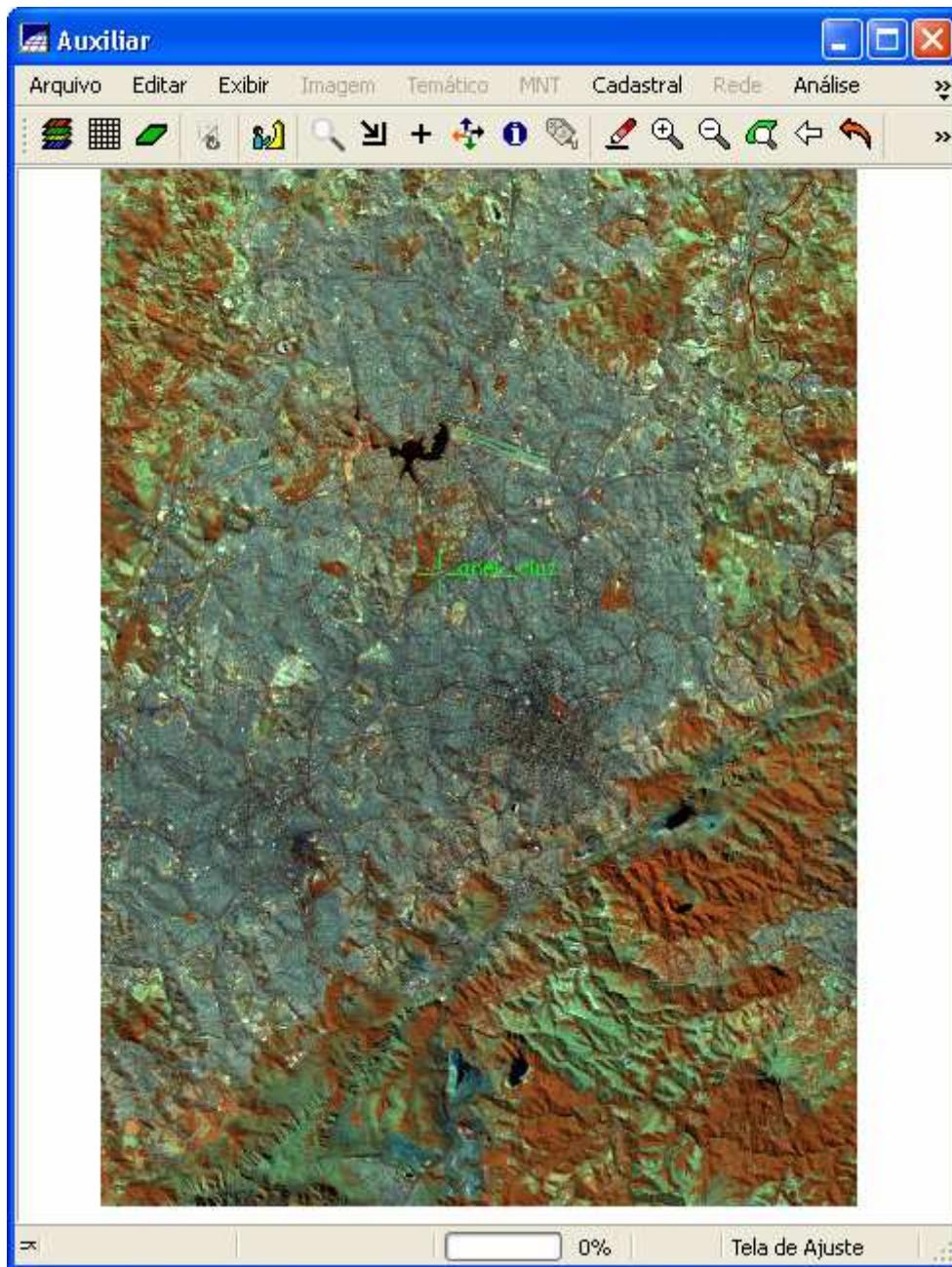


Figura 6.11 – Janela Auxiliar: ponto de controle “anel_cluz” numa posição que melhor o corresponde.

Janela Registro de Imagem

Clique em

Clique em para a mensagem que irá aparecer da figura 6.12.

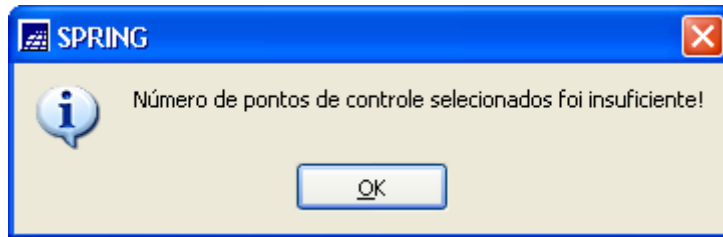


Figura 6.12 – Mensagem após salvar um ponto de controle.

Siga o procedimento descrito para criar outros pontos de controle, tal que sejam bem distribuídos ao longo da imagem e precisos com respeito a sua localização no mapa de referência.

Se houver necessidade de apagar um ponto de controle, habilite a opção *Suprimir* e selecione o ponto correspondente.

Finalizado o processo de criar pontos de controle, clique em Exportar ASCII... para guardar as coordenadas e os nomes dos pontos adquiridos.

Continue com a janela Registro de Imagem aberta.

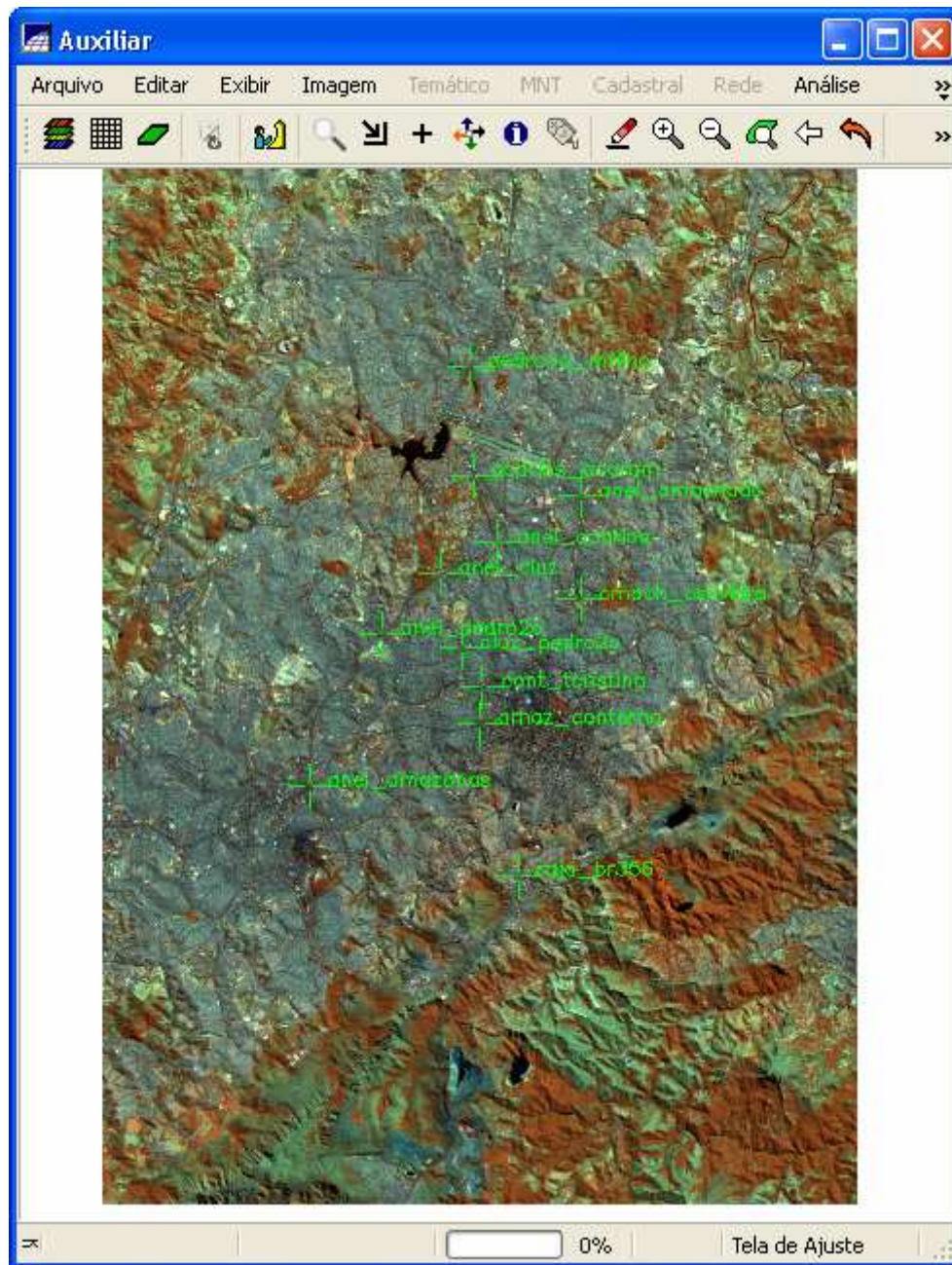


Figura 6.13 – Janela Auxiliar: imagem de registro com doze pontos de controle.

6.3 – Selecionar Pontos de Controle

Janela Registro de Imagem

Operação: Marque a opção *Selecionar*.

Pontos de Controle: Teste seleções com o maior número possível de pontos de controle, tal que o valor do *erro de pontos de controle* seja menor que 0,5 pixel (um patamar aceitável para áreas urbanas). O erro de um ponto

de controle é a diferença entre a localização real do ponto e a localização registrada na imagem.

Clique em

Nota: Manter a janela Registro de Imagem aberta, pois, como será explicado na seção 6.5, se for preciso fazer outra seleção de pontos de controle, não se tenha o trabalho de selecionar as imagens todas novamente.



Figura 6.14 – Janela Registro de Imagem: seleção ótima de pontos de controle testada. Foi selecionado o maior número possível de pontos tal que o valor do erro de pontos de controle manteve-se menor que 0,5

6.4 – Importar imagens registradas

Siga o procedimento a seguir para importar a imagem da banda 1. Repita o mesmo para as demais bandas.

Na Barra de Menus clique em

→ →

Janela Importar Imagens Registradas

Diretório: Escolha o diretório da pasta *Tutorial*.

Arquivos: Selecione "TM1_Superficie".

Categoria: Clique no botão , selecione *Imagem_Superficie* na janela Lista de Categorias e clique em .

PI: "TM1_Superficie" (sugestão de nome).

Interpolador: *Vizinho + Próximo*

Clique em

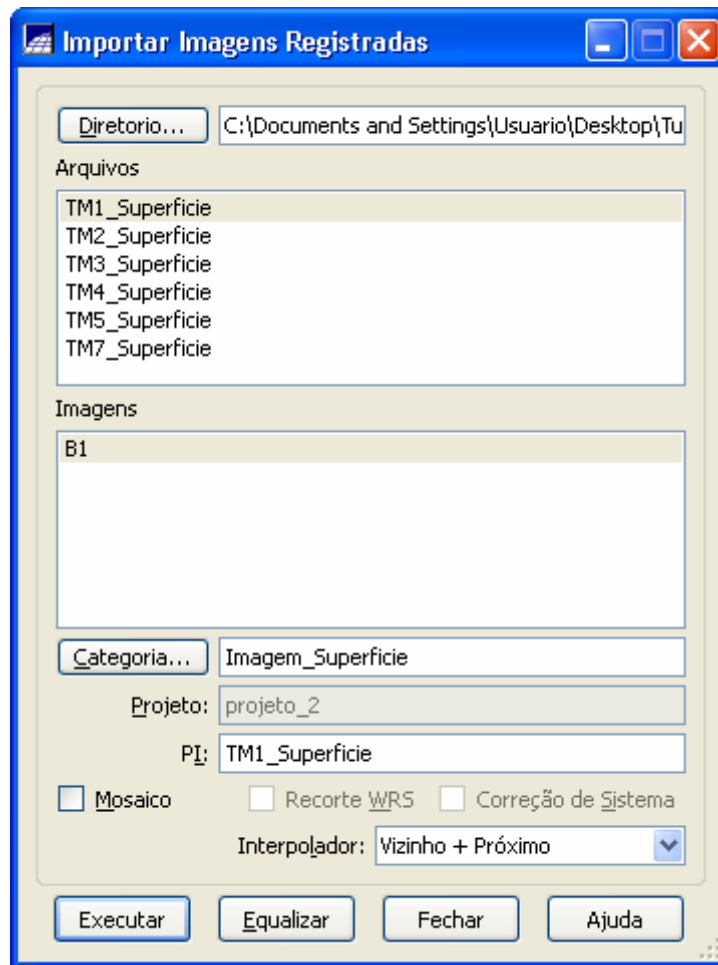


Figura 6.15 – Janela Importar Imagens Registradas.

Verifique que o PI referente à imagem importada aparecerá no Painel de Controle.

6.5 – Avaliar registro

Para verificar se o registro ficou bem feito, desenhe simultaneamente o mapa de referência (mapa de setores censitários) e as imagens importadas. A superposição dos dois deve ser considerada satisfatória. Caso contrário, uma opção é voltar à janela Registro de Imagem (ainda aberta) e tentar outras seleções de pontos de controle, lembrando-se de repetir o processo de importar imagens registradas todo novamente. Persistindo a não superposição das imagens com o mapa de referência, refaça o processo de criar pontos de controle.

Alcançado um bom registro, agora sim, feche as janelas Registro de Imagem e Auxiliar.

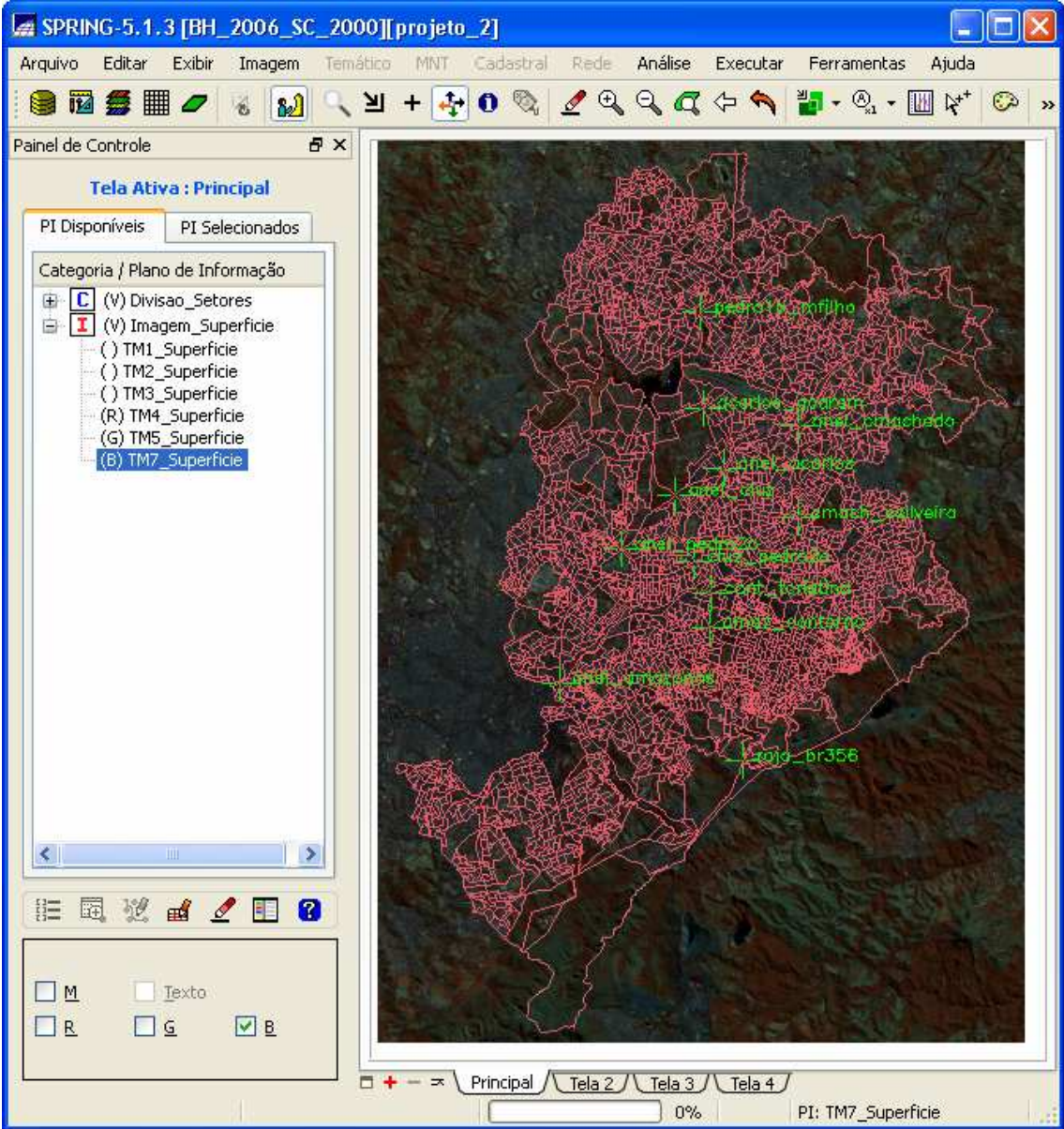


Figura 6.16 – Tela principal do SPRING onde estão desenhados o mapa cadastral e as imagens de reflectância de superfície de Belo Horizonte na composição RGB para as bandas 4, 5 e 7, respectivamente.

