

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOMÁTICA**

**USO DE GEOTECNOLOGIA PARA O  
MAPEAMENTO DO MUNICÍPIO DE  
SÃO FRANCISCO DE ASSIS-RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Rudineli de Bairros Pires**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2006**

# **USO DE GEOTECNOLOGIA PARA O MAPEAMENTO DO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS-RS**

**por**

**Rudineli de Bairros Pires**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geomática, Área de Concentração em Tecnologia da Geoinformação, Linha de Pesquisa em Análise e Gerenciamento Ambiental da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Geomática.**

**Orientadora: Profa. Dra. Meri Lourdes Bezzi**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2006**

---

© 2006

Todos os direitos autorais reservados a Rudineli de Bairros Pires. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Rua Equador, n. 371, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, 97110-270

Fones (0xx)55 32262158; (0xx)55 99797158; End. Eletr: [rudineli@bol.com.br](mailto:rudineli@bol.com.br)

---

**2006**

**Mestre**

**PIRES, Rudinei de Bairros**

**PPGG/UFSM, RS**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Geomática**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova  
a Dissertação de Mestrado.

**USO DE GEOTECNOLOGIA PARA O  
MAPEAMENTO DO MUNICÍPIO DE  
SÃO FRANCISCO DE ASSIS-RS**

Elaborada por  
**Rudineli de Bairros Pires**

Como requisito parcial para obtenção do Grau de  
**Mestre em Geomática**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Profa. Dra. Meri Lourdes Bezzi**  
(Presidente/Orientadora/UFSM)

---

**Prof. Tit. Dr. Roberto Cassol**  
(Membro/UFSM)

---

**Prof. Tit. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga**  
(Membro/UFSM)

**Santa Maria, RS, 28 de Novembro de 2006.**

# RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

## **USO DE GEOTECNOLOGIA PARA O MAPEAMENTO DO MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS-RS**

Autor: Rudineli de Bairros Pires.

Orientadora: Dra. Meri Lourdes Bezzi.

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de Novembro de 2006.

Considerando a diversidade de softwares elaborados para o uso da Tecnologia da Geoinformação e os diversos tipos de documentos cartográficos e topográficos aliados ao Geoprocessamento, este trabalho teve como objetivo central identificar correlações e distintas abordagens entre os aplicativos que possibilitam a análise e o monitoramento das diferenciações espaciais. Metodologicamente as etapas que conduziram a pesquisa foram: a) o uso de aplicativos digitais como o Spring 4.1.2, o Arc View GIS 3.2.A., o Envi 4.0, o Idrisi 32 Release Two e o Adobe Photoshop 5.5 e a utilização de documentos cartográficos como Carta Topográfica, Imagem de Satélite LandSat ETM+7, bandas 345/RGB e Imagem SRTM obtida do Labgeo/UFRGS. Os resultados demonstraram que o aplicativo Adobe Photoshop se destacou nas etapas de editoração, montagem e tratamento de imagens; o Arc View Gis nos layouts e mapas sistemáticos; o Spring demonstrou maior desempenho com a imagem SRTM pura e tratada além da imagem Landsat, bem como, a geração de perfil e isolinhas; o aplicativo Idrisi foi mais eficaz no georeferenciamento dos mapas e das cartas topográficas enquanto que o Envi teve desempenho satisfatório com os padrões SRTM para geração de vôo. Desta forma, conclui-se que o pesquisador deve ter conhecimento dos diversos softwares disponíveis no mercado para que o mesmo possa utilizar, da melhor forma, as geotecnologias, sempre que necessitar relacionar e correlacionar mapeamentos em distintas unidades de estudo.

**PALAVRAS CHAVE:** Software, Geotecnologia, Mapeamento, São Francisco de Assis.

## **ABSTRACT**

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Geomática  
Universidade Federal de Santa Maria

### **THE USE OF GEOTECHNOLOGY FOR MAPPING THE CITY OF SÃO FRANCISCO DE ASSIS-RS**

Author: Rudineli de Bairros Pires.

Adviser: Dra. Meri Lourdes Bezzi.

Place and Date of Presentation: Santa Maria, November 28<sup>th</sup>, 2006.

Considering the diversity of elaborated software for the use of the Geoinformation Technology and the many kinds of cartographic and topographic documents related to Geoprocessing, this study mainly aimed at identifying correlations and different approaches among the programs that enable the analysis and the monitoring of spatial differentiations. Methodologically, the steps that guided the research were the following: a) the use of digital devices such as Spring 4.1.2; Arc View GIS 3.2.A.; Envi 4.0; Idrisi 32 Release Two; Adobe Photoshop 5.5; the use of cartographic documents as the Topographic Map; Image from the LandSat ETM+7 Satellite, 345/RGB bands and SRTM Image obtained from Labgeo/UFRGS. The results showed that the Adobe Photoshop program was distinguished in the steps of editing, assembling and in the treatment of images; Arc View GIS in layouts and systematic maps; Spring showed a better performance with the pure and treated SRTM Image, besides the LandSat Image, as well as in the generation of profiles and isolines; Idrisi was more efficient in the georeferencing of maps and topographic maps while Envi had a satisfactory performance with SRTM standards for flight generation. This way, it is concluded that the researcher must know the different kinds of software that are available in the market, so that he/she may use, in the best way, the geotechnologies, always that it is needed to relate and correlate mappings in different units of study.

**KEY WORDS:** Software, Geotechnology, Mapping, São Francisco de Assis.

# AGRADECIMENTOS

---

À sociedade, especialmente aqueles que pagam seus impostos para manutenção da Educação, Ciência e Tecnologia gratuita deste País.

À Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e ao Programa de Pós-Graduação em Geomática – PPGG, pela amizade e companheirismo, em especial aos colegas Engenheiros Florestais Carlos Roberto Santos da Silva e Júlio César e a colega Engenheira Civil Marcela Vilar Sampaio, pela confiança e respeito, minha admiração.

Ao Centro Internacional de Projetos Ambientais – CIPAM patrocinado pelo Programa Petrobrás Ambiental, pela oportunidade ímpar de desenvolver este e inúmeros outros trabalhos, especialmente seu Coordenador Geral, Engenheiro Florestal, Livre Docente, Dr. José Sales Mariano da Rocha.

Ao Núcleo de Estudos Regionais e Agrários – NERA, pela essência profissional, amizade, exemplo de profissionais e grandeza científica na pessoa de sua Coordenadora Geral, Historiadora e Geógrafa, Profa. Dra. Meri Lourdes Bezzi.

Ao Prof. Titular, Geógrafo, Dr. Roberto Cassol, pela amizade, aprendizagem, meu mais profundo agradecimento, respeito, admiração e simpatia.

Ao Prof. Titular, Engenheiro Florestal, Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga, pelo companheirismo e sabedoria, meu profundo respeito e admiração.