CAPÍTULO 7 – CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS



Classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. As técnicas de classificação são usadas para mapear áreas da superfície terrestre que apresentam um mesmo significado em imagens digitais.

Neste trabalho, a classificação de imagens LANDSAT é feita através de treinamento supervisionado, por pixel, sendo o classificador utilizado, o de Máxima Verossimilhança, MaxVer (Mather, 1999).

As imagens são classificadas em temas de ocupação do solo e, no processo de mapeamento, cada tema é associado a uma das classes temáticas: “Urbano” ou “Nao_Urbano”.

7.1 – Criar Arquivo de Contexto

No Painel de Controle, selecione as imagens de reflectância de superfície das bandas 4, 5 e 7 com as cores vermelha (R), verde (G) e azul (B), respectivamente.

Na Barra de Menus clique em  → 

Janela Classificação

Diretório: Escolha o diretório do “projeto_2” da pasta *Tutorial*.

Clique em 

Janela Criação de Contexto

Nome: “classificacao” (sugestão de nome).

Tipo de Análise: *Pixel*

Bandas: Escolha as bandas 4, 5 e 7.

Clique em 

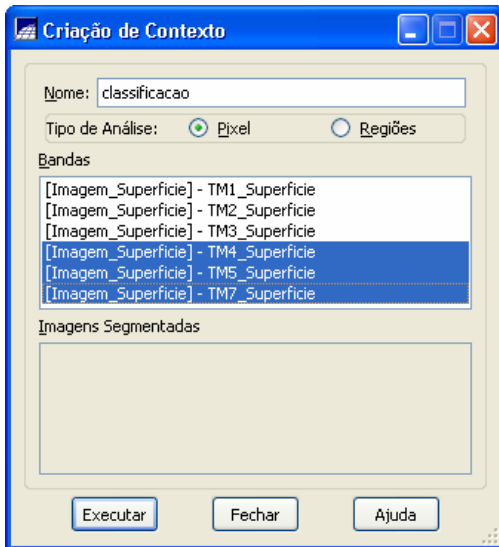


Figura 7.1 – Janela Criação de Contexto.

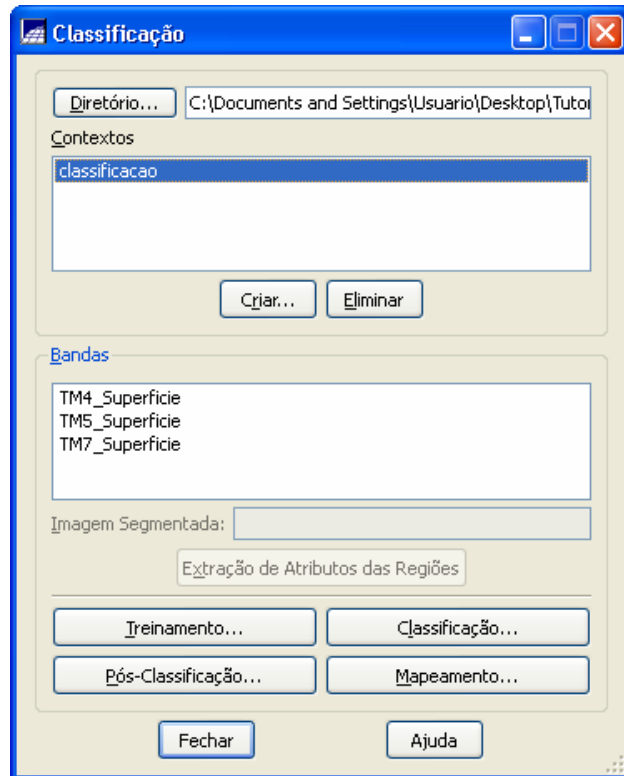



Figura 7.2 – Janela Classificação.

7.2 – Executar Treinamento

Janela Classificação

Em Contextos, selecione “classificacao”.

Clique em 

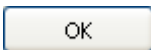
Clique em  para a mensagem que irá aparecer da figura 7.3.



Figura 7.3 – Mensagem para adquirir amostras.

Janela Treinamento


Nessa janela, deverão ser criados os temas: *Água*, *Vegetacao*, *Urbano_Denso*, *Urbano_Menos_Denso* e *Solo_Exposto*.

Os temas são criados da seguinte forma: Dê um nome ao tema, escolha uma cor e clique em . A seguir, é preciso obter da imagem, que estamos usando na classificação, amostras para cada tema. Marque as opções:

Modo: *Normal*

Tipo: *Aquisição*

Contorno: *Poligonal* ou *Retangular* (as duas opções podem ser usadas).

Na imagem, utilize o cursor  para adquirir amostras de pixels do respectivo tema (quanto mais homogêneas melhor).

Clique em . Repita o procedimento para obter amostras de todos os temas criados.

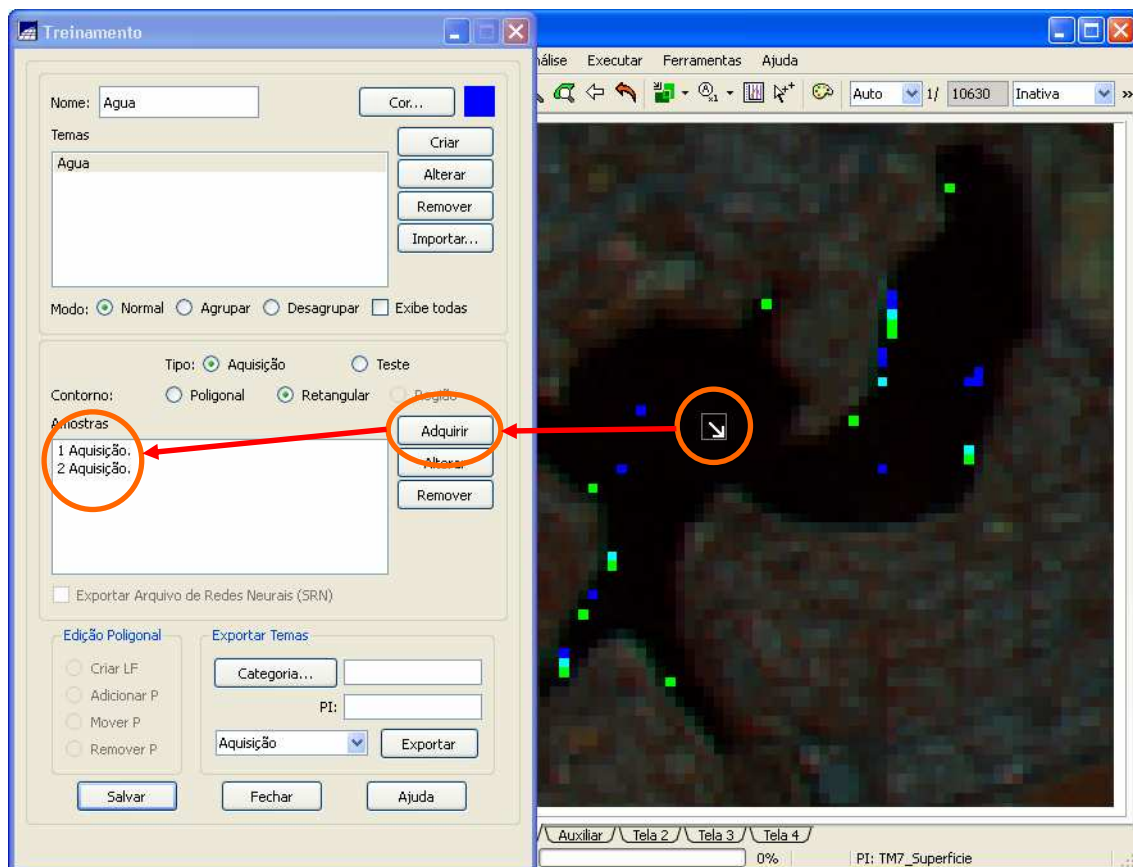


Figura 7.4 – Janela Treinamento em primeiro plano e, na tela principal, adquirindo amostras de pixels do tema “Água” da Lagoa da Pampulha.

Adquiridas as amostras dos temas criados, clique em →

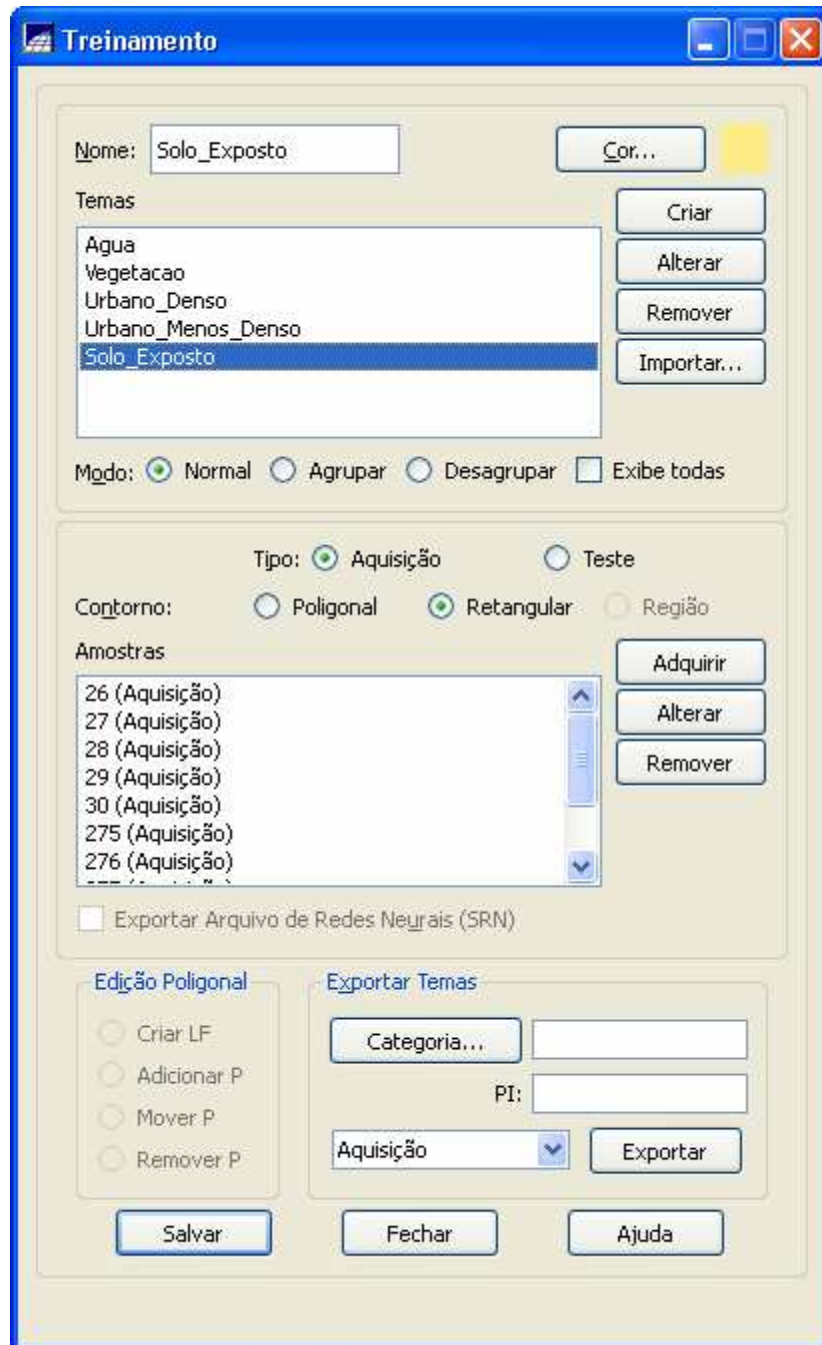



Figura 7.5 – Janela Treinamento após criar os temas de ocupação do solo e adquiridas as amostras necessárias para cada.

7.3 – Analisar Amostras e Classificar Imagem

Janela Classificação

Clique em 

Janela Classificação de Imagens

Crie um arquivo de imagem classificada.

Nome: “classificada” (sugestão de nome).

Clique em 


Classificador: *Maxver*

Limiar de Aceitação: teste vários tais que a análise de amostras (explicado a seguir) tenha um desempenho médio próximo de 100%.

Clique em 

Janela Análise de Amostras

Essa janela mostra o resultado da análise de amostras segundo o tipo de classificador e o limiar de aceitação. Um *Desempenho Médio* próximo a 100% é considerado bom. Se este for baixo, identifique, na *Matriz de Confusão do Tema*, o tema que teve baixa aceitação e verifique também quais amostras tiveram pouca aceitação na *Matriz de Confusão da Amostra*. Nesse caso retorne à etapa de *Treinamento* para melhorar suas amostras.

Clique em 

Janela Classificação de Imagens

Clique em 

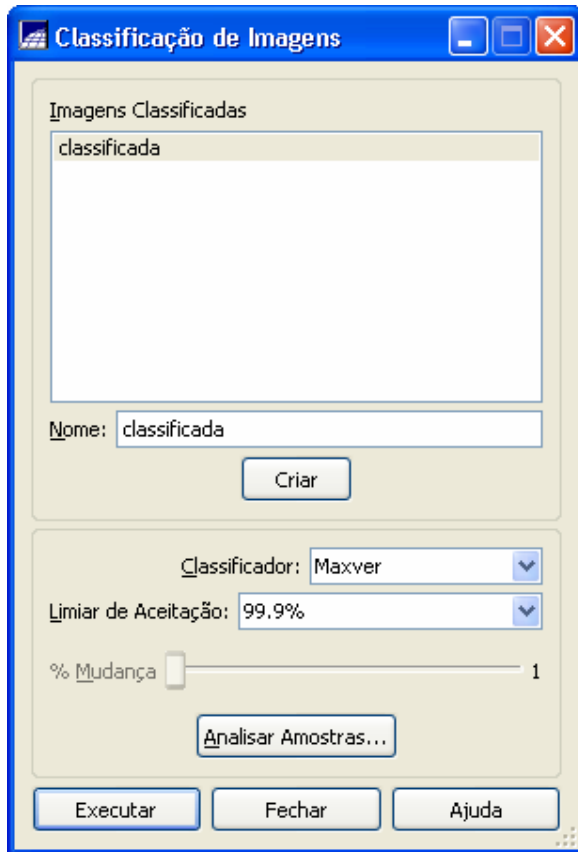


Figura 7.6 – Janela Classificação de Imagens.

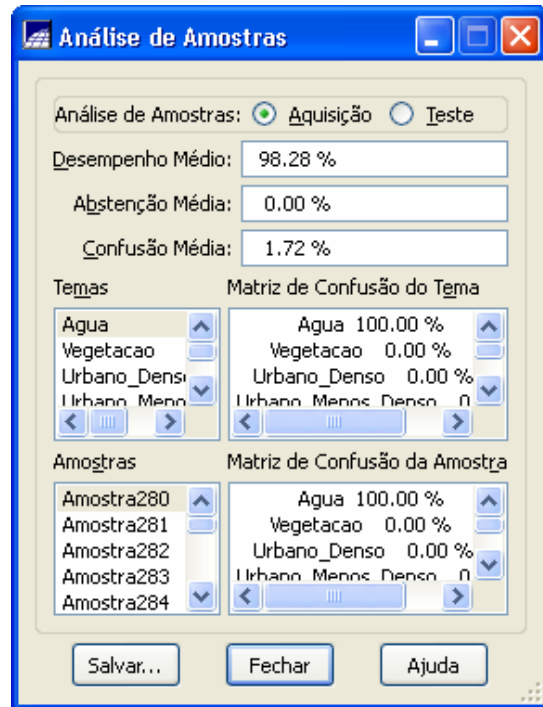


Figura 7.7 – Janela Análise de Amostras.