Ao Prof. Titular, Dr. Rudiney Soares Pereira, pela participação nesta Banca Examinadora, pela didática e conhecimento repassado neste Programa, meu reconhecimento.

Aos Professores deste Programa de Pós-Graduação, especialmente aqueles que ministraram aulas às disciplinas optadas pela linha de pesquisa, a qual me dediquei.

Aos meus colegas, amigos e conhecidos, em especial aos Engenheiros Florestais Carlos Roberto Santos da Silva, Julio Cezar Wojciechowki e Luciano Valenhaut Pereira, Mestres e mestrandos deste programa, pela verdadeira amizade e respeito.

À Orientadora, Profa. Dra. Meri Lourdes Bezzi, por tudo que representou na minha vida profissional, pelos ensinamentos, pela educação, pelos primeiros passos profissionais, pela inigualável grandeza pessoal ao qual tive e tenho a honra de receber enquanto seu orientado, meus agradecimentos..., Mestre!.

Ao Prof. M.Sc., Doutorando da Universidade Federal de Uberlândia, Roberto Barboza Castanho, grande exemplo de vida, minha admiração e respeito.

Ao Prof. Dr. Monte Alverne, Engenheiro Civil da Universidade Federal de Campina Grande, colega da Sala 1005 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, pela amizade e ensinamentos.

Ao Major Aviador Paulo Ricardo Laux, Piloto de Caça AMX AF1 da FAB, pelas ajudas iniciais no aplicativo ENVI e pela instalação do mesmo, no computador que escrevi esta Dissertação.

Ao Sr. Jorge Trindade, pelo seu empenho nas difíceis horas as quais passei sem emprego e sem condições para conseguir um lugar de trabalho.

Ao Sr. Neri Zorzo e família pela oportunidade de trabalhar em uma empresa conceituada no mercado gaúcho, às Lojas Becker.

À minha família, pelo apoio e por tudo que significa eternamente.

Ao Sr. Paulo Volmar Rodrigues, Diretor de Obras desta Cidade e, a sua Esposa, Sra. Sirlene Oliveira Rodrigues, pela recepção e acolhido nos difíceis momentos.

À minha Noiva, futura Esposa, a Pedagoga Paula Adriana Rodrigues, pelo entendimento e compreensão dos momentos fáceis e difíceis na vida de um estudante de Pós-Graduação.

*[...] Simplesmente aos Meus Pais [...]*

***DEDICO!!!***

*Não vejo o vento,  
Mas conheço a sua força e  
Sinto seu poder...  
De acalmar e destruir,  
De arrancar, de arrastar, de invadir...  
De mover as águas e a terra,  
De espalhar o fogo, impedir a guerra e,  
Secar a lágrima de quem chora ou sorri!*

*Rudineli de Bairros Pires em 23 de Outubro de 2004.*

# SUMÁRIO

---

## INTRODUÇÃO

## CAPÍTULO 1

<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	05
1.1. (Re)visitando as Matrizes Teóricas.....	05
1.2. Sistemas de Informações Geográficas (SIG).....	09
1.3. Sensoriamento Remoto.....	18
1.3.1. As diversas aplicações do Sensoriamento Remoto.....	20
1.4. A Utilização do Projeto SRTM.....	24

## CAPÍTULO 2

<b>ABORDAGEM SOCIOESPACIAL DO MUNICÍPIO EM ESTUDO</b> .....	30
2.1. Aspectos Socioeconômicos.....	30
2.2. Aspectos Físico/Naturais.....	32

## CAPÍTULO 3

<b>METODOLOGIA</b> .....	35
3.1. Materiais Usados.....	35
3.2. Metodologia Aplicada.....	36

3.2.1. Aquisição e Tratamento da Imagem SRTM no Spring 4.1.1.....	36
3.2.2. Recorte da Imagem no Spring 4.1.1.....	40
3.2.3. Geração de Isolinhhas (Curvas de Nível) Spring 4.1.1.....	42
3.2.4. Visualização 3D no Spring 4.1.1.....	43
3.2.5. Geração de Perfil em Tela Spring 4.1.1.....	45
3.2.6. Exportação de Isolinhhas (Curvas de Nível) Spring 4.1.1.....	45
3.3. Mapeamento no Arcview Gis 3.2A.....	46
3.3.1. Iniciando o Arcview GIS 3.2A.....	46
3.3.2. Entrada de Dados Vetoriais/Raster.....	46
3.3.3. Mapeando com o Arc View GIS 3.2A.....	50
3.4. Georreferenciando no Idrisi 32 Release Two.....	60
3.4.1. Pré-Tratamento no Adobe Photoshop 5.5.....	60
3.5. Arc View Gis 3.2A.....	62
3.5.1. Digitalização de Temas Pontuais, Lineares e Poligonais.....	62
3.6. Arc View Gis 3.2. A.....	67
3.6.1. Do plano ao 3D jogando temas sobre a cena.....	67
3.7. Arc View Gis 3.2A.....	72
3.7.1. Editoração Para Exportação/Impressão.....	72
3.8. Visualização 3D no Envi 3.6.....	78
3.9. Mapa de Uso da Terra/Spring 4.1.2.....	83

## **CAPÍTULO 4**

<b>INTERPRETAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>88</b>
4.1. Fluxograma de Desenvolvimento do Trabalho.....	96

## **CAPÍTULO 5**

<b>RESULTADOS OBTIDOS.....</b>	<b>98</b>
--------------------------------	-----------

## **CAPÍTULO 6**

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>106</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>112</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>116</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Localização da área em estudo/RS/BR.....	03
FIGURA 2: Visualização tridimensional do Radar BRE2 dos Caças Rafale em relevo com imagem SRTM para vôo de penetração a baixa altitude em velocidade supersônica.....	07
FIGURA 3: Endeavour em missão SRTM. ....	25
FIGURA 4: Formas de Resolução das Imagens SRTM.....	26
FIGURA 5: Zoom em Goiás obtido por Imagens SRTM .....	28
FIGURA 6: Visualização em 3 Dimensões passível por aplicativos computacionais e tratamentos de imagem específicos.....	28
FIGURA 7: Situação Topográfica de São Francisco de Assis/RS.....	33
FIGURA 8: Situação Físico-Natural de São Francisco de Assis/RS.....	34
FIGURA 9: Fonte explorada para aquisição de Imagens SRTM.....	36
FIGURA 10: Criação de banco de dados no Spring para tratamento de Imagem SRTM.....	37
FIGURA 11: Criação de projeto de dados georreferenciados no Spring para tratamento de Imagem SRTM.....	37
FIGURA 12: Criação de modelo de dados no Spring para tratamento de Imagem SRTM.....	38
FIGURA 13: Importação de imagem SRTM no Spring para tratamento computacional.....	39
FIGURA 14: Criação de planos de informação e resolução espacial no Spring para Imagem SRTM.....	39
FIGURA 15: Entrada da Imagem SRTM no aplicativo computacional Spring.....	40