No Painel de Controle, aparecerá o PI “classificada” na categoria “Imagem_Superficie”.

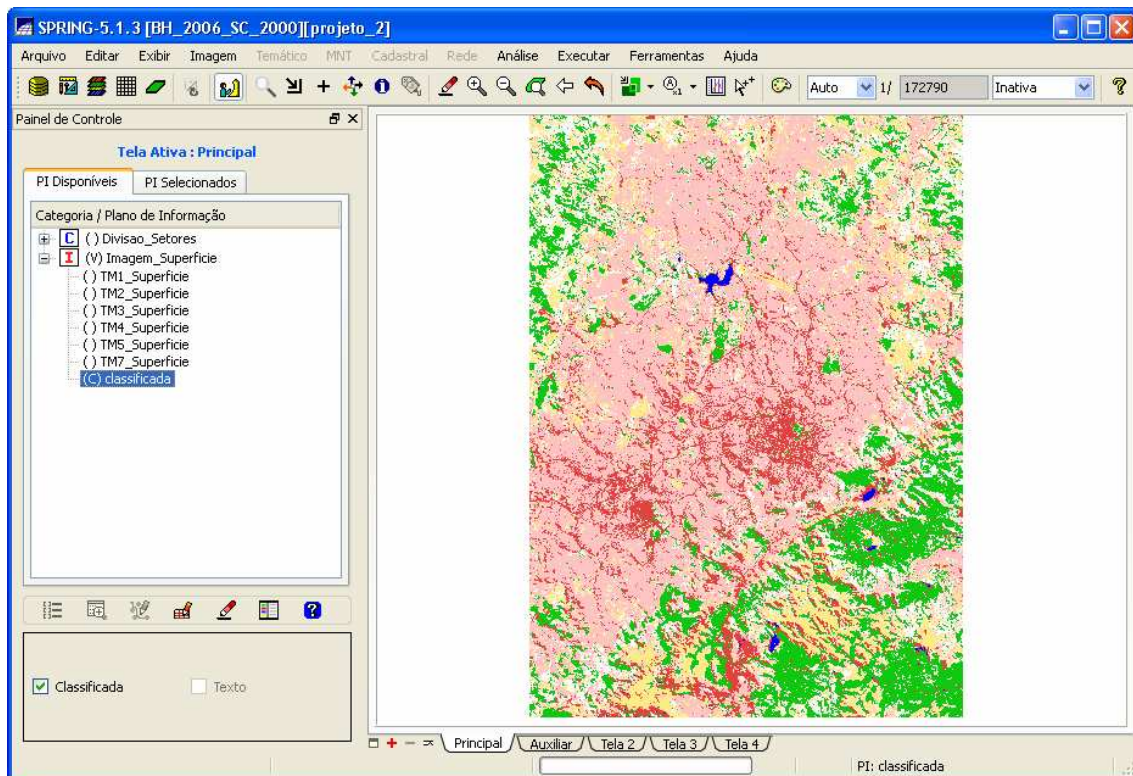


Figura 7.8 – Imagem classificada de Belo Horizonte.

7.4 – Executar Mapeamento para Classes Temáticas

Janela Classificação

Clique em

Janela Mapeamento para Classes

Classifique os temas como *Urbano* e *Nao_Urbano*.

Imagens Classificadas: Selecione *classificada*.

Categorias: Selecione *Urbano*.

Temas: Selecione um tema.

Classes: Selecione a classe a que deve pertencer esse tema.

Clique em →

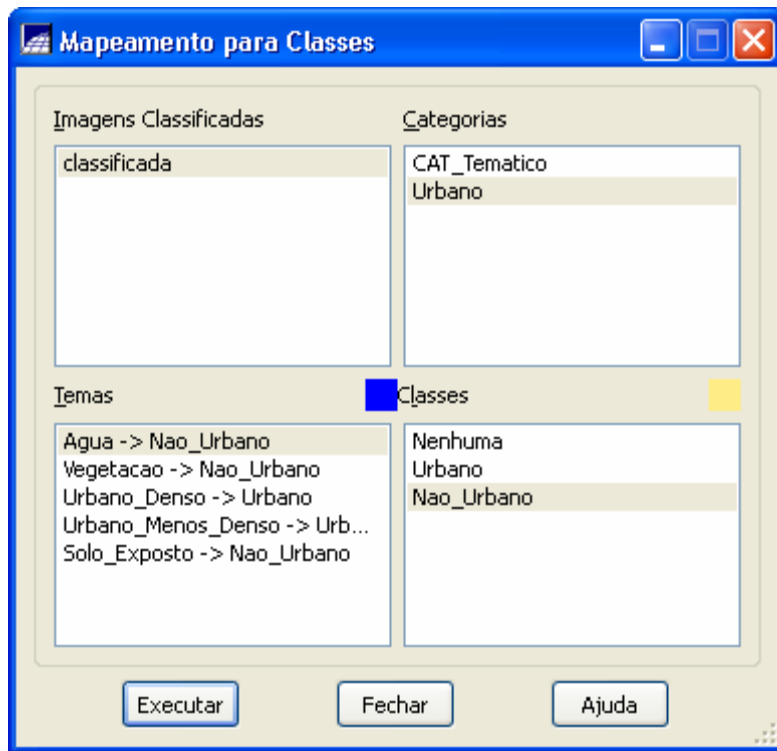


Figura 7.9 – Janela Mapeamento para Classes.

Janela Classificação

Clique em

No Painel de Controle aparecerá a categoria "Urbano" do tipo Temática.

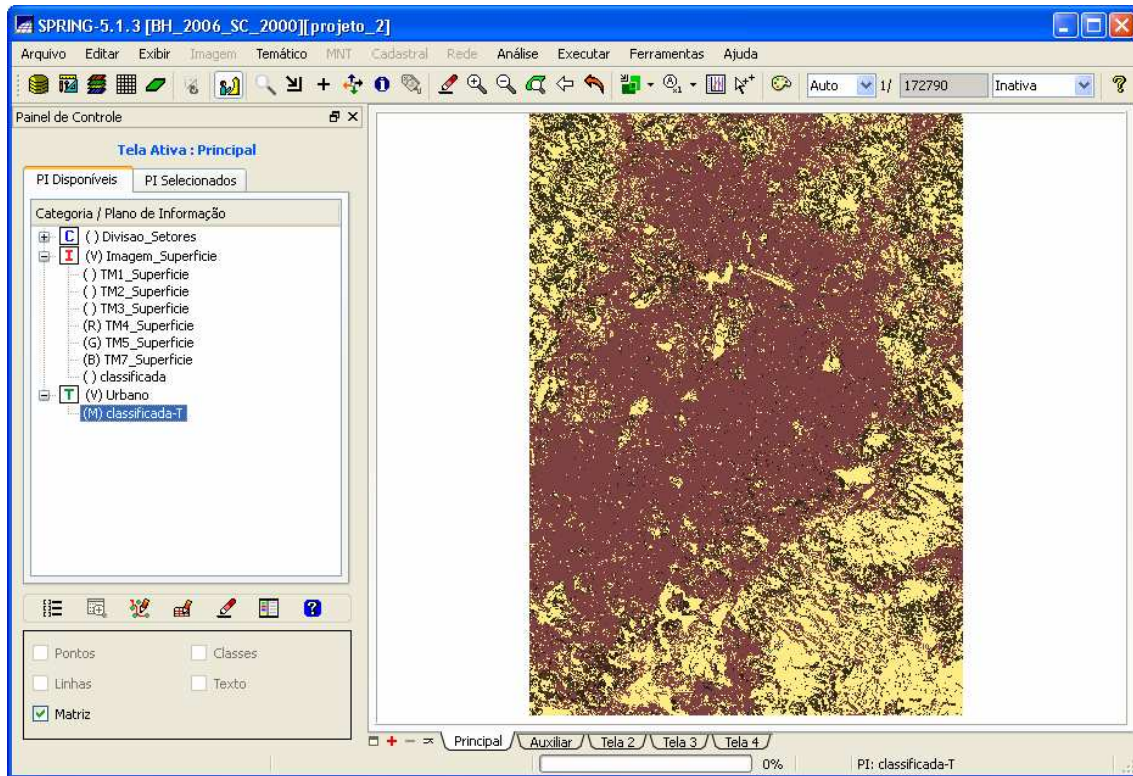


Figura 7.10 – Mapa Temático da imagem LANDSAT tendo os pixels classificados como áreas urbanas (na cor marrom) ou não urbanas (na cor amarela).

CAPÍTULO 8 – ESPACIALIZAÇÃO

Num *software* SIG, entende-se por espacializar como sendo o processo de transformar o atributo de um objeto armazenado no modelo cadastral em uma grade numérica. Dessa forma, pode-se ver como o atributo está distribuído espacialmente e como varia de acordo com sua posição no mapa/imagem em estudo.

8.1 – Espacializar Atributos do Mapa de Setores Censitários

Siga o procedimento descrito na seção 5.1 do capítulo 5 para executar os programas em LEGAL dos seguintes arquivos:

“Espacializa_ID.alg”, “Espacializa_POP.alg” e “Espacializa_TSETOR.alg”.

8.2 – Espacializar Classes Temáticas

Da mesma forma, execute o programa do arquivo:

“Tematico_para_Numerico.alg”.

No Painel de Controle, aparecerão as categorias “Espacializado” e “Numerico” com Pl’s correspondentes a cada um dos programas em LEGAL executados.

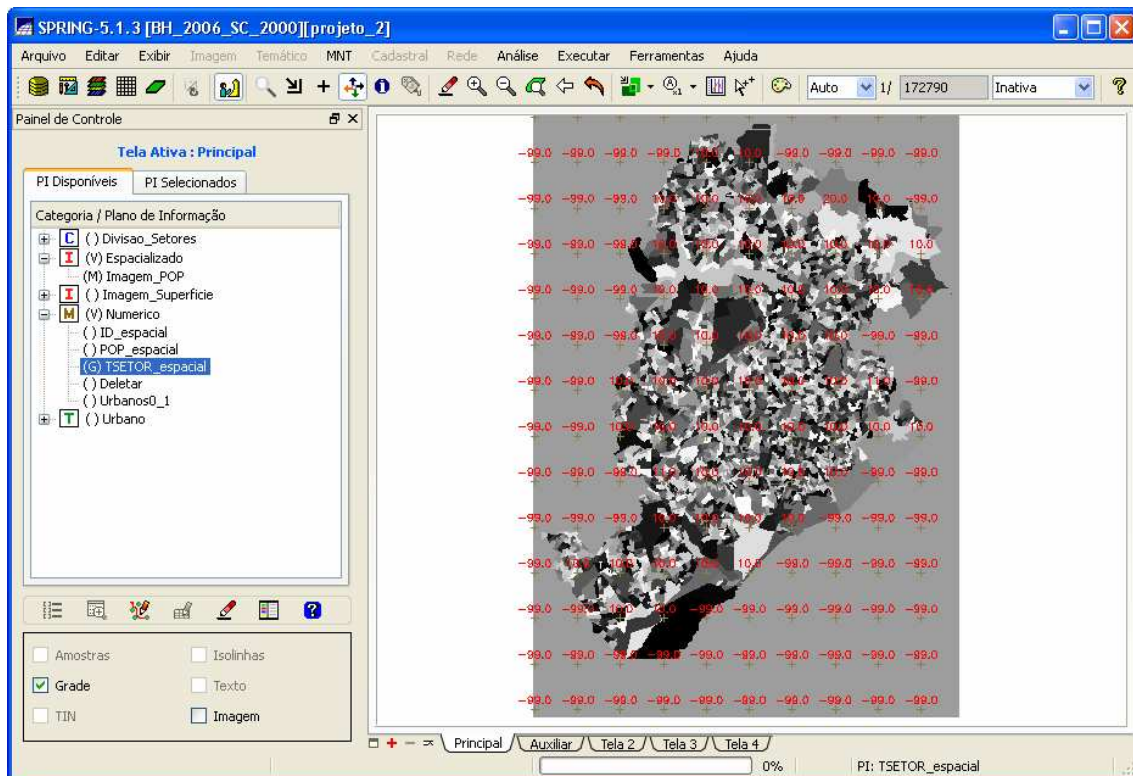


Figura 8.1 – Tela principal do SPRING com o atributo “TSETOR” espacializado e a imagem do PI “Imagem_POP”.

8.3 – Corrigir Defasagem dos PI’s

Os PI’s numéricos e de imagem terão, na maioria das vezes, tamanhos diferentes. Além disso, imagens que não tenham sido bem registradas, quando importadas, apresentam certas distorções no seu contorno. O procedimento a seguir descreve uma forma comum para corrigir a defasagem entre os PI’s numérico e de imagem e, também, distorções que pode apresentar esse último.

Desenhe na tela principal, o mapa cadastral e uma imagem de reflectância de superfície. Deixe selecionado no Painel de Controle o PI da imagem.

Na Barra de Menus clique em

Ferramentas → **Recortar Plano de Informação...**

Janela Recortar Plano de Informação

Escolha as opções “Retângulo Envolvente”, “Categoria” e “Interno”. Nos campos ao lado de “Categoria” deve estar, no primeiro, “Imagem_Superficie” e, no segundo (em branco), escreva um sufixo (por

exemplo, “corrigido”) para o nome de novos PI’s que serão criados com o recorte que será feito.

Clique em

Janela Retângulo Envolvente

Cursor: Marcar *S/M*.

Coordenadas: Marcar *Planas*.

Da mesma forma como descrito na seção 4.2 do capítulo 4, na tela principal, desenhe um retângulo que deixe suficientemente a imagem no mapa cadastral.

Clique em

Serão retornadas as coordenadas do retângulo desenhado. Copie estas em um editor de texto, pois elas serão usadas para fazer o recorte dos PI’s da categoria “Numerico”.

Clique em

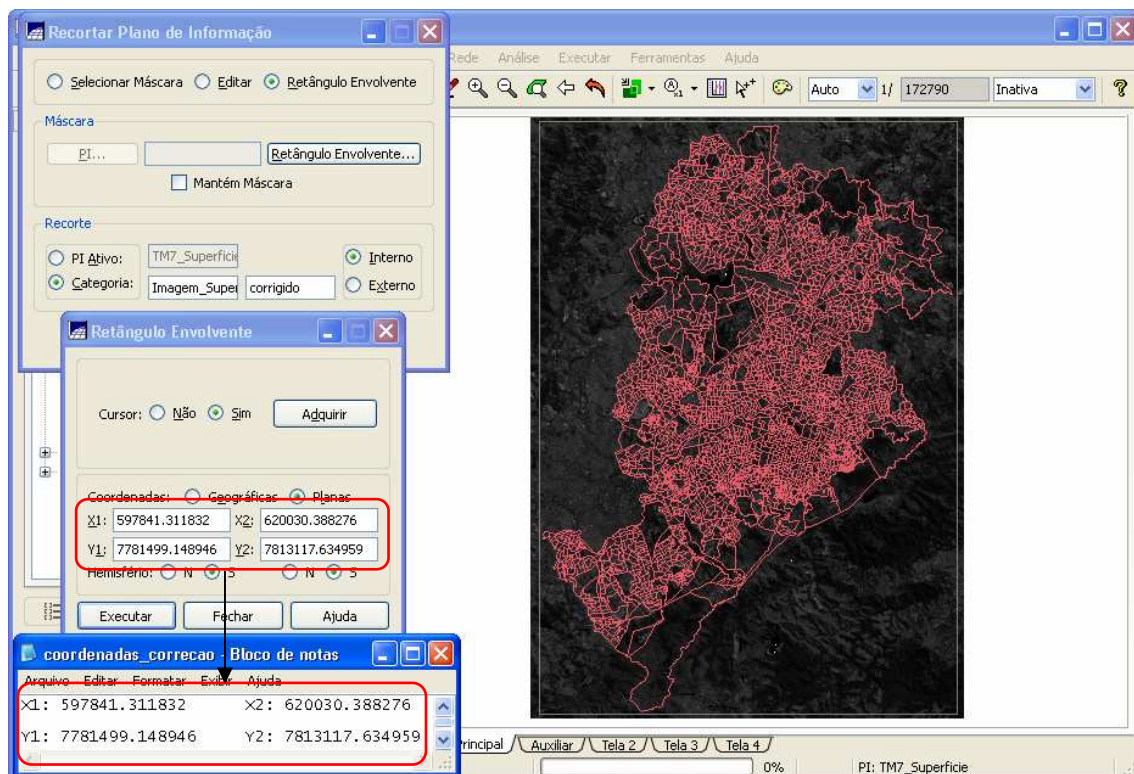


Figura 8.2 – Obtendo coordenadas de retângulo envolvente para o recorte da imagem de refletância de superfície da banda 7.

Na figura 8.2, por exemplo, foram obtidas as coordenadas planas do seguinte retângulo envolvente:

Coordenadas de Retângulo Envolvente	
X1: 597841.311832	X2: 620030.388276
Y1: 7781499.148946	Y2: 7813117.634959

Quadro 8.1 – Coordenadas de retângulo envolvente para o recorte dos PI's da categoria "Imagem_Superficie" e, posteriormente, também para o recorte dos PI's da categoria "Numerico".

Janela Recortar Plano de Informação

Clique em →

Selecione no Painel de Controle um PI correspondente aos atributos espacializados da categoria "Numerico".

Na Barra de Menus clique em

→

Janela Recortar Plano de Informação

Escolha as opções "Retângulo Envolvente", "Categoria" e "Interno". Nos campos ao lado de "Categoria" deve estar, no primeiro, "Numerico" e, no segundo, o sufixo "corrigido" do nome dos novos PI's criados com o recorte das imagens. Deixe o mesmo.

Clique em

Janela Retângulo Envolvente

Cursor: Marcar *Não*.

Coordenadas: Marcar *Planas*.

Transcreva as coordenadas de recorte dos PI's da categoria "Imagem_Superficie" nos respectivos campos para fazer o mesmo recorte aos PI's da categoria "Numerico".

Clique em

Janela Recortar Plano de Informação

Clique em →

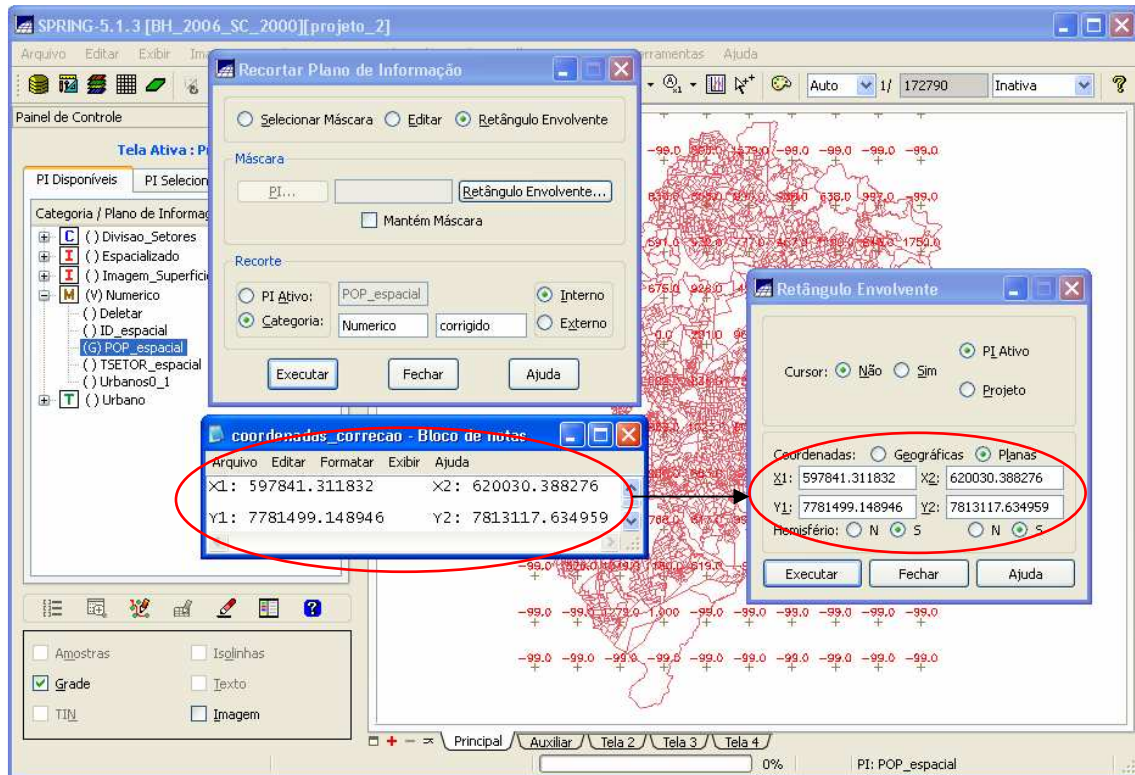


Figura 8.3 – Atribuindo as coordenadas de retângulo envolvente das imagens de reflectância de superfície aos PI's da categoria "Numerico".

Os PI's gerados com o sufixo "corrigido", no Painel de Controle, estão corrigidos quanto à defasagens, distorções e, destaca-se, tem o mesmo tamanho (mesmo número de linhas e colunas).

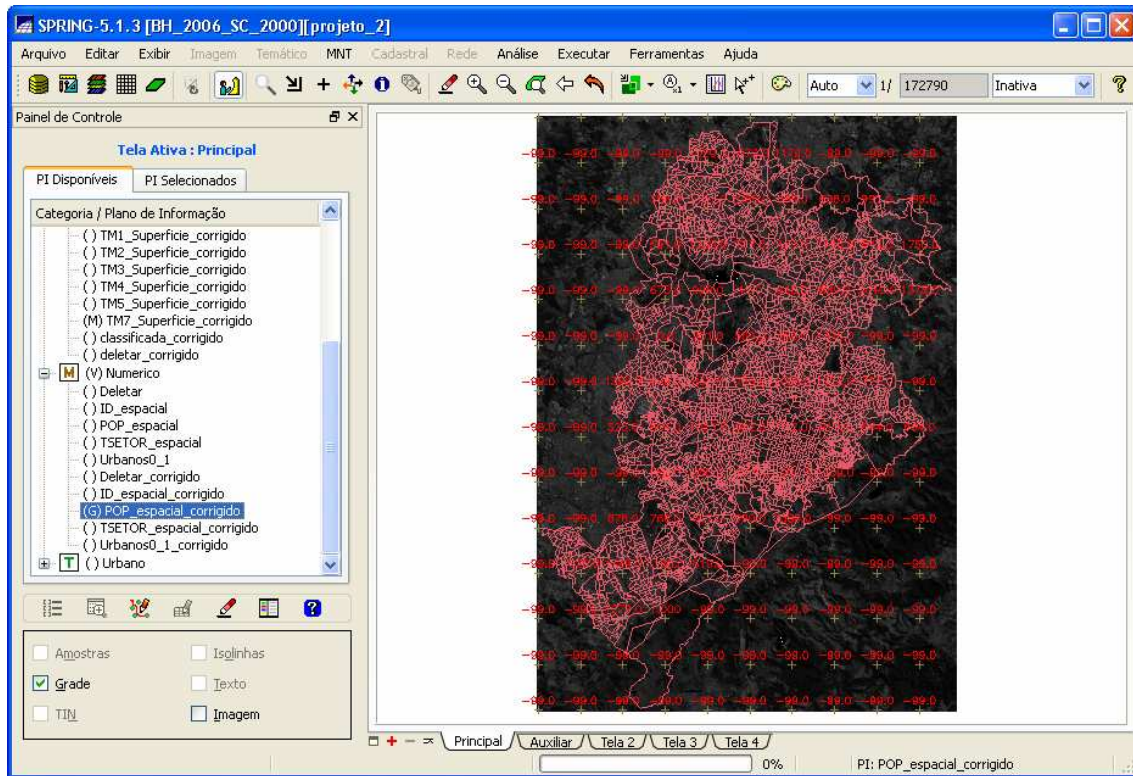


Figura 8.4 – Tela principal do SPRING com o desenho dos PI’s corrigidos da imagem da banda 7 e o atributo “POP” espacializado.

8.4 – Exportar PI’s

8.4.1 – Exportar Atributos

Com exceção do PI “Deletar_corrigido”, siga o procedimento a seguir para exportar os PI’s corrigidos da categoria “Numerico” como grade regular.

No Painel de Controle, selecione um dos PI’s corrigidos da categoria “Numerico”.

Na Barra de Menus clique em




Janela Exportar

Formato: ASCII-SPRING

Coord.: Planas(metros)

Entidade: Grade Reg.

Separador: “;” (ponto e virgula)

Clique em  e salve na pasta *Tutorial*, de preferência sem o sufixo “corrigido” no nome do arquivo.


Ao terminar de exportar todos os PI’s clique em .



Figura 8.5 – Exportando um PI da categoria “Numerico”.

8.4.2 – Exportar Imagens

Siga o procedimento a seguir para exportar como grade regular a imagem de reflectância de superfície (corrigida) da banda 1. Repita o mesmo para exportar as imagens (corrigidas) das demais bandas.

No Painel de Controle selecione o PI “TM1_Superficie_corrigido”.


Na Barra de Menus clique em

 →  → 

Janela Exportar

Formato: *ASCII-SPRING*

Planos de Informação: *TM1_Superficie_corrigido*

Clique em  e salve na pasta *Tutorial*, de preferência sem o sufixo “corrigido” no nome do arquivo.


Ao terminar de exportar todos os PI's clique em .



Figura 8.6 – Exportando a imagem de reflectância de superfície da banda 1.

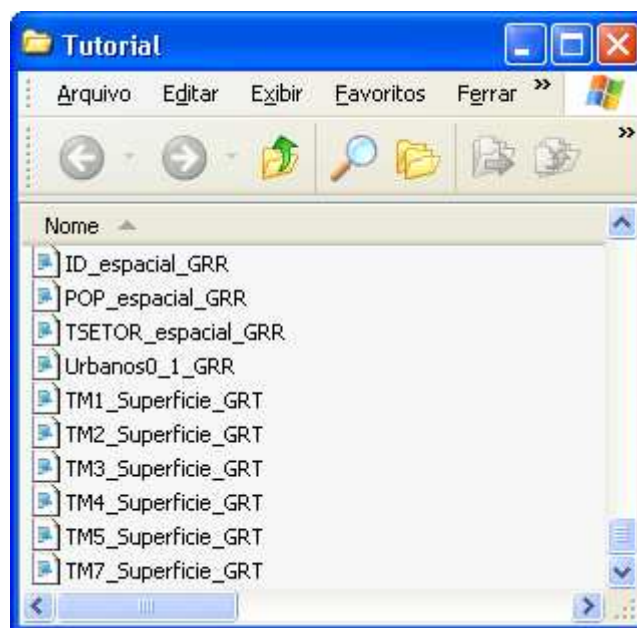


Figura 8.7 – Arquivos exportados na pasta Tutorial.

CAPÍTULO 9 – CÁLCULO DE ESTATÍSTICAS ZONAIS E GERAÇÃO DE PONTOS AMOSTRAIS


Para a montagem dos bancos ao nível de setores e de pixels, ainda restam dados a serem processados.

A saber, para o banco de setores, é necessário calcular estatísticas envolvendo seus atributos. Já para o banco de pixels, resta obter as coordenadas dos centróides dos setores censitários através da geração de pontos amostrais. Este capítulo descreve esses procedimentos, que serão os últimos a serem feitos no ambiente SPRING.


9.1 – Estatísticas Zonais

As estatísticas serão alocadas na tabela/objeto espacial “SC_2000_pol_O”, que foi importado na seção 4.1 do capítulo 4. Para tal, primeiro é preciso criar e definir no objeto os atributos/variáveis correspondentes a cada estatística. Por fim, programas em LEGAL serão executados para fazer os devidos cálculos.

9.1.1 – Criar Atributos

Na Barra de Ferramentas, clique no botão *Objeto e Não Espacial*: 

Janela Objeto e Não Espacial / Aba Tabelas

Selecione o objeto “SC_2000_pol_O” e clique na aba 

Janela Objeto e Não Espacial / Aba Atributos

Inserir (criar) os seguintes atributos do tipo *Real*:

Atributos		
PixURB00	AreURB00	AreaPi00

Quadro 9.1 – Nome de Atributos Para Contagem de Pixels e Cálculo de Área Urbana Por Setor.

Atributos							
TM12_rat	TM13_rat	TM14_rat	TM15_rat	TM17_rat	TM23_rat	TM24_rat	TM25_rat
TM27_rat	TM34_rat	TM35_rat	TM37_rat	TM45_rat	TM47_rat	TM57_rat	Deletar

Quadro 9.2 – Nome de Atributos dos Valores Médios da Razão entre Bandas³.

Atributos					
TM1_urb	TM2_urb	TM3_urb	TM4_urb	TM5_urb	TM7_urb

Quadro 9.3 – Nome de Atributos da Média da Reflectância da Área Urbana.

Nome: Dê o nome do atributo.

Tipo: *Real*

Clique em 

Criados todos os atributos, clique em .

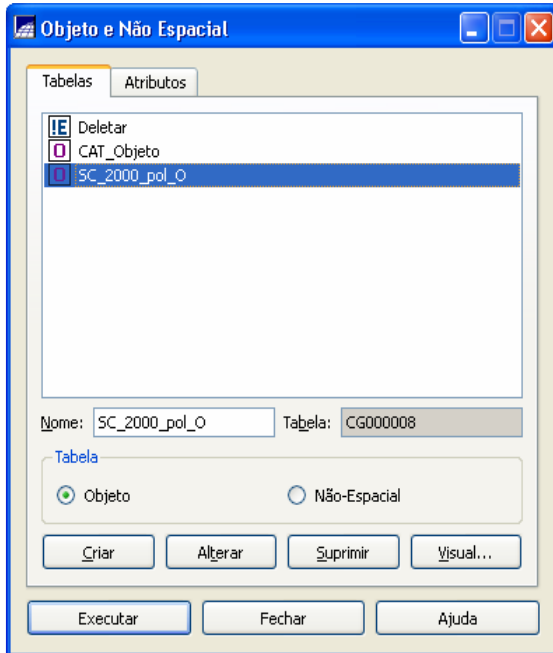


Figura 9.1 – Janela Objeto e Não Espacial / Tabelas.

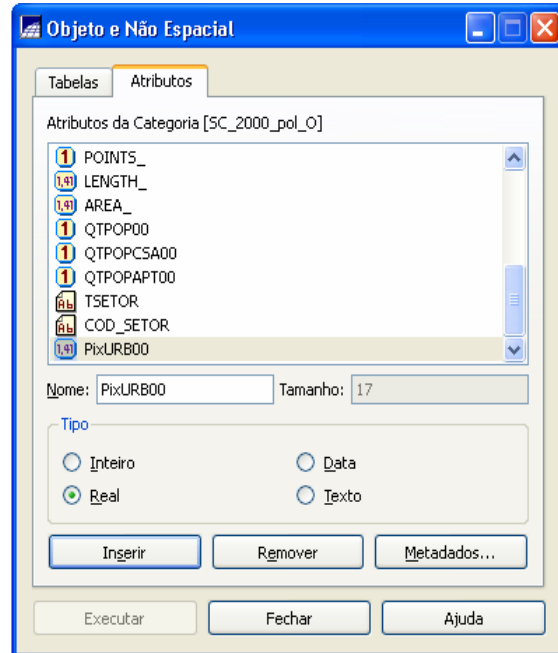


Figura 9.2 – Janela Objeto e Não Espacial / Atributos.

³ A razão entre bandas é o quociente entre a reflectância do alvo em duas bandas do sensor.

9.1.2 – Calcular Estatísticas Zonais

Siga o procedimento descrito na seção 5.1 do capítulo 5 para executar os programas em LEGAL dos seguintes arquivos:

“Setores_area_urbana_tutorial.alg”, “Setores_razoes_TM_tutorial.alg” e “Setores_Reflect_Media_tutorial.alg”.

9.1.3 – Exportar Tabela (Parte 1)

No Painel de Controle, selecione o PI “Setores” da categoria Cadastral.