FIGURA 16: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – primeiro passo.....	41
FIGURA 17: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – segundo passo.....	41
FIGURA 18: Recorte de Imagem SRTM no aplicativo Spring – entrada para geração de isolinhas.....	42
FIGURA 19: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – isolinhas por interferometria.....	43
FIGURA 20: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – primeiro passo para cenas 3D.....	44
FIGURA 21: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – segundo passo para cenas 3D.....	44
FIGURA 22: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – terceiro passo - cena 3D com par estéreo.....	44
FIGURA 23: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – geração de perfil automático em tela.....	45
FIGURA 24: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – modelo para exportação e tratamento em outros aplicativos. Neste caso, como se exportou em extensão shapefile, os vetores tornaram-se legíveis no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	46
FIGURA 25: Iniciando o aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	47
FIGURA 26: Aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 configurando-se para tratamento de dados.....	47
FIGURA 27: Iniciando o aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – configuração de tela para importação de imagens, vetores, tabelas, entre outros dados espaciais e/ou não espaciais.....	48
FIGURA 28: Iniciando a importação de dados no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	48
FIGURA 29: Escolhendo diretório e pasta no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – ver o modelo de entrada do dado.....	49
FIGURA 30: Vetores isolinhas gerados no Spring por Imagem SRTM e	

importados para tratamento no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2	49
FIGURA 31: Vetores isolinhas gerados no Spring por Imagem SRTM e importados para tratamento no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – veja que o armazenamento de informações dos dados gerados e carregados não se alteram.....	50
FIGURA 32: Vetores isolinhas gerados no Spring por Imagem SRTM e importados para tratamento no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – tela de entrada para tratamento de imagem/modelagem.....	51
FIGURA 33: Vetores isolinhas sendo carregados para modelagem digital no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	51
FIGURA 34: Vetores isolinhas sendo carregados para modelagem digital no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – neste passo metodológico há que se ressaltar a saída dos dados num diretório, pasta e nome do arquivo salvo.....	52
FIGURA 35: Vetores isolinhas sendo modelados no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	52
FIGURA 36: Modelagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – presença de vetores pontuais, lineares e zonais.....	53
FIGURA 37: Áreas de declividade no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – cena plana.....	54
FIGURA 38: Variação de elementos cartográficos no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	55
FIGURA 39: Modelos de mapeamento direto presentes no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	55
FIGURA 40: Vetores curvas de nível e pontos de interpolação sendo carregados para modelagem digital no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	56
FIGURA 41: Vetores isolinhas, curvas de nível linhas de interpolação e pontos de interpolação sendo carregados para modelagem digital no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	56
FIGURA 42: Aplicando o limite político-administrativo sobre o mapeamento já completado no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	57

FIGURA 43: Parâmetros dos contornos vetoriais de face no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	57
FIGURA 44: Vetores de contorno sendo carregados para modelagem digital no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	58
FIGURA 45: Cruzamento das classes de declividade com as derivadas de vertentes para obtenção do mapa de orientação de vertentes no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	58
FIGURA 46: Geração do mapa de orientação de vertentes no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	59
FIGURA 47: Criação de parâmetros para geração do mapa de sombras no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – este mapa mostra áreas de falhamentos topográficos.....	59
FIGURA 48: Geração do mapa das distâncias forma-centro-extremos no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	60
FIGURA 49: Preparação da imagem para exportação do aplicativo computacional Idrisi 32 Release Two para o aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	62
FIGURA 50: Preparação da imagem para digitalização em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	63
FIGURA 51: Preparação da imagem para digitalização em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – escolha do modelo de vetor: pontual, linear ou poligonal.....	63
FIGURA 52: Escolha de diretório, pasta e nome do arquivo vetorial a ser digitalizado em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	64
FIGURA 53: Escolha do ícone draw line (forma) a ser digitalizado em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	64
FIGURA 54: Digitalização em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	65
FIGURA 55: Variações cartográficas de padrão, forma, tamanho, cores, etc, em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	65
FIGURA 56: Gravação e forma de encerrar corretamente a digitalização em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	66

FIGURA 57: Forma de abrir o arquivo vetor corretamente após ter encerrado o processo de digitalização em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	66
FIGURA 58: Ícone de controle de vetorização em digitalização em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	67
FIGURA 59: Modelo usado para sobrepor vetores sobre cenas mapeadas em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	68
FIGURA 60: Geração de cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – primeiro passo.....	68
FIGURA 61: Geração de cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2–segundo passo.....	69
FIGURA 62: Geração de cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – terceiro passo – exagero vertical.....	69
FIGURA 63: Geração de cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – quarto passo – escolha do exagero vertical.....	70
FIGURA 64: Cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 com exagero vertical.....	70
FIGURA 65: Cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 com exagero vertical – processo 1 de sobreposição vetorial sobre cena.....	71
FIGURA 66: Cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 com exagero vertical – processo 2 de sobreposição vetorial sobre cena.....	71
FIGURA 67: Cena 3D em tela no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 com exagero vertical e sobreposição vetorial sobre cena 3D.....	72
FIGURA 68: Método empregado para geração de plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.....	73
FIGURA 69: Escolha de diâmetros e dimensões das margens empregadas para geração de plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2....	73
FIGURA 70: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – modelo inicial.....	74
FIGURA 71: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 –	

formas de escolha cartográfica sobre elementos (símbolos) cartográficos...	74
FIGURA 72: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – exemplo de modelagem da escala.....	75
FIGURA 73: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – iniciando a criação de latitudes e longitudes pela georreferência.....	75
FIGURA 74: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – escolhendo valores proporcionais de coordenadas à extensão da área em estudo.....	76
FIGURA 75: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – criação do sistema de coordenadas em linhas envolventes.....	76
FIGURA 76: Plotagem no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 – fase apta a exportação para editoração.....	77
FIGURA 77: Exportação da imagem no formato raster do aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 para aplicativos de editoração.....	77
FIGURA 78: Exportação da imagem no formato raster do aplicativo computacional Arc View GIS 3.2 para aplicativos de editoração – escolha da extensão do arquivo a ser salvo, nome, diretório e pasta de saída.....	78
FIGURA 79: Iniciando o aplicativo computacional ENVI 3.6.....	79
FIGURA 80: Entrada da imagem SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6.....	79
FIGURA 81: Imagem SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 em fase de preparação para cena 3D automaticamente.....	80
FIGURA 82: Imagem SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 em fase de tratamento e seleção para cena 3D em tela.....	80
FIGURA 83: Imagem SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 em fase paramétrica para processamento em cena 3D.....	81
FIGURA 84: Imagem SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 em fase de processamento digital para cena 3D em tela.....	81
FIGURA 85: Imagem SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 cena 3D – comandos do painel de controle da cena.....	82
FIGURA 86: Cena da Imagem 3D SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 com vetor limite municipal sobreposto a mesma.....	82

FIGURA 87: Cena da Imagem 3D SRTM no aplicativo computacional ENVI 3.6 - variação em tela de arame (wire).....	83
FIGURA 88: Bandas 345/RGB e painel de controle em tela no aplicativo computacional Spring 4.2.....	84
FIGURA 89: Bandas 345/RGB sendo contrastadas no aplicativo computacional Spring 4.2.....	85
FIGURA 90: Aplicação de contraste na banda G/Verde no aplicativo computacional Spring 4.2.....	85
FIGURA 91: Bandas 345/RGB contrastadas. Esta cena representa a aquisição de amostras de temas, seu modo, tipo e contorno no aplicativo computacional Spring 4.2.....	86
FIGURA 92: Imagem classificada. Esta cena representa a análise de amostras de temas adquiridos. Dá o desempenho médio, a abstenção média e a confusão média. Veja o classificador Maxver com limiar de aceitação de 100% no aplicativo computacional Spring 4.2.....	87
FIGURA 93: Uso seqüencial de aplicativos digitais em diferentes tipos e padrões de imagem.....	90
FIGURA 94: Metodologia de mapeamento estabelecida a partir de Cartas Topográficas, Imagem de Radar SRTM Pura e Tratada e Imagem de Satélite Landsat 7.....	93
FIGURA 95: Fluxograma de desenvolvimento do trabalho.....	96
FIGURA 96: Sobreposição de mapas temáticos.....	97

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Mapa das curvas de nível do Município de São Francisco de Assis/RS.....	117
ANEXO 2: Mapa dos pontos de interpolação das curvas de nível do Município de São Francisco de Assis/RS.....	118
ANEXO 3: Mapa de interpolação das curvas de nível do Município de São Francisco de Assis/RS.....	119
ANEXO 4: Mapa dos limites-contornos das curvas de nível-no Município de São Francisco de Assis/RS.....	120
ANEXO 5: Mapa Hipsométrico do Município de São Francisco de Assis/RS.....	121
ANEXO 6: Mapa Hipsométrico e Rugoso do Município de São Francisco de Assis/RS.....	122
ANEXO 7: Mapa de Declividade em Graus do Município de São Francisco de Assis/RS.....	123
ANEXO 8: Mapa de Declividade com Rugosidade em % do Município de São Francisco de Assis/RS.....	124
ANEXO 9: Mapa de Sombras do Município de São Francisco de Assis/RS.....	125
ANEXO 10: Mapa de Orientação de Vertentes do Município de São Francisco de Assis/RS.....	126
ANEXO 11: Mapa de Rugosidade Topográfica do Município de São Francisco de Assis/RS.....	127
ANEXO 12: Carta Topográfica do Município de São Francisco de Assis/RS.....	128
ANEXO 13: Mapa resultante do cruzamento entre a Carta Topográfica e a Imagem SRTM-São Francisco de Assis/RS.....	129
ANEXO 14: Mapa do Perímetro Urbano e Divisão Municipal do Município de São Francisco de Assis/RS.....	130
ANEXO 15: Mapa da Malha Hidrográfica e Divisão Municipal de São Francisco de Assis/RS.....	131
ANEXO 16: Mapa do Município de São Francisco de Assis/RS.....	132
ANEXO 17: Mapa Rodoviário do Município de São Francisco de Assis/RS.....	133
ANEXO 18: Carta Imagem Landsat ETM+7-Bandas 345/RGB do Município de São Francisco de Assis/RS.....	134

ANEXO 19: Mapa de Uso da Terra do Município de São Francisco de Assis/RS.....	135
ANEXO 20: Cena 3D do painel de vôo do Aplicativo Arc View GIS 3.2.A a partir de isolinhas extraídas no aplicativo Spring.....	136
ANEXO 21: Cena 3D do painel de vôo do Aplicativo Arc View GIS 3.2.A com oscilação dos quadrantes de orientação.....	137
ANEXO 22: Cena 3D do painel de vôo do Aplicativo Envi 3.6 com imagem SRTM pura em textura e exagero de 25%.....	138
ANEXO 23: Cena 3D do painel de vôo do Aplicativo Envi 3.6 com imagem SRTM pura Wire Frame (Tela de Arame) e exagero de 25%.....	139
ANEXO 24: Cena 3D em campo de visada do painel de vôo e controle do Aplicativo Envi 3.6 com imagem SRTM pura em textura e exagero de 60%.	140
ANEXO 25: Cena 3D, Modo Anaglifo com exagero vertical de 2.5% em Par-Estéreo gerada pelo Aplicativo Spring 4.1.1/2 do INPE.....	141
ANEXO 26: Comparação entre o limite municipal gerado pela Imagem SRTM e o Limite gerado pela Carta Topográfica.....	142
ANEXO 27: Modelo hipsométrico e perfis topográficos de São Francisco de Assis/RS.....	143

## LISTA DE SIGLAS

RS – Rio Grande do Sul

BR - Brasil

FEE – Fundação de Economia e Estatística

3D – Terceira Dimensão

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

Km/h – Quilômetro por uma hora

m - metro

SIG – Sistema(s) de Informação(ões) Geográfica(s)

GIS/SIG - Geographic Information System

CLI - Canadá Land Inventory

TV - Televisão

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NIMA - National Imagery and Mapping Agency

DLR - Agência Espacial Alemã

ASI - Agência Espacial Italiana

MDE - Modelo Digital de Elevação

C/X - Band Synthetic Aperture Radar

USGS - United States Geological Survey

FTP - File Transfer Protocol

EMBRAPA/Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Km<sup>2</sup> - Quilômetro quadrado

Ha - Hectare

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico

.TIFF/GeoTIFF – Extensão de Imagem

PI – Plano de Informação

MNT – Modelo Numérico de Terreno

GMS – No Spring corresponde a Graus, Minutos e Segundos

.JPG - Extensão de Imagem

.SHP/Shp/Shapefile - Extensão de Imagem e/ou vetor

MIBH - Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas

RBE2 – Radar de Avião de Caça Supersônico Francês Rafale, operador do  
Porta Aviões Nuclear Foch

A4 – Tipo de folha usada para impressão

BASM – Base Aérea de Santa Maria

UFMS – Universidade Federal de Santa Maria

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

# INTRODUÇÃO

---

As ciências espaciais vêm apresentando constantes transformações no decorrer do tempo e são essas transformações que se encarregam da organização do espaço, entendido como geográfico. Novos modelos espaciais, novas técnicas permitem uma releitura do mesmo uma vez que a dinâmica faz e desfaz os recortes espaciais.