Na Barra de Menus clique em

→ →

Formato: *SHAPEFILE*

Coord.: *Planas(metros)*

Clique em e, na janela Lista de Categorias, selecione “SC_2000_pol_O”. Clique em

De volta a janela Exportar, clique em e salve na pasta *Tutorial*.

Ao terminar clique em .

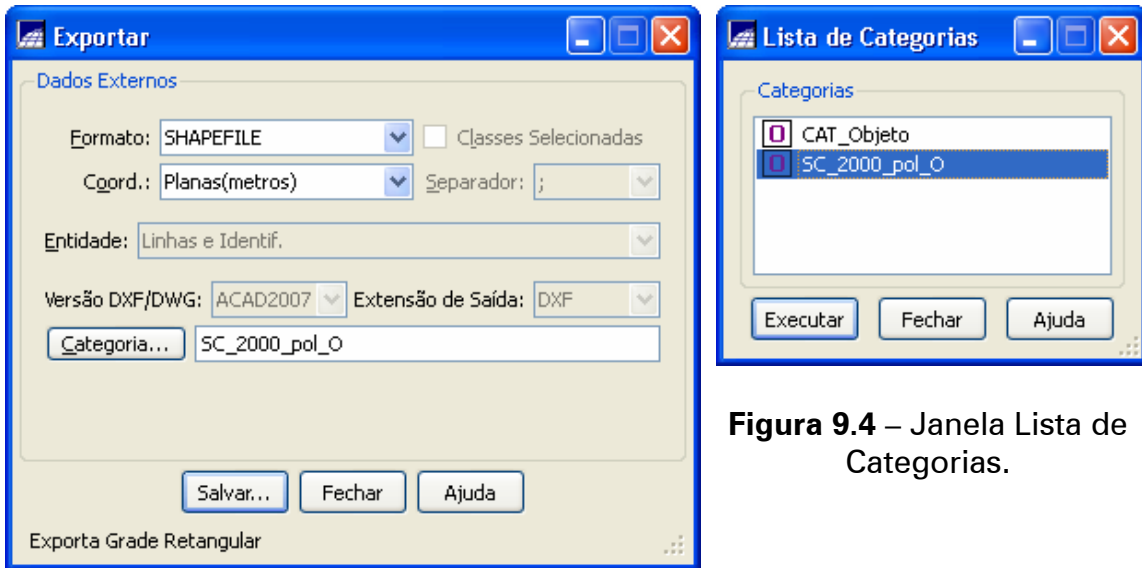


Figura 9.4 – Janela Lista de Categorias.

Figura 9.3 – Janela Exportar.

9.1.4 – Editar Tabela

Assim como o R, o SPRING utiliza "." (ponto) em vez de "," (vírgula) para separar casas decimais. Como os dados da tabela serão lidos no R, é necessário que a planilha utilizada para editá-la, e posteriormente, exportá-la, esteja configurada para aceitar "ponto" como separador decimal.

No Excel, essa configuração pode ser feita no menu Ferramentas → Opções. Selecione a aba Internacional; desative a opção "Usar separadores de sistema" e defina "." (ponto) como separador decimal.

Outra opção, mas que não é utilizada aqui, seria mudar os códigos em R na montagem do banco de setores (este que vai utilizar os dados da tabela) para que reconheça "," (vírgula) e depois convertê-las em "." (ponto).

Prosseguindo, na pasta *Tutorial*, abra o arquivo "SC_2000_O_pol.dbf" (da tabela exportada) e edite para que as colunas fiquem na ordem a seguir.

Coluna	Atributo	Descrição
1	SPRROTULO	Identificador do setor. Este atributo deve ser renomeado para " ROTULO " e transformado em atributo do tipo número.
2	TSETOR	Tipo de setor.
3	QTPOP00	População total do setor em 2000.
4	QTPOPCSA00	População total do setor em 2000 morando em casas.
5	QTPOPAPT00	População total do setor em 2000 morando em apartamentos.
6 a 11	TM1_URB a TM7_URB	Reflectância de superfície média dos pixels do setor das bandas de 1 a 7, respectivamente.
12 a 16	TM12_RAT, TM13_RAT, TM14_RAT, TM15_RAT, TM17_RAT	Média da razão entre a reflectância da banda 1 e as outras bandas.
17 a 20	TM23_RAT, TM24_RAT, TM25_RAT, TM27_RAT	Média da razão entre a reflectância da banda 2 e as outras bandas (menos banda 1).
21 a 23	TM34_RAT, TM35_RAT, TM37_RAT	Média da razão entre a reflectância da banda 3 e as outras bandas (menos bandas 1 e 2).
24 e 25	TM45_RAT, TM47_RAT	Média da razão entre a reflectância da banda 4 e as outras bandas (menos bandas 1, 2 e 3).
26	TM57_RAT	Média da razão entre a reflectância da banda 5 e banda 7.
27	AREAPI00	área total do setor em 2000 (estimada via pixels da imagem).
28	AREURB00	área urbana em 2000 (estimada via imagens pelo número de pixels urbanos no setor).

Quadro 9.4 – Formato final do arquivo "SC_2000_O_pol.dbf".

Substituir células vazias por -99.

	A	B	C	D	E	F	G
1	ROTULO	TSETOR	QTPOPOP00	QTPOPCS00	QTPOAPT00	TM1_URB	TM2_URB
2	1	10	622	561	58	9.4833	16.2833
3	2	10	839	839	0	9.1765	17.1765
4	3	10	1378	1360	2	5.2732	13.6243
5	4	10	1042	1013	25	63.1875	105.1250
6	5	10	849	846	0	5.6286	11.7143
7	6	10	964	960	0	10.0000	17.9512
8	7	10	771	614	0	9.7778	18.3056
9	8	10	1065	1058	6	11.6618	20.3382
10	9	10	829	829	0	8.5394	23.7047
11	10	10	1468	1459	0	0.2252	9.4955
12	11	10	1525	1523	0	14.4460	22.2158
13	12	11	1388	1357	0	6.6361	17.7633
14	13	10	922	908	0	-3.1951	1.9756
15	14	10	1034	1027	0	8.1843	22.0209
16	15	10	1539	1535	0	11.4134	26.0659
17	16	10	799	799	0	10.9348	20.0217

Figura 9.5 – Arquivo “SC_2000_O_pol.dbf” editado no Excel.

9.1.5 – Exportar Tabela (Parte 2)

Salvar a tabela editada no Excel como arquivo do tipo "Texto (separado por tabulações)". No arquivo exportado, apagar o cabeçalho e o espaço que fica ao final.

1	10	622	561	58	9.4833	16.2833
2	10	839	839	0	9.1765	17.1765
3	10	1378	1360	2	5.2732	13.6243
4	10	1042	1013	25	63.1875	105.1250
5	10	849	846	0	5.6286	11.7143
6	10	964	960	0	10.0000	17.9512
7	10	771	614	0	9.7778	18.3056
8	10	1065	1058	6	11.6618	20.3382
9	10	829	829	0	8.5394	23.7047
10	10	1468	1459	0	0.2252	9.4955
11	10	1525	1523	0	14.4460	22.2158
12	11	1388	1357	0	6.6361	17.7633
13	10	922	908	0	-3.1951	1.9756
14	10	1034	1027	0	8.1843	22.0209
15	10	1539	1535	0	11.4134	26.0659
16	10	799	799	0	10.9348	20.0217
17	10	1233	1229	4	8.1754	21.3200

Figura 9.6 – Arquivo “SC_2000_O_pol.txt”.

9.2 – Pontos Amostrais

9.2.1 – Gerar Pontos Amostrais

No Painel de Controle, selecione o PI “Setores” da categoria Cadastral.

Na Barra de Menus,

Clique em **Ferramentas** → **Geração de Pontos Amostrais...**

Janela Geração de Pontos Amostrais

Clique em **Categoria de Saída...**

Janela Lista de Categorias

Selecione a categoria “Divisao_Setores” e clique em **Executar**

Janela Geração de Pontos Amostrais

PI de Saída: “Coordenadas_SC” (sugestão de nome).

Clique em **Executar**



Figura 9.7 – Janela Geração de Pontos Amostrais.



Figura 9.8 – Janela Lista de Categorias.

Clique em para a mensagem que irá aparecer da figura 9.9.

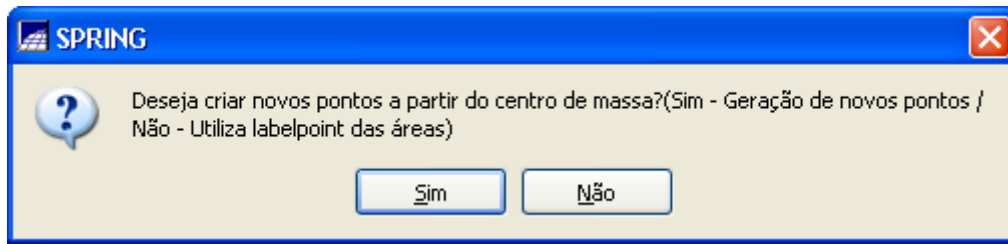


Figura 9.9 – Mensagem para confirmar a geração de pontos amostrais.

No Painel de Controle, aparecerá o PI “Coordenadas_SC_LAB”.

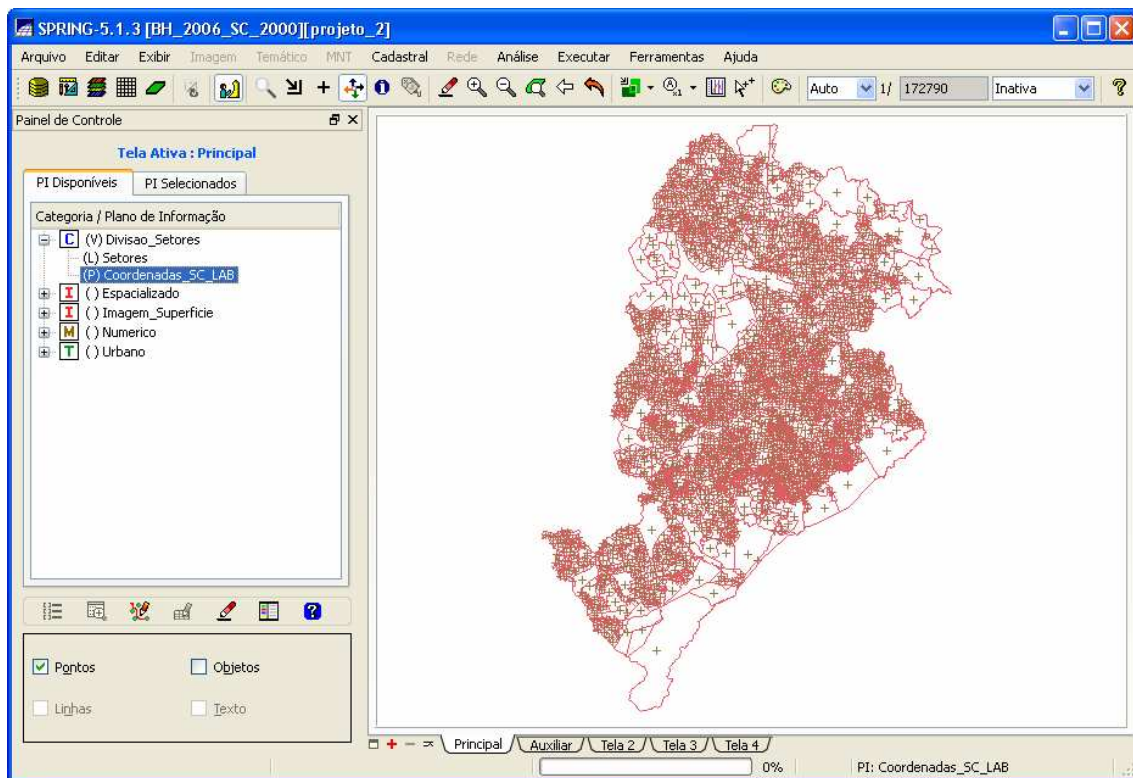


Figura 9.10 – Mapa Cadastral e os pontos centróides indicados por uma cruz marrom .

9.2.2 – Exportar Pontos Amostrais

No Painel de Controle, selecione o PI "Coordenadas_SC_LAB".

Na Barra de Menus, clique em

Arquivo → **Exportar** → **Exportar Dados Vetoriais e Matriciais...**

Janela Exportar

Formato: ASCII-SPRING

Coord.: Planas(metros)

Entidade: Pontos

Separador: ";" (ponto e virgula)

Clique em **Salvar...** e salve na pasta *Tutorial*.

Ao terminar, clique em **Fechar**.



Figura 9.11 – Janela Exportar.

No arquivo exportado, apague o cabeçalho e o espaço que fica ao final, salve e abra-o no Excel para excluir as duas últimas colunas. Ainda no Excel, salve o arquivo como do tipo "Texto (separado por tabulações)".

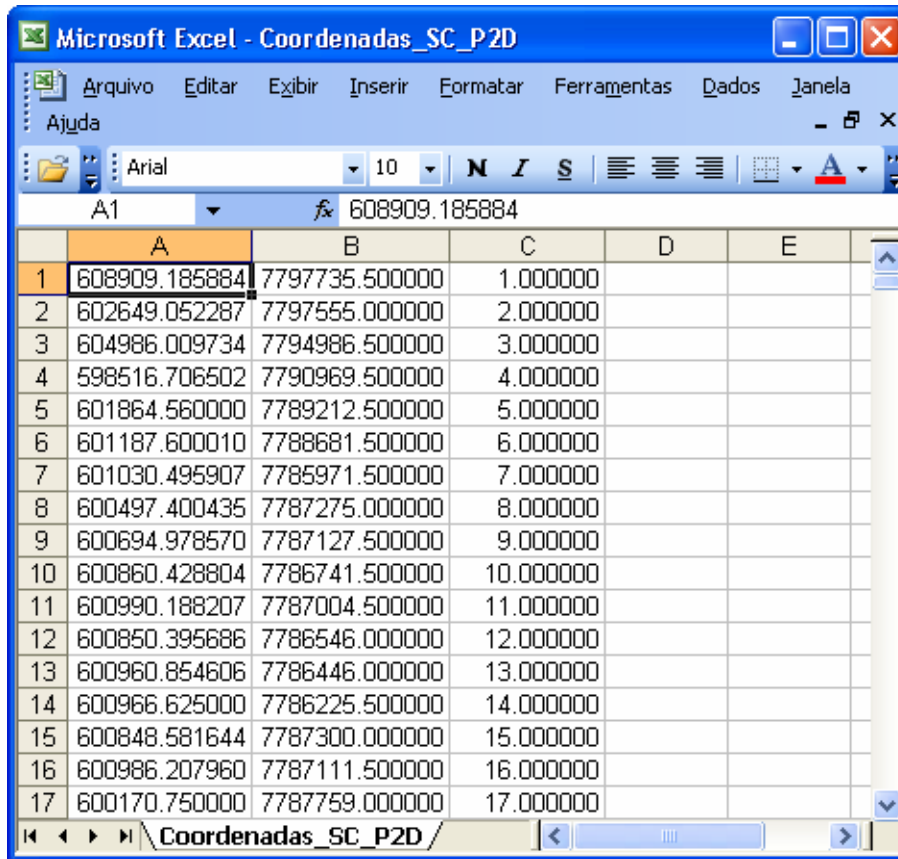


Figura 9.12 – Arquivo “Coordenadas_SC_P2D.spr” editado no Excel.

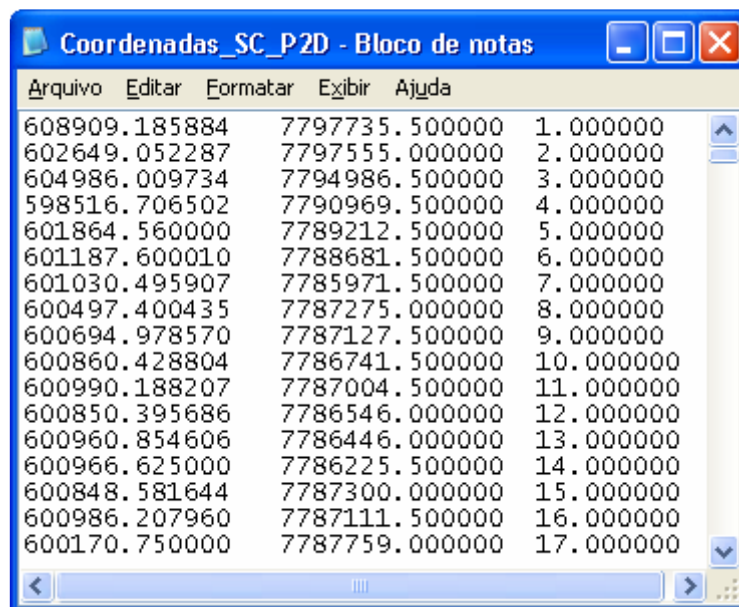


Figura 9.13 – Arquivo “Coordenadas_SC_P2D.txt”.