O homem, agente modelador das condições naturais da superfície terrestre vem se aperfeiçoando, cada vez mais, em novas técnicas de geoinformação, delimitando áreas em aplicativos digitais, trabalhando com modelos matemáticos e se utilizando do geoprocessamento e do sensoriamento remoto como uma das ferramentas determinantes na análise do espaço geográfico objeto de estudo da Geografia, entre outras Ciências.

Um dos exemplos mais importantes para essa afirmação é a possibilidade de se verificar, através das geotecnologias o próprio uso da terra obtido através de aplicativos como o Spring, o Idrisi e o Arc View, (por se tratarem de softwares de livre acesso disponibilizado pela UFSM). Quanto à utilização do Envi, este foi utilizado, nesta pesquisa, por se tratar de software utilizado pela Base Aérea de Santa Maria e licenciado para utilização neste trabalho. Estes aplicativos permitiram estabelecer acompanhamentos e/ou monitoramentos periódicos das geoinformações com a finalidade de fornecer informações que estabeleçam as variações da utilização da mesma em comparação com o desenvolvimento do setor econômico. Destaca-se, por exemplo, que um aplicativo pode demonstrar a variação das lavouras, em determinada área, enfocando a intensidade produtiva de cultura e,

também, salientando onde a mesma está localizada, respondendo, desta forma, pela sua espacialização.

Desse modo, em um exemplo hipotético em que os resultados mostram um número "x" de produção de toneladas de grãos da cultura da soja num município "y". Esses resultados apenas definem este município como produtor de "x" toneladas de grãos de soja, mas não determinam a localização desta oleaginosa, nem determinam a extensão das lavouras que ocupam esta área e, também, não conseguem individualizar focos de maior ou menor intensidade de ocupação da terra por esta cultura.

Assim, ao se utilizar imagens de satélite para se desenvolver um trabalho sob o espaço eminentemente rural deve-se definir o que se espacializar e/ou classificar. Os elementos devem ser previamente definidos através de critérios que possibilitarão a classificação definindo "o onde", isto é, em qual ou quais loca(l)(is) encontra(m)-se padrões ou tipos de ocupação semelhante, ou ainda, se há concentração de fenômenos no espaço delimitado. É importante ressaltar também que a utilização de técnicas de Geoprocessamento permitem verificar se o meio físico determina ou condiciona a expressão da paisagem rural, isto é, se pode ser estabelecida uma relação de "áreas pontuais" condicionadas ou determinadas pela topografia para se estabelecer um limite administrativo em uma determinada área territorial.

Estudos como estes, de maneira direta são concepções estudadas pela Geografia, mas também se ligam a Geomática e o Gerenciamento Ambiental.

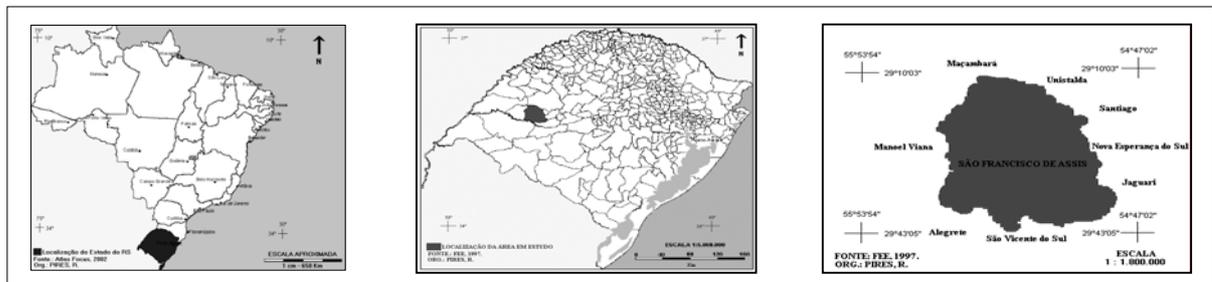
O termo Geomática, relativamente novo, representa a evolução do campo de atividades de levantamento e mapeamento, congregando as atividades mais tradicionais como Topografia, Cartografia, Hidrografia, Geodésia, Fotogrametria e princípios de Geografia com as novas tecnologias e os novos campos de aplicação como Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica.

Neste contexto, conforme a definição da *International Standards Organization* (2003, p. 07), a Geomática é entendida como: "... um campo de atividades que integra todos os meios utilizados para a aquisição e gerenciamento de dados espaciais necessários às operações científicas, administrativas, legais e técnicas envolvidas no processo de produção e gerenciamento da informação espacial".

Tal entendimento de Geomática nos remete a interpretação de que os dados coletados por sensores orbitais e aerotransportados, por instrumentos acoplados em embarcações ou instalados sobre a Terra, uma vez processados e manipulados, com o uso de equipamentos e programas, gerem produtos que possam ser mapeados dos mais diversos tipos ou base de dados digitais de grande valia para estudos de caso em Geografia ou em qualquer campo científico que tenha como referência os princípios de Geoprocessamento.

A partir desta concepção da Geomática, elegeu-se como laboratório de estudo o município de São Francisco de Assis, situado entre as coordenadas geográficas de 55° 29' 58" a 54° 45' 02" de longitude oeste e 29° 10' 11" a 29° 41' 08" de latitude sul, localizado na Microrregião Geográfica da Campanha Ocidental no Rio Grande do Sul, com área de 2.503,9 Km<sup>2</sup> e uma população absoluta de 20.802 habitantes de acordo com dados da FEE (2003).

A escolha desta unidade territorial para estudo investigativo justifica-se pela localização na porção transicional entre o domínio do Planalto da Bacia do Paraná e o domínio da Depressão Central ou Periférica, ou seja, entre as unidades geomorfológicas da Campanha Gaúcha e da Serra Geral. (Figura1).



BRASIL

RIO GRANDE DO SUL

SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

Figura 1: Localização da área em estudo/RS/BR.

Fonte: Atlas Foccus, 2002 & FEE, 2000.

Org: PIRES, Rudinei de Bairros, 2006.

Neste contexto, pode-se analisar e identificar duas realidades. A físico-humana e os domínios morfoestruturais. Entretanto, pode-se considerar a presença eventual de terceira realidade denominada de transição entre as de maior probabilidade de ocorrência uma vez que se trata de área transicional podendo evoluir para tensão ecológica.

Há que se considerar, também, que o uso da terra se diferencia de um domínio morfoclimático para outro em consequência dos fatores de natureza pedológica e, principalmente, por fatores de natureza topográfica condicionados pela acentuada discrepância entre a média de altitude na Depressão Central e no Planalto da Bacia do Paraná que, para este município fica aproximadamente num desnível de 210 m. (Folha SH-21-X-D, 1:250.000).

Assim, pela sua importância técnica e para fins deste estudo também é imprescindível a classificação do uso da terra através de aplicativos como o Spring, o qual permite a possibilidade de uma delimitação perimetral via aplicativo e, a possibilidade de variações na escala, importando a imagem total para o aplicativo Cad 3D/ENVI, este, capaz de gerar mapa em 3D. Salienta-se que ambos os aplicativos podem gerar mapas de 3D do terreno e ajustar zoon's a diferentes escalas, bem como, serem programas essencialmente para ajuste de detalhes. Estas análises induzem a reflexão de que após a delimitação da área em estudo e a identificação de realidades distintas num único limite político administrativo, bem como a classificação do uso da terra e a possibilidade de mapas em terceira dimensão.

Por outro lado, cabe destacar que trabalhos desta natureza ainda não foram realizados no município em estudo. Deste modo, as informações apresentadas subsidiarão os poderes públicos municipais ao nível de planejamento. Assim, o objetivo central que norteou o trabalho foi identificar correlações de abordagem entre a inter-relação de aplicativos e o uso de geotecnologias, que possibilitam a análise e o monitoramento das diferenciações espaciais.

Os objetivos específicos buscaram: (a) mapear o município de São Francisco de Assis considerando diferentes níveis de paisagem físico-natural; (b) apresentar uma inter-relação de geotecnologias envolvendo imagens de radar SRTM sobre um limite político-administrativo com diferentes aplicativos computacionais confrontando-os e intercalando seus usos; (c) gerar uma metodologia descritivo-ilustrativa estabelecendo uma seqüência para o desenvolvimento de trabalhos geo-cartográficos, (d) elaborar cenas em terceira dimensão e, posteriormente, compará-las entre as modelagens aplicativas e, (e) disponibilizar ao município de São Francisco de Assis, documentos cartográficos e ferramentas de SIG/Sensoriamento Remoto passíveis de utilização para o planejamento municipal.

## CAPÍTULO 1

# FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

---

### 1.1. (Re)visitando as Matrizes Teóricas

A Geomática tem como preocupação central estudos sobre a informação georreferenciada, buscando desenvolver aplicações em sistemas de Geoprocessamento, destinados à geração de dados e mapas digitais especializados, visando o conhecimento do meio infra-estrutural e geo-ambiental. Assim, seus produtos estão direcionados por estratégias e modelos inseridos no novo mundo digital globalizado, baseados, portanto, em redes.

Salienta-se que as redes estão segmentadas em linhas, como a informação qualificada, compreendendo mapas digitais com informações georreferenciadas para projetos de infra-estrutura e meio ambiente, localização e direcionamento, informações qualificadas com valor agregado, onde são desenvolvidas aplicações especiais sobre os mapas digitais, tornando-os base para análises e regionalizações temáticas bem como análises espaciais. (Câmara 2005).

Assim, a partir do surgimento dos sistemas sensores e o desenvolvimento de novos modelos de satélites como o Landsat, aprimorados a resoluções cada vez mais próximas da realidade (exatidão de escala), estas, acompanhadas de novos programas, softwares e/ou aplicativos digitais de grande valia em nível aplicativo para laboratório, novas propostas de trabalho se justificam em diferentes áreas e espaços.

Dissertando sobre tecnologia de satélites, especialmente do Landsat, na terceira edição da obra *Remote Sensing, principles and interpretation*, Sabins (1999, p. 69) entende que:

The Landsat program has been a major contributor to the growth and acceptance of remote sensing as a scientific discipline. Landsat provided the first repetitive worldwide database with adequate spatial and spectral resolution for many applications. Landsat data are available in digital format, which has promoted the science of digital image processing. (...) The broad regional coverage of individual Landsat images can be extended by combining adjacent images into a mosaic. (...) the uniform scale and minimal distortion of Landsat images also make mosaic compilation (...) mosaics are classed as analog mosaics or digital mosaics, depending on the method used for compilation (...) but the digital mosaics of bigger interest are compiled by computers from digitally recorded image data.

Com o decorrer do tempo, novas técnicas e novos modelos vêm se definindo e ganhando características de melhor resolução. Segundo Marchetti; Garcia (1986, p.01) "Nos princípios de fotogrametria existe a essência de aprimoramento em três elementos: a luz, a descrição e a mensuração".

Em outras palavras, entende-se como em constante desenvolvimento o aparato técnico-científico, isto é, o aperfeiçoamento dos satélites, da tecnologia empregada na coleta de dados e dos aplicativos que compõem a base de laboratório para cruzamento e geração de mapas temáticos, bem como obtenção de dados.

Assim, têm-se atualmente muitos autores que discutem este assunto de maneira tecnicamente semelhante. Um exemplo pode ser identificado em Crosta (1992, p.46) que aborda:

O sistema sensor do satélite Landsat pode possuir resolução radiométrica variando entre 6 e 8 bits, o que significa variação de 64 a 256 níveis de cinza. Ainda, qualquer imagem (foto aérea, mapas) podem ser transformada em imagem digital através de um processo conhecido por digitalização. Este processo é realizado por um equipamento periférico denominado scanner, que transforma uma imagem analógica em uma matriz com o número de linhas e o tamanho de cada cela pré-definidos, atribuindo para cada cela um valor de nível de cinza proporcional à tonalidade da imagem original. (...) As imagens de sensoriamento remoto, por sua natureza digital e discreta são constituídas de um arranjo de elementos sob a forma de malha ou grid e tem sua localização definida em um sistema de coordenadas do tipo linha e coluna x e y, respectivamente. O nome dado a essas celas é o pixel que possui para o mesmo sensor remoto, as mesmas dimensões na superfície terrestre. Cada cela possui um atributo numérico "z", que indica o seu nível de cinza que varia do preto ao branco.

Desse modo, as razões para se utilizar imagens de satélite, neste caso as de geração Landsat, para pesquisas como a classificação do uso da terra, são inúmeras. Sabins (1999, p. 387) faz uma abordagem sobre as mesmas:

Large areas can be imaged quickly and repetitively, images can be acquired with a spatial resolution that matches the degree of detail required for the survey, remote sensing images eliminate the problems of surface access that often hamper ground surveys, images provide a perspective that is lacking for ground

surveys, image interpretation is faster and less expensive than conducting ground surveys, images provide an objective, permanent data set that may be interpreted for a wide range of specific land uses and land covers, such as forestry, agriculture, and urban growth.