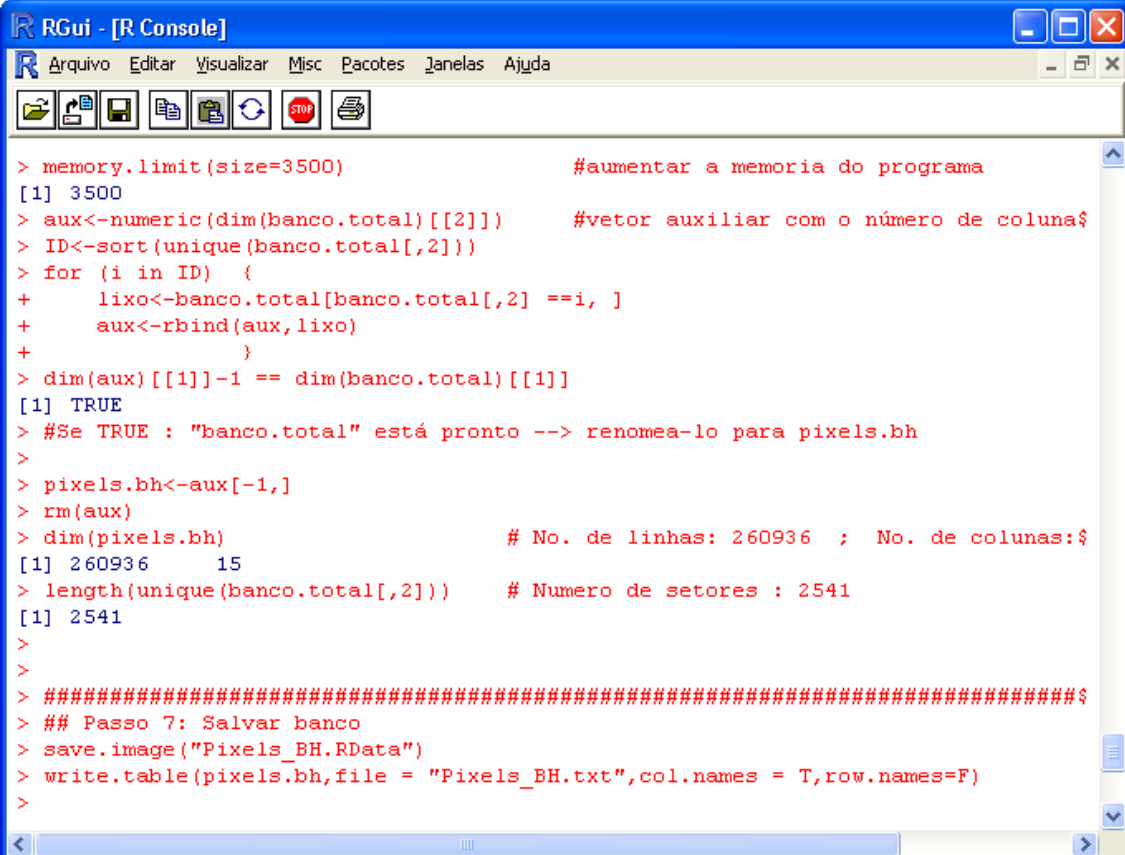
CAPÍTULO 10 – MONTAGEM DOS BANCOS DE DADOS

Por fim, os bancos de dados ao nível de pixels e setores serão montados no ambiente R. Os códigos para a montagem dos dois bancos já estão prontos, bastando somente adequá-los aos arquivos exportados nos capítulos 8 e 9.

10.1 – Montagem do Banco de Dados de Pixels

No ambiente R, execute os comandos do arquivo “comandos_banco_pixels.R”, lembrando antes de adaptá-lo aos arquivos exportados do SPRING.

Nota: O tamanho das grades é um valor necessário a informar para a montagem do banco de pixels. Esse pode ser obtido dos cabeçalhos dos arquivos de entrada (grades de imagem, atributos, etc.). Uma vez utilizada essa informação, **apague**, de todos esses arquivos, os cabeçalhos e o espaço que sobra ao final do arquivo.



```

RGui - [R Console]
Arquivo Editar Visualizar Misc Pacotes Janelas Ajuda

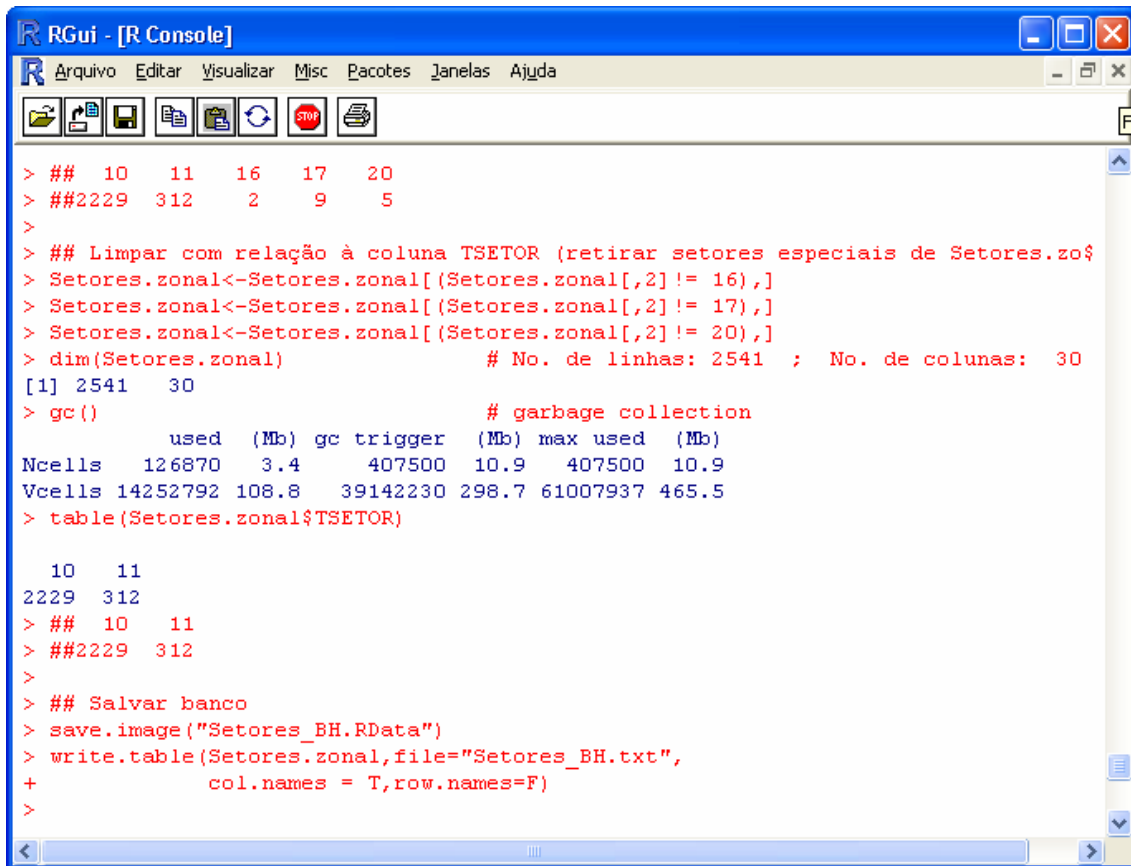
> memory.limit(size=3500) #aumentar a memoria do programa
[1] 3500
> aux<-numeric(dim(banco.total)[[2]]) #vetor auxiliar com o número de coluna$
> ID<-sort(unique(banco.total[,2]))
> for (i in ID) {
+   lixo<-banco.total[banco.total[,2] ==i, ]
+   aux<-rbind(aux,lixo)
+ }
> dim(aux)[[1]]-1 == dim(banco.total)[[1]]
[1] TRUE
> #Se TRUE : "banco.total" está pronto --> renomea-lo para pixels.bh
>
> pixels.bh<-aux[-1,]
> rm(aux)
> dim(pixels.bh) # No. de linhas: 260936 ; No. de colunas:$
[1] 260936 15
> length(unique(banco.total[,2])) # Numero de setores : 2541
[1] 2541
>
>
> #####
> ## Passo 7: Salvar banco
> save.image("Pixels_BH.RData")
> write.table(pixels.bh,file = "Pixels_BH.txt",col.names = T,row.names=F)
>

```

Figura 10.1 – Montando o banco de pixels no R.

10.2 – Montagem de Banco de Dados de Setores

No ambiente R, execute os comandos do arquivo “comandos_banco_setores.R” lembrando antes de adaptar-lo aos arquivos exportados do SPRING.



```

RGui - [R Console]
Arquivo Editar Visualizar Misc Pacotes Janelas Ajuda

> ## 10 11 16 17 20
> ##2229 312 2 9 5
>
> ## Limpar com relação à coluna TSETOR (retirar setores especiais de Setores.zo$
> Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,2] != 16),]
> Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,2] != 17),]
> Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,2] != 20),]
> dim(Setores.zonal) # No. de linhas: 2541 ; No. de colunas: 30
[1] 2541 30
> gc() # garbage collection
used (Mb) gc trigger (Mb) max used (Mb)
Ncells 126870 3.4 407500 10.9 407500 10.9
Vcells 14252792 108.8 39142230 298.7 61007937 465.5
> table(Setores.zonal$TSETOR)

 10 11
2229 312
> ## 10 11
> ##2229 312
>
> ## Salvar banco
> save.image("Setores_BH.RData")
> write.table(Setores.zonal,file="Setores_BH.txt",
+ col.names = T,row.names=F)
>

```

Figura 10.2 – Montando o banco de setores no R.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS U. M. e GARRIDO, J.. SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS by Object-Oriented Data Modelling. **Computer & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

HARVEY, J. T. Estimating census district populations from satellite imagery: some approaches and limitations. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 23, n. 10, p. 2071-2095, 2002a.

_____. Population estimation models based on Individuals TM Pixels. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, vol. 68, n. 11, p. 1181-1192, 2002b.

IISAKA, J.; HEGEDUS, E. Population estimation from Landsat Imagery. **Remote Sensing of Environment**, vol. 12, p. 259- 272, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico de 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 17 jul. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS - INPE: Divisão de Geração de Imagens – DGI. **Catálogo de Imagens**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR>>. Acesso em 25 abr. 2009.

LO, C. P. Automated population and dwelling unit estimation from high-resolution satellite images: a GIS approach. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 16, n.1, p. 2071-2095, 1995.

MATHER, P. M. **Computer Processing of Remotely-Sensed Images: An Introduction**. John Wiley & Sons, 1999., 285 p.

OGROSKY, C. E. Population estimates from satellite imagery. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, vol. 41, p. 707-712, 1975.

ORTIZ, R. J. F.; REIS, I. A. Construção de Bancos de Dados Espaciais com Imagens de Satélite. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19., 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Associação Brasileira de Estatística, 2010. 1 CD-ROM.

ORTIZ, R. J. F; REIS, I. A. Estimção de Populações Humanas Via Imagens de Satélite: Comparando Abordagens e Modelos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19., 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Associação Brasileira de Estatística, 2010. 1 CD-ROM.

ORTIZ, R. J. F. GeoConversor: Geographic Coordinate Converter, versão 1.1. Belo Horizonte, 2009. Software disponível em: <http://www.est.ufmg.br/~ilka/popestim/GeoConversor_files.rar>. Acesso em 25 set. 2009.

R Development Core Team (2009). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <<http://www.R-project.org>>.

REIS, I. A. Estimação da população dos setores censitários de Belo Horizonte usando imagens de satélite. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, 2005. v. 1. p. 2741-2748.

SILVA, V. L.; REIS, E. A.; REIS, I. A.; ORTIZ, R. J. F. Estimação de Populações Usando Imagens de Satélite Via Modelos de Regressão. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 19., 2010, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Associação Brasileira de Estatística, 2010. 1 CD-ROM.

VERMOTE, E. F.; TANRE, D.; DEUZÉ, J. L.; HERMAN, M., and MORCRETTE, J. J. Second simulation of the satellite signal in the solar spectrum, 6S: An overview. **IEEE Trans. Geosc. Remote Sens**, vol. 35, n. 3, p. 675-686, 1997.

APÊNDICE A

Programas em LEGAL Utilizados na Construção dos Bancos de Dados Para Estimção da População de Belo Horizonte Via Imagens de Satélite

Programa A.1 – Programa para converter valores de ND de imagem TM para reflectância aparente.

```
{
// Os Valores min e max dos detectores correspondem aos valores de
// calibração POS-lancamento fornecidos pela NASA
// OBS: os resultados são novamente convertidos para a escala de 0-255 (*255)
// Conforme a imagem a ser transformada, mudar o numerador de elev.

Image Im1, Im2, Im3, Im4, Im5, Im6 ("Imagem_ND");
Image Im7, Im8, Im9, Im10, Im11, Im12 ("Imagem_Aparente");
Im1=Recupere (Nome="TM1_ND");
Im2=Recupere (Nome="TM2_ND");
Im3=Recupere (Nome="TM3_ND");
Im4=Recupere (Nome="TM4_ND");
Im5=Recupere (Nome="TM5_ND");
Im6=Recupere (Nome="TM7_ND");
Im7=Novo (Nome="TM1_Aparente", ResX=30, ResY=30);
Im8=Novo (Nome="TM2_Aparente", ResX=30, ResY=30);
Im9=Novo (Nome="TM3_Aparente", ResX=30, ResY=30);
Im10=Novo (Nome="TM4_Aparente", ResX=30, ResY=30);
Im11=Novo (Nome="TM5_Aparente", ResX=30, ResY=30);
Im12=Novo (Nome="TM7_Aparente", ResX=30, ResY=30);

// elevação é a do descritor da imagem
// O valor no numerador de elev é conseguido no descritor da imagem,
// (arquivo .xml), que acompanha o arquivo da imagem: procurar por <elevation>
// O valor 57.29577951 é o que transforma graus em radianos (não apagar nem mudar!!)

elev=38.1454/57.29577951; // Esta imagem foi adquirida com um angulo de elevacao solar
// igual a 38.1454.
zen=90/57.29577951 - elev; // Mudar numerador de elev conforme angulo de elevação
// exibido no arquivo
pi=3.141592654; // texto descritor da imagem.
dmax=255;
dist=1;

// Radiância espectral correspondente ao ND mínimo para as bandas de 1 a 5 e 7
// Valores em MilliWatt/(m² * sr * micrometro)

Lmin1=-0.152;
Lmin2=-0.284;
Lmin3=-0.117;
Lmin4=-0.151;
Lmin5=-0.037;
Lmin7=-0.015;
// Radiância espectral correspondente ao ND máximo para as bandas de 1 a 5 e 7
// Valores em MilliWatt/(m² * sr * micrometro)
```



```

Lmax1=15.21;
Lmax2=29.681;
Lmax3=20.43;
Lmax4=20.62;
Lmax5=2.719;
Lmax7=1.438;

// Irradiancia solar no topo da atm
// Valores em MilliWatt/(m2 * sr * micrometro)

esun1=195.7;
esun2=182.9;
esun3=155.7;
esun4=104.7;
esun5=21.93;
esun7=7.452;

// Equações para conversão de ND em valores de reflectância aparente

Im7=(((Lmin1+(Lmax1-Lmin1)*(Im1/dmax))*pi*dist^2)/(esun1*cos(zen)))*255;
Im8=(((Lmin2+(Lmax2-Lmin2)*(Im2/dmax))*pi*dist^2)/(esun2*cos(zen)))*255;
Im9=(((Lmin3+(Lmax3-Lmin3)*(Im3/dmax))*pi*dist^2)/(esun3*cos(zen)))*255;
Im10=(((Lmin4+(Lmax4-Lmin4)*(Im4/dmax))*pi*dist^2)/(esun4*cos(zen)))*255;
Im11=(((Lmin5+(Lmax5-Lmin5)*(Im5/dmax))*pi*dist^2)/(esun5*cos(zen)))*255;
Im12=(((Lmin7+(Lmax7-Lmin7)*(Im6/dmax))*pi*dist^2)/(esun7*cos(zen)))*255;
}