Entretanto, não se pode deixar de relatar os avanços em nível de laboratório, principalmente os ligados a softwares, aplicativos digitais como o Spring, o Idrisi, o AutoCad, o Envi, o Arc View GIS, entre outros, que vêm se constituindo em ferramentas de ajuste, precisão e classificação de imagens. De acordo com Trevisan (2001, p. 01), o sistema Cad 3D possibilita, entre outras aplicações, que seu operador:

Veja um conjunto em qualquer ângulo, dê um zoom adentro em qualquer área específica, exiba um, ou todos os componentes, produza imagens em “tela de arame” (wire frame) ou sólida, rotacione a imagem em um eixo, produza vistas aéreas e do solo, use o efeito da cor para realçar modelo(s), rapidamente produza desenhos semelhantes, porém distintos podendo oferecer a realização de ajuste, desenvolvimento, importação, etc, de desenhos e/ou figuras em qualquer plano do espaço assumindo, inclusive os níveis de escala destes elementos, zonais, lineares e/ou pontuais.

Estes programas, aliados ao avanço e a capacidade dos computadores constituem-se em ferramentas importantes para o desenvolvimento de pesquisas.

Perrier (1997) apontou como a alma tecnológica da aviação de caça, o Radar RBE2 aliado às imagens SRTM, dos Super Caças Franceses Rafale operadores do poderoso Porta Aviões Nuclear Foch. (Figura 2).

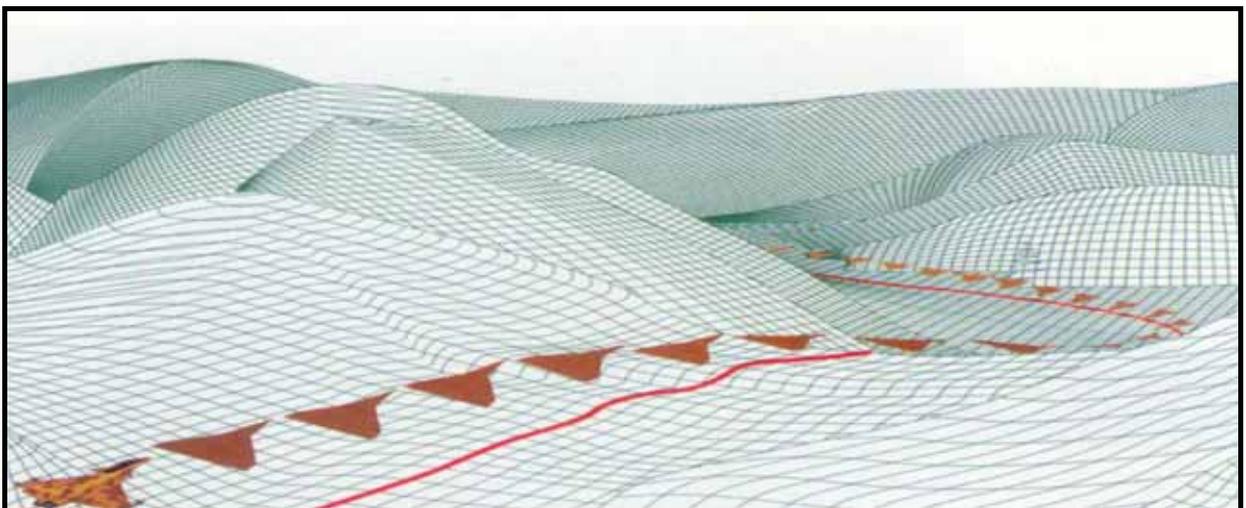


Figura 2: Visualização tridimensional do Radar RBE2 dos Caças Rafale em relevo com imagem SRTM para vôo de penetração a baixa altitude em velocidade supersônica.  
Fonte: Revista AIR&SPORT, Ano 4, No. 23, 1997. Pág. 43.

Para Perrier (1997, p.40), este tipo de Radar tendo armazenado a imagem SRTM em seus dados tem multi-função:

Caracteriza-se pela agilidade de varredura e pela flexibilidade de imbricação automática de seus modos de funcionamento. A potência do seu processador de sinal programável é superior a um bilhão de operações por segundo. Assim, ele se torna multi-alvo, isto é, capaz de detectar e perseguir vários alvos aéreos simultaneamente e, com os dados SRTM a bordo em seu computador topográfico de navegação, em vôos de penetração a altitude muito baixa (60m) e alta velocidade (1.380Km/h). Assim, ele fornece ao mesmo tempo em que garante a vigilância do céu, as informações necessárias à elaboração automática pelo avião da trajetória com a definição do modelo numérico em máscaras de arame.

Sabe-se que atualmente a tecnologia e a capacidade de desenvolvimento e/ou ajuste de imagens assume maior versatilidade e precisão. Na visão de Xue; Cracknell (2002, p. 185) pode-se dizer que:

Geoinformatics has emerged as a discipline that deals with geographic information, data and knowledge and their storage, retrieval and optimal use for problem solving and decision-making. Computing and communications are the modern information technologies most closely related to geoinformatics. Recent advances in communications, networking, image processing, database management, expert systems and artificial intelligence have contributed to explosion of new products and technologies directed at the geoscience environment.

Portanto, o avanço da tecnologia pode possibilitar um detalhamento maior nos cruzamento de dados. Os efeitos da generalização são, cada vez mais, substituídos por detalhes, estes podendo ser obtidos com maior intensidade em laboratório, embora nunca se descarte um levantamento de campo.

O nível de detalhamento de imagens Landsat na escala de 1:25.000 acompanhado de aplicativos e correções (laboratório) bem como levantamento de campo pode levar a uma correlação de dados onde se permite uma diferenciação de domínios vegetais e/ou morfoestruturais numa escala local desde que exista um conhecimento prévio e geral do todo.

É importante também destacar as colocações de Cihlar (2000, p.109), quando o autor salienta que existe:

Land cover, i.e. the composition and characteristics of land surface elements, is key environmental information. (...) Land cover information is obtained for numerous scientific, policy, planning or management purposes (...) for example, forest inventories, land use inventories and planning as well as other biophysical resource inventories and many other activities require land cover information. (...) Over large areas, land cover information may be required locally (at specific sites,  $10^0$ - $10^3$  Km<sup>2</sup>), at regional scales ( $10^4$  –  $10^6$  Km<sup>2</sup>), or continental to global scales

(>10<sup>6</sup> Km<sup>2</sup>). (...) the quality and availability of remote sensing data limit the type and accuracy of information that may be extracted.

Entende-se que o objeto de estudo, o município de São Francisco de Assis, apresenta dois domínios definidos, a Depressão Periférica e o Planalto da Bacia do Paraná, com distintas classificações. Porém, necessariamente, deve existir uma área ou faixa transicional entre ambos, que se privilegia para estudos uma vez que as escalas das imagens são classificadas como locais por Cihlar (2000) e apresentam-se de boa resolução.

Para Lacaste; Salanon (1978, p.77), deve-se ter em mente que:

Entre las especies que constituyen una biocenosis se manifiestan múltiples formas de interacción, que se pueden dividir en fenómenos de competencia y de dependencia. Los primeros corresponden a una lucha por el espacio y por las fuentes de energía, los segundos traducen relaciones más o menos estrechas entre los organismos. (...) Determinadas condiciones topográficas son necesarias para el desarrollo de ciertas comunidades vegetales particulares.

É fundamental pois que um trabalho de avaliação em nível de campo e laboratório se desenvolva e que seja executado no sentido de viabilizar novas alternativas de gerenciamento tanto ambiental como no sentido de suporte científico e comprobatório para tomada de decisões dos poderes públicos, sejam eles municipal e/ou estadual frente a execução de projetos para a comunidade.

Neste contexto, resgata-se Silva (1999, p. 62), quando o mesmo afirma que:

É fundamental termos claras essas respostas antes de embarcarmos numa 'aventura alternativa': precisamos definir claramente até onde vamos ser alternativas e a quê vamos ser alternativas. Antes de escolhermos a tecnologia que vamos utilizar precisamos primeiro decidir que sociedade queremos construir.

## **1.2. Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**

O significado de SIG, tradução de GIS (Geographic Information System) já gerou muita discussão no meio científico, pois a sua tradução para "Sistemas de Informações Geográficas" pode levar à crença de que as informações sejam geográficas e, na verdade, nem todas as informações trabalhadas são espacializáveis.

O termo Sistema de Informações Geográficas (SIG) refere-se aqueles sistemas que efetuam tratamento computacional dos dados geográficos. Um SIG, de

acordo com Câmara (2005 p. 16) “... armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e numa projeção cartográfica qualquer”. Os dados tratados em geoprocessamento têm como principal característica a diversidade de fontes geradoras e de formatos apresentados.

Ainda, para Câmara (2005, p. 26), há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG: (a) como ferramenta para a produção de mapas; (b) como suporte para análise espacial dos fenômenos e (c) como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação da função espacial.

As principais características de SIGs, segundo Câmara (2005, p.28) são:

(a) Integram uma única base de dados, as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos-numéricos de terrenos; (b) Oferecem mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo-base de dados georreferenciados.

Resgata-se mais uma vez Câmara (2005, p. 27) quando o autor em uma visão abrangente identifica os seguintes componentes num SIG: “[...] interface com o usuário, entrada e integração de dados, consulta, análise espacial e processamento de imagens, visualização e plotagem, armazenamento e recuperação de dados”.

É importante ressaltar para Cracknell (2002), que estes componentes se relacionam de forma hierárquica. No nível mais próximo ao usuário, a interface homem-máquina define como o sistema é operado e controlado. No nível intermediário, um SIG apresenta mecanismos de processamento espaciais (entrada, edição, análise, visualização e saída). No nível mais interno do sistema, um sistema de gerência de bancos de dados geográficos controla o armazenamento e a recuperação de dados espaciais e seus atributos.

Cada sistema implementa estes complementos de forma distinta, sendo função de seus objetivos e necessidades, mas todos os subsistemas citados devem estar presentes num SIG.

Uma das características básicas e gerais de um SIG para Rocha (2000), é a sua capacidade de tratar as relações espaciais entre os objetos geográficos. Denota-se por topologia a estrutura de relacionamento espacial (vizinhança, proximidade, pertinência) que podem se estabelecer entre os objetos geográficos.

Sistema Geográfico de Informação (SIG), segundo Câmara (2005, p. 33), pode ser entendido como:

Uma estrutura georeferenciada de registros ambientais, que tem a capacidade de analisar relações taxonômicas e topológicas entre variáveis e entre localidades, e que permite entrada, armazenamento, atualização, transformação, recuperação, análise e exibição de dados ambientais. Composto de uma base geocodificada, com um banco de dados a ela acoplado, e um sistema de transformações de seus dados, destinado a analisar situações ambientais julgadas de interesse. Permitem, assim, uma visão holística do ambiente e, através de análises sinópticas ou particularizadas, propiciam a aplicação de procedimento heurísticos à massa de dados ambientais sob investigação.

Neste contexto, os sistemas geográficos de informação podem ser considerados como modelos digitais do ambiente e, por terem os dados ambientais, o atributo de localização geográfica, possibilita revelar e explicar muitos conceitos socioeconômicos. Permitem a avaliação de situações ambientais com precisão apropriada e economia no esforço humano para obtenção e organização dos dados.

O SIG tem também agilidade e capacidade para trabalhar os dados socioeconômicos relevantes no apoio ao planejamento geo-econômico, proteção ambiental e análise geopolítica.

Para Moreira (2001, p. 33) um Sistema Geográfico de Informação é conceitualizado como:

Um conjunto organizado composto de equipamento, programa computacional e dados geográficos, desenvolvido para capturar, integrar, atualizar, manipular, analisar, criar e apresentar todos os tipos de informações geograficamente referenciadas. Um sistema geográfico de informação prevê a possibilidade de referenciar a posição topológica, assim como os atributos dos elementos geográficos (pontos, linhas e áreas), de forma organizada e estruturada.

Para Crosta (1992), a interpretação dos fenômenos ocorridos em determinada região é realizada nos dias atuais através dos Sistemas Geográficos de Informação, que permitem a coleta, armazenamento, verificação, manipulação, análise e exibição dos dados e resultados por mapas ou relatórios. E que, nos últimos anos devido à disponibilidade de equipamentos de computação foram desenvolvidos muitos diferentes formatos e modelos de SIG, que se aplicam ao apoio à decisão.

A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para simular, modelar e resolver problemas ligados à agricultura é uma prática cada vez mais

comum em nível acadêmico. Muitos trabalhos objetivam a aplicação em SIG de modelos ligados ao meio ambiente e da conservação dos solos.

Segundo Garcia (1982, p. 44), podem ser considerados quatro níveis de abstração de dados incorporados a um SGI:

Mundo real que é o fenômeno como ele realmente existe, incluindo todos os aspectos que podem ou não ser percebidos pelas pessoas; modelo de dados, que é a abstração do mundo real e que incorpora propriedade relevante à aplicação, usualmente uma concepção humana da realidade sem considerações de software e hardware; estrutura de dados, que é a representação do modelo de dados freqüentemente expressa em termos de listas, tabelas, matrizes e diagramas, refletindo o registro dos dados em código de computador; e estrutura de arquivo que é a representação dos dados em armazenamento no equipamento computacional.

Os dados ambientais podem ser apresentados segundo uma visão territorializada, a qual se denomina matriz geográfica. Trata-se de uma disposição conjugada de variáveis segundo suas ocorrências em unidades territoriais. (AMARAL, 1990).

Ao se analisar os vários componentes de um SIG, pode-se afirmar que houve, nos últimos anos, rápidos e crescentes avanços no que refere à interface homem-máquina e também sensível