```

Programa A.2 – Programa para espacializar o atributo ID.

```

{
//Declaracao de variaveis

Cadastral map1 ("Divisao_Setores");
Numerico num1 , num2 ("Numerico") ;
Objeto obj1 ("SC_2000_pol_O");

// recupera mapa de setores censitarios

map1 = Recuperar (Nome = "Setores");

num1 = Novo (Nome = "Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000, Min = 1 , Max = 2564,
Repres = Grade) ;

num2 = Novo (Nome = "ID_espacial", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000, Min = 1 ,
Max = 2564, Repres = Grade) ; //Min e Max de ID do setor

num1 = Espacialize (obj1."ID" OnMap map1) ;

num2 = (num1 < 2565) ? num1 : -99 ; // atribui valor dummy para ID maiores
//do que ID. máximo

num2 =Recuperar(Nome="ID_espacial");// renomear Deletar para ID_espacial
}

```

Programa A.3 – Programa para espacializar o atributo POP.

```

{
// Declaracao de variaveis

Cadastral  map1 ("Divisao_Setores");
Numerico   num1 , num2 ("Numerico") ;
Objeto     obj1 ("SC_2000_pol_O"); //Categoria Objeto criada quando da importação dos
setores
Imagem     ima1 ("Espacializado") ;

map1 = Recuperar (Nome = "Setores"); // recupera mapa de setores censitarios

num1 = Novo (Nome = "Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 0 , Max = 2453, Repres = Grade) ; //Min e Max da População

num2 = Novo (Nome = "POP_espacial", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 0 , Max = 2453, Repres = Grade) ; //Min e Max da População

ima1 = Novo(Nome="Imagem_POP", ResX=30 , ResY = 30, Nbits=13);

num1 = Espacialize (obj1."QTPOP00" OnMap map1) ;

num2 = (num1 < 2454) ? num1 : -99 ;

num2 =Recuperar(Nome="POP_espacial");

ima1 = Imagem(num2);
}

```

Programa A.4 – Programa para espacializar o atributo TSETOR.

```

{
// Declaracao de variaveis

Cadastral  map1 ("Divisao_Setores");
Numerico   num1 , num2 ("Numerico") ;
Objeto     obj1 ("SC_2000_pol_O");

map1 = Recuperar (Nome = "Setores"); // recupera mapa de setores censitarios

num1 = Novo (Nome = "Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 10 , Max = 20, Repres = Grade) ; //Min e Max do Tipo de Setor

num2 = Novo (Nome = "TSETOR_espacial", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 10 , Max = 20, Repres = Grade) ; //Min e Max do Tipo de Setor

num1 = Espacialize (obj1."TSETOR" OnMap map1) ; //ROTULO nao muda; ID muda (interno
do SPRING)

num2 = (num1 < 21) ? num1 : -99 ;

num2 = Recuperar(Nome="TSETOR_espacial");
}

```

Programa A.5 – Programa para transformar mapa temático em numérico.

```

{
// Declaracao de variaveis

Numerico  num1, num2 ("Numerico");
Tematico  tem1 ("Urbano");
Tabela    tab1 (Ponderacao);

num1 = Novo (Nome = "Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 0 , Max = 1, Repres = Grade);    // 0 - não urbano e

num2 = Novo (Nome = "Urbanos0_1", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 0 , Max = 1, Repres = Grade);    // 0 - não urbano e
                                                    // 1 - urbano

tem1 = Recupere (Nome="classificada-T");

tab1 = Novo (Categorialni = "Urbano",
            "Urbano"      :      1 ,
            "Nao_Urbano" :      0 );

num1 =1 * Pondere (tem1 , tab1);

num2 = (num1 < 2) ? num1 : -99; // atribui valor dummy para ID maiores do que 1
}

```

Programa A.6 – Programa para contar o número de pixels em cada setor de 2000 e calcular a área urbana dos setores usando pixels urbanos.

```

{
Cadastral map1 ("Divisao_Setores");
Objeto  obj1 ("SC_2000_pol_O");
Numerico num2, num4 ("Numerico");

map1 = Recupere (Nome = "Setores");
num2 = Recupere(Nome="Urbanos0_1");
num4 = Novo (Nome = "Deletar2", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 25000,
             Min = 0 , Max = 1, Repres = Grade); // 0 - não urbano e 1 - urbano

obj1."PixURB00" = SomaZonal (num2, obj1 OnMap map1);
obj1."AreURB00" = obj1."PixURB00" * 30*30; // Numero de pixels x area do pixel

num4 = (num2 == 0) ? 1 : 0; // Pixels nao urbanos de 2000 valem 1
obj1."Deletar" = SomaZonal (num4, obj1 OnMap map1); // Area não-urbana do setor baseada
nos pixels
obj1."AreaPi00" = obj1."Deletar"+ obj1."AreURB00" ; // Area total do setor baseada nos pixels
}

```

Programa A.7 – Programa para atualizar na tabela de SC´s (setores censitários) os valores médios de razão entre bandas.

```

{
// Atualiza na tabela de SC´s (setores censitários) os valores médios de razão entre bandas
// TM/Landsat no municipio de Belo Horizonte - MG

// OBS: No objeto SC_2000_O, criar os seguintes atributos usando comandos em

```

```

//      "Modelos de dados > Atributos" :
//      "TM12_rat", "TM13_rat", "TM14_rat", "TM15_rat", "TM17_rat",
//      "TM23_rat", "TM24_rat", "TM25_rat", "TM27_rat"
//      "TM34_rat", "TM35_rat", "TM37_rat",
//      "TM45_rat", "TM47_rat" e "TM57_rat" para colocar as razoes de bandas

//Declaracao de variaveis
Cadastral map1 ("Divisao_Setores");
Imagem ima1, ima2, ima3, ima4, ima5, ima7, imaux ("Imagem_Superficie");
Objeto obj1 ("SC_2000_pol_O");
Numerico num1, num12,num13,num14,num15,num16,num17("Numerico");
Numerico num23, num24,num25,num27,num34,num35,num37("Numerico");
Numerico num45, num47,num57("Numerico");

num1 = Recupere(Nome="Urbanos0_1");
map1 = Recupere (Nome = "Setores"); // atribue cadastral dos SC's a variavel do programa

ima1 = Recupere (Nome = "TM1_Superficie"); // atribue imagens as variaveis do programa
ima2 = Recupere (Nome = "TM2_Superficie");
ima3 = Recupere (Nome = "TM3_Superficie");
ima4 = Recupere (Nome = "TM4_Superficie");
ima5 = Recupere (Nome = "TM5_Superficie");
ima7 = Recupere (Nome = "TM7_Superficie");

//Cria imagens-razao e atualiza objeto somente para pixels urbanos (num1)

imaux=Novo (Nome="deletar", ResX=30, ResY=30);

imaux = ima1/ima2 ;
num12 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num12 = num1 * imaux;
obj1."TM12_rat" = MediaZonal (num12, obj1 OnMap map1);

imaux = ima1/ima3 ;
num13 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num13 = num1 * imaux;
obj1."TM13_rat" = MediaZonal (num13, obj1 OnMap map1);

imaux = ima1/ima4 ;
num14 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num14 = num1 * imaux;
obj1."TM14_rat" = MediaZonal (num14, obj1 OnMap map1);

imaux = ima1/ima5 ;
num15 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num15 = num1 * imaux;
obj1."TM15_rat" = MediaZonal (num15, obj1 OnMap map1);

imaux = ima1/ima7 ;
num17 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num17 = num1 * imaux;
obj1."TM17_rat" = MediaZonal (num17, obj1 OnMap map1);

imaux = ima2/ima3 ;
num23 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,

```

```

                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num23 = num1 * imaux;
obj1."TM23_rat" = MediaZonal (num23, obj1 OnMap map1);

imaux = ima2/ima4 ;
num24 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num24 = num1 * imaux;
obj1."TM24_rat" = MediaZonal (num24, obj1 OnMap map1);

imaux = ima2/ima5 ;
num25 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num25 = num1 * imaux;
obj1."TM25_rat" = MediaZonal (num25, obj1 OnMap map1);

imaux = ima2/ima7 ;
num27 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num27 = num1 * imaux;
obj1."TM27_rat" = MediaZonal (num27, obj1 OnMap map1);

imaux = ima3/ima4 ;
num34 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num34 = num1 * imaux;
obj1."TM34_rat" = MediaZonal (num34, obj1 OnMap map1);

imaux = ima3/ima5 ;
num35 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num35 = num1 * imaux;
obj1."TM35_rat" = MediaZonal (num35, obj1 OnMap map1);

imaux = ima3/ima7 ;
num37 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num37 = num1 * imaux;
obj1."TM37_rat" = MediaZonal (num37, obj1 OnMap map1);

imaux = ima4/ima5 ;
num45 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num45 = num1 * imaux;
obj1."TM45_rat" = MediaZonal (num45, obj1 OnMap map1);

imaux = ima4/ima7 ;
num47 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num47 = num1 * imaux;
obj1."TM47_rat" = MediaZonal (num47, obj1 OnMap map1);

imaux = ima5/ima7 ;
num57 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
                Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num57 = num1 * imaux;
obj1."TM57_rat" = MediaZonal (num57, obj1 OnMap map1);
}

```

Programa A.8 – Programa para montar banco por setor, Calcula a média da reflectancia da área urbana.

```

{
Cadastral map1 ("Divisao_Setores");
Objeto  obj1 ("SC_2000_pol_O");
Numerico num1, num21,num22,num23,num24,num25,num27("Numerico");
Imagem ima1, ima2,ima3,ima4,ima5,ima7( "Imagem_Superficie");

map1 = Recuperar (Nome = "Setores");
num1 = Recuperar(Nome="Urbanos0_1");

obj1."PixURB00"=SomaZonal (num1, obj1 OnMap map1); //conta pixels urbanos em 2000

ima1 = Recuperar(Nome="TM1_Superficie");
num21 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num21 = num1 * ima1; //elimina pixels nao-urbanos (num1=0)
obj1."Deletar" = SomaZonal (num21, obj1 OnMap map1); //Calcula soma de reflectancias
                                                         //em pixels urbanos
obj1."TM1_urb" = obj1."Deletar"/obj1."PixURB00";

ima2 = Recuperar(Nome="TM2_Superficie");
num22 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num22 = num1 * ima2; //elimina pixels nao-urbanos (num1=0)
obj1."Deletar" = SomaZonal (num22, obj1 OnMap map1); //Calcula soma de reflectancias
                                                         //em pixels urbanos
obj1."TM2_urb" = obj1."Deletar"/obj1."PixURB00";

ima3 = Recuperar(Nome="TM3_Superficie");
num23 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num23 = num1 * ima3; //elimina pixels nao-urbanos (num1=0)
obj1."Deletar" = SomaZonal (num23, obj1 OnMap map1); //Calcula soma de reflectancias
                                                         //em pixels urbanos
obj1."TM3_urb" = obj1."Deletar"/obj1."PixURB00";

ima4 = Recuperar(Nome="TM4_Superficie");
num24 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num24 = num1 * ima4; //elimina pixels nao-urbanos (num1=0)
obj1."Deletar" = SomaZonal (num24, obj1 OnMap map1); //Calcula soma de reflectancias
                                                         //em pixels urbanos
obj1."TM4_urb" = obj1."Deletar"/obj1."PixURB00";

ima5 = Recuperar(Nome="TM5_Superficie");
num25 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num25 = num1 * ima5; //elimina pixels nao-urbanos (num1=0)
obj1."Deletar" = SomaZonal (num25, obj1 OnMap map1);
obj1."TM5_urb" = obj1."Deletar"/obj1."PixURB00";
ima7 = Recuperar(Nome="TM7_Superficie");
num27 = Novo(Nome="Deletar", ResX=30 , ResY = 30, Escala= 60000,
             Min = 0 , Max = 255, Repres = Grade) ; //Min e Max
num27 = num1 * ima7; //elimina pixels nao-urbanos (num1=0)
obj1."Deletar" = SomaZonal (num27, obj1 OnMap map1); //Calcula soma de reflectancias
obj1."TM7_urb" = obj1."Deletar"/obj1."PixURB00";
}

```

APÊNDICE B

Programas em R Utilizados na Construção dos Bancos de Dados Para Estimação da População de Belo Horizonte Via Imagens de Satélite

Programa B.1 – Programa em R para montagem do Banco de Dados ao nível de pixels.

```
## Nome do arquivo: comandos_banco_pixels.R

#####
## Códigos em R (www.r-project.org) para montagem do banco de dados de pixels, parte do
## trabalho:
## "CONSTRUÇÃO DE BANCOS DE DADOS ESPACIAIS COM IMAGENS DE SATÉLITE"
## Autor: Renzo Joel Flores Ortiz
#####

## Objetivo: Construir bancos de dados "Pixels_BH" a partir de arquivos exportados
## do banco SPRING "BH_2006_SC_2000".

## Construção do banco de dados necessário a partir de dados trabalhados no SPRING:
## Dados de identificação do setor (ID)
## Dados de população (POP)
## Dados de tipo de setor (TSETOR) (favela ; não favela ; rural ; especial)
## Dados de ocupação do solo (Urbano) por pixel
## Dados de reflectância de superfície nas bandas de 1 a 5 e 7 (TM/LANDSAT-5) para a cena
## utilizada
## Coordenadas dos setores censitários

## INPUT:
## Dados exportados do SPRING no formato ASCII (.spr). Arquivos:
## "TM1_Superficie_GRT.spr", "TM2_Superficie_GRT.spr", "TM3_Superficie_GRT.spr"
## "TM4_Superficie_GRT.spr", "TM5_Superficie_GRT.spr", "TM7_Superficie_GRT.spr",
## "POP_espacial_GRR.spr", "ID_espacial_GRR.spr", "TSETOR_espacial_GRR.spr",
## "Urbanos0_1_GRR.spr", "Coordenadas_SC_P2D.txt"

## IMPORTANTE: Apagar cabeçalhos e finais (verificando antes o número de linhas e colunas
## das grades)
## deixando somente os valores das matrizes.

## Banco de dados resultante: Linhas = Pixels ; Colunas = Atributos dos Pixels

#####
## Passo 1: Fazer a leitura das grades exportadas do SPRING (atributos e imagens)
## como matrizes e em seguida transformá-las em vetores.

## IMPORTANTE: Vale ressaltar que, como visto no capítulo 8 do trabalho, todas as grades
## obtidas têm exatamente o mesmo tamanho. Logo não é preciso fazer ajustes no R.

## Neste algoritmo as grades trabalhadas têm as seguintes dimensões:
## No. de linhas: 1054
## No. de colunas: 740
## Total de elementos/itens/pixels:
```



```

## No. de linhas x No. de colunas = 1054 x 740 = 779960

memory.limit(size=3500) # Aumentar a memória do programa.

### Atributos (POP, ID, URBANO, TSETOR)

##ID          Read 779960 items
matriz.ID<-matrix(scan("ID_espacial_GRR.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorID<-as.vector(matriz.ID)

##POP         Read 779960 items
matriz.POP<-matrix(scan("POP_espacial_GRR.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorPOP<-as.vector(matriz.POP)

##URBANO      Read 779960 items
matriz.URBANO<-matrix(scan("Urbanos0_1_GRR.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorURBANO<-as.vector(matriz.URBANO)

##TSETOR      Read 779960 items
matriz.TSETOR<-matrix(scan("TSETOR_espacial_GRR.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTSETOR<-as.vector(matriz.TSETOR)

### Imagens

##Imagem TM1  Read 779960 items
matriz.TM1<-matrix(scan("TM1_Superficie_GRT.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTM1.superficie<-as.vector(matriz.TM1)

##Imagem TM2  Read 779960 items
matriz.TM2<-matrix(scan("TM2_Superficie_GRT.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTM2.superficie<-as.vector(matriz.TM2)

##Imagem TM3  Read 779960 items
matriz.TM3<-matrix(scan("TM3_Superficie_GRT.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTM3.superficie<-as.vector(matriz.TM3)

##Imagem TM4  Read 779960 items
matriz.TM4<-matrix(scan("TM4_Superficie_GRT.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTM4.superficie<-as.vector(matriz.TM4)

##Imagem TM5  Read 779960 items
matriz.TM5<-matrix(scan("TM5_Superficie_GRT.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTM5.superficie<-as.vector(matriz.TM5)

##Imagem TM7  Read 779960 items
matriz.TM7<-matrix(scan("TM7_Superficie_GRT.spr"),ncol=740,byrow=T)
vetorTM7.superficie<-as.vector(matriz.TM7)

### Criar Vetor de Coordenadas para Setores e Pixels
matriz.aux<-matrix(NA,nrow=1054,ncol=740)

## Coordenadas (provisórias) dos Setores
coordX.setor<-rep(0,length(vetorTM1.superficie))
coordY.setor<-coordX.setor

## Coordenadas (provisórias) dos Pixels      -> Não foram utilizadas estas coordenadas no
##                                             programa
coordX.pixel<-as.vector(col(matriz.aux))
coordY.pixel<-as.vector(row(matriz.aux))

```

```

rm(matriz.aux) # apagar "matriz.aux" pois esta não será mais utilizada
gc()          # garbage collection

#####
## Passo 2: Criar matriz "banco.total" a partir dos Vetores de Atributos e Imagens
banco.total<-
cbind(1:length(vetorTM1.superficie),vetorID,vetorPOP,vetorURBANO,vetorTSETOR,
      vetorTM1.superficie,vetorTM2.superficie,vetorTM3.superficie,
      vetorTM4.superficie,vetorTM5.superficie,vetorTM7.superficie,
      coordX.setor,coordY.setor,coordX.pixel,coordY.pixel)
dim(banco.total) # No. de linhas: 779960 ; No. de colunas: 15

## Atribuir nomes às colunas da matriz "banco.total"
dimnames(banco.total)[[2]]<-c("Pixel.ID", "Setor.ID", "POP",
  "Urb.pix", "Tipo.setor", "TM1", "TM2", "TM3", "TM4", "TM5", "TM7",
  "CoordX.Setor", "CoordY.Setor", "CoordX.pixel", "CoordY.pixel")

## Identificação das colunas da matriz "banco.total":
##
## 1 - Pixel.ID - identificação dos pixels;
## 2 - Setor.ID - número do setor censitário ao qual pertence o pixel;
## 3 - POP - população do setor;
## 4 - Urb.pix - classificação do pixel: 0 - não urbano ; 1 - urbano ;
## 5 - Tipo.setor - classificação do SC : 0 - urbano normal ; 1 - urbano aglomerado (favela)
## 6 a 11 - TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM7 - Reflectância de superfície da banda 1 até a
##                               banda 7;
## 12 - CoordX.Setor - coordenada X do setor;
## 13 - CoordY.Setor - coordenada Y do setor;
## 14 - CoordX.pixel - coordenada X do pixel;
## 15 - CoordY.pixel - coordenada Y do pixel.

#####
## Passo 3: Atribuir Coordenadas (Geográficas Planas) aos Setores Censitários
coord.setores <- read.table(file="Coordenadas_SC_P2D.txt", header = F,
  col.names=c("coordx", "coordy", "label")) # lê o arquivo de dados no data frame
                                             # coord.setores e atribui nomes às suas colunas

lixo<-banco.total
for (i in coord.setores[,3]){
  lixo[lixo[,2]==i,12]<-(coord.setores[i,1]) ## Atribuição da coordenada X
  lixo[lixo[,2]==i,13]<-(coord.setores[i,2]) ## Atribuição da coordenada Y
}
banco.total<-lixo

## Apagar objetos que não serão mais utilizados
rm(coord.setores,lixo)
rm(vetorID,vetorPOP,vetorURBANO,vetorTSETOR,vetorTM1.superficie,vetorTM2.superficie,
vetorTM3.superficie,vetorTM4.superficie,vetorTM5.superficie,vetorTM7.superficie,
coordX.setor,coordY.setor, coordX.pixel,coordY.pixel)
gc() # garbage collection

#####
## Passo 4: "Limpar" a matriz "banco.total" com relação à seus atributos (colunas).

## Passo 4.1: "Limpar" a matriz "banco.total" com relação aos tipos de setores (coluna
##          Tipo.setor)
## Apagar pixels (linhas) associados(as) a setores especiais (TSETOR = 16, 17 e 20)
## e a setores não classificados (TSETOR = -99)

```

```

banco.total<-banco.total[(banco.total[,5] != 16) & (banco.total[,5] != 17)
& (banco.total[,5] != 20) & (banco.total[,5] != -99), ]
dim(banco.total)          # No. de linhas: 350530 ; No. de colunas: 15
gc()                      # garbage collection

## Passo 4.2: "Limpar" a matriz "banco.total" com relação à identificação de seus setores
## (coluna Setor.ID)
## Apagar pixels (linhas) associados(as) a setores urbanos especiais:
## UFMG (ID = 1006 e 1008) ; Horto (ID = 1870) ; Parque Municipal (ID = 1575)
## SetorSUL-BR040 (ID = 120) ; Parque Castelo (ID = 825)
## e a setores não identificados (ID = -99):
banco.total<-banco.total[(banco.total[,2] != 1006) & (banco.total[,2] != 1008) & (banco.total[,2] !=
1870) &
(banco.total[,2] != 1575) & (banco.total[,2] != 120) & (banco.total[,2] != 825) & (banco.total[,2] !=
-99), ]
dim(banco.total)          # No. de linhas: 334755 ; No. de colunas: 15
gc()                      # garbage collection

## Passo 4.3: "Limpar" a matriz "banco.total" com relação à população por setor (coluna POP)
## Apagar pixels (linhas) associados(as) a nenhuma contagem de população (QTPOP00 = -99)
banco.total<-banco.total[banco.total[,3] != -99, ]
dim(banco.total)          # No. de linhas: 334755 ; No. de colunas: 15
gc()                      # garbage collection

## Passo 4.4: "Limpar" a matriz "banco.total" com relação à urbanização (coluna Urb.pix)
## Apagar pixels (linhas) classificados(as) como não urbanos (0) e não classificados (-99)
banco.total<-banco.total[(banco.total[,4] != 0)
& (banco.total[,4] != -99) , ]
dim(banco.total)          # No. de linhas: 260936 ; No. de colunas: 15
gc()                      # garbage collection

#####
## Passo 5: Nova classificação do tipo de setor (coluna Tipo.setor)

## Pixels em setores urbanos normais : TSETOR = 10 passa a ser TSETOR = 0
banco.total[banco.total[,5]==10,5]<-0

## Pixels em setores urbanos aglomerados (favelas) : TSETOR = 11 passa a ser TSETOR = 1
banco.total[banco.total[,5]==11,5]<-1

#####
## Passo 6: Ordenar "banco.total" por identificação de setor (coluna Setor.ID)
memory.limit(size=3500)    #aumentar a memória do programa
aux<-numeric(dim(banco.total)[[2]]) #vetor auxiliar com o número de colunas de banco.total
ID<-sort(unique(banco.total[,2]))
for (i in ID) {
  lixo<-banco.total[banco.total[,2] ==i, ]
  aux<-rbind(aux,lixo)
}
dim(aux)[[1]]-1 == dim(banco.total)[[1]]
#Se TRUE : "banco.total" está pronto --> renomea-lo para pixels.bh

pixels.bh<-aux[-1,]
rm(aux)
dim(pixels.bh)            # No. de linhas: 260936 ; No. de colunas: 15
length(unique(banco.total[,2])) # Numero de setores : 2541

#####

```

```

## Passo 7: Salvar banco
save.image("Pixels_BH.RData")
write.table(pixels.bh,file = "Pixels_BH.txt",col.names = T,row.names=F)

## Comando para recuperar o arquivo
pixels.bh<-read.table("Pixels_BH.txt",header=T)

## Identificação das colunas do banco "Pixels_BH":
## 1 - Pixel.ID - identificação dos pixels;
## 2 - Setor.ID - número do setor censitário ao qual pertence o pixel;
## 3 - POP - população do setor;
## 4 - Urb.pix - classificação do pixel: 0 - não urbano ; 1 - urbano ;
## 5 - Tipo.setor - classificação do SC : 0 - urbano normal ; 1 - urbano aglomerado (favela)
## 6 a 11 - TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM7 - Reflectância de superfície da banda 1 até a
##                               banda 7;
## 12 - CoordX.Setor - coordenada X do setor;
## 13 - CoordY.Setor - coordenada Y do setor;
## 14 - CoordX.pixel - coordenada X do pixel;
## 15 - CoordY.pixel - coordenada Y do pixel.

##### FIM #####

```

Programa B.2 – Programa em R para montagem do Banco de Dados ao nível de setores.

```

## Nome do arquivo : comandos_banco_setores.R

#####
## Códigos em R (www.r-project.org) para montagem do banco de dados de setores, parte do
## trabalho:
## "CONSTRUÇÃO DE BANCOS DE DADOS ESPACIAIS COM IMAGENS DE SATÉLITE"
## Autor: Renzo Joel Flores Ortiz
#####

## Objetivo: Construir bancos de dados "Setores_BH" a partir de arquivos exportados
##           do banco SPRING "BH_2006_SC_2000".

## Passos:
## 1 - Exportar objeto "SC_2000_pol_O" do SPRING como SHAPEFILE
## 2 - Ler tabela .DBF dos arquivos exportados e editar para que as colunas
##     fiquem na ordem abaixo em "nomes"
## 3 - Substituir células vazias por -99
## 4 - Exportar tabela do Excel como "Texto separado por tabulações" (formato .txt)
##     "SC_2000_pol_O.txt"
## 5 - Apagar cabeçalho do arquivo exportado

## ROTULO: identificador do setor
## TSETOR: tipo de setor
## QTPOP00: populacao total do setor em 2000
## QTPOP00: populacao total do setor em 2000 morando em casas
## QTPOP00: populacao total do setor em 2000 morando em apartamentos
## TM1_URB a TM7_URB: reflectância de superficie média dos pixels do setor nas bandas de
##                   1 a 7, respectivamente, do LANDSAT/TM
## TM12_RAT, TM13_RAT, TM14_RAT, TM15_RAT, TM17_RAT: média da razão entre a
##                   reflectância na banda 1 e as outras bandas
## TM23_RAT, TM24_RAT, TM25_RAT, TM27_RAT : média da razão entre a reflectância na
##                   banda 2 e as outras bandas (menos banda 1)

```

```

## TM34_RAT,TM35_RAT,TM37_RAT: média da razão entre a reflectância na banda 3 e as
##                                     outras bandas (menos bandas 1 e 2)
## TM45_RAT , TM47_RAT : média da razão entre a reflectância na banda 4 e as outras
##                                     bandas (menos bandas 1, 2 e 3)
## TM57_RAT: média da razão entre a reflectância na banda 5 e banda 7
## AREAPI00: área total do setor em 2000 (estimada via pixels da imagens)
## AREURB00: área urbana em 2000 (estimada via imagens pelo número de pixels urbanos no
##                                     setor)

nomes<-c("ROTULO","TSETOR","QTPOP00","QTPOPCSA00","QTPOPAPT00",
        "TM1_URB","TM2_URB","TM3_URB","TM4_URB","TM5_URB","TM7_URB",
"TM12_RAT","TM13_RAT","TM14_RAT","TM15_RAT","TM17_RAT","TM23_RAT","TM24_RAT"
,"TM25_RAT",
"TM27_RAT","TM34_RAT","TM35_RAT","TM37_RAT","TM45_RAT","TM47_RAT","TM57_RAT"
,
        "AREAPI00","AREURB00")

## Arquivo com colunas
Setores.zonal<-read.table("SC_2000_O_pol.txt", header=F,col.names=nomes,row.names =
NULL)
Setores.zonal<-data.frame(Setores.zonal)
dim(Setores.zonal) # No. de linhas: 2564 ; No. de colunas: 28

## Arquivo com coordenadas de setores
coord.setores<-read.table(file="Coordenadas_SC_P2D.txt", header = F,
        col.names=c("coordx","coordy","label"))
coordX<-numeric(dim(Setores.zonal)) ; coordY<-numeric(dim(Setores.zonal))
lixo<-cbind(Setores.zonal,coordX,coordY)
for (i in coord.setores[,3]) {
    lixo[lixo[,1]==i,29]<-(coord.setores[i,1]) ## Coordenada X
    lixo[lixo[,1]==i,30]<-(coord.setores[i,2]) ## Coordenada Y
}
Setores.zonal<-lixo
dim(Setores.zonal) # No. de linhas: 2564 ; No. de colunas: 30
rm(coord.setores,lixo)

## Descrição por tipo de setor
table(Setores.zonal$TSETOR)
## 10 11 16 17 20
## 2236 312 2 9 5

#10  URBANO - NORMAL
#11  URBANO - ESPECIAL AGLOMERADO SUBNORMAL(FAVELA,AGLOMERADO....)
#16  URBANO - ESPECIAL (PRESIDIOS,CADEIAS,ETC)
#17  URBANO - ESPECIAL (ASILOS,ORFANATOS,ETC)
#20  ???

## Limpar com relação à coluna "ROTULO" (verificar no SPRING o ID dos setores a serem
## retirados)
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,1] != 1006) & (Setores.zonal[,1] != 1008) &
(Setores.zonal[,1] != 1870) &
(Setores.zonal[,1] != 1575) & (Setores.zonal[,1] != 120) & (Setores.zonal[,1] != 825) &
(Setores.zonal[,1] != 0), ]
dim(Setores.zonal) # No. de linhas: 2558 ; No. de colunas: 30
gc() # garbage collection
table(Setores.zonal$TSETOR)
## 10 11 16 17 20
##2230 312 2 9 5

```

```

## Limpar com relação às colunas "TM_URB's"
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,6] != -99), ]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,7] != -99), ]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,8] != -99), ]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,9] != -99), ]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,10] != -99), ]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,11] != -99), ]
dim(Setores.zonal)      # No. de linhas: 2557 ; No. de colunas: 30
gc()                    # garbage collection
table(Setores.zonal$TSETOR)
## 10 11 16 17 20
##2229 312 2 9 5

## Limpar com relação à coluna TSETOR (retirar setores especiais de Setores.zonal)
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,2]!= 16),]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,2]!= 17),]
Setores.zonal<-Setores.zonal[(Setores.zonal[,2]!= 20),]
dim(Setores.zonal)      # No. de linhas: 2541 ; No. de colunas: 30
gc()                    # garbage collection
table(Setores.zonal$TSETOR)
## 10 11
##2229 312

## Salvar banco
save.image("Setores_BH.RData")
write.table(Setores.zonal,file="Setores_BH.txt",
            col.names = T,row.names=F)

## Comando para recuperar o arquivo
Setores.zonal<-read.table("Setores_BH.txt",header=T)

## Identificação das colunas do banco "Setores_BH":
## 1 - ROTULO: identificador do setor
## 2 - TSETOR : tipo de setor
## 3 - QTPOP00: populacao total do setor em 2000
## 4 - QTPOP00: populacao total do setor em 2000 morando em casas
## 5 - QTPOPAPT00: populacao total do setor em 2000 morando em apartamentos
## 6 a 11 - TM1_URB a TM7_URB: reflectância de superficie média dos pixels do setor nas
##          bandas de 1 a 7, respectivamente, do LANDSAT/TM
## 12 a 16 - TM12_RAT, TM13_RAT, TM14_RAT, TM15_RAT, TM17_RAT: média da razão
##          entre a reflectância na banda 1 e as outras bandas
## 17 a 20 - TM23_RAT, TM24_RAT, TM25_RAT, TM27_RAT : média da razão entre a
##          reflectância na banda 2 e as outras bandas (menos banda 1)
## 21 a 23 - TM34_RAT, TM35_RAT, TM37_RAT: média da razão entre a reflectância na banda
##          3 e as outras bandas (menos bandas 1 e 2)
## 24 e 25 - TM45_RAT , TM47_RAT : média da razão entre a reflectância na banda 4 e as
##          outras bandas (menos bandas 1, 2 e 3)
## 26 - TM57_RAT: média da razão entre a reflectância na banda 5 e banda 7
## 27 - AREAPI00: area total do setor em 2000 (estimada via pixels da imagens)
## 28 - AREURB00: area urbana em 2000 (estimada via imagens pelo número de pixels
##          urbanos no setor)
## 29 - coordX - coordenada X do setor;
## 30 - coordY - coordenada Y do setor;

##### FIM #####

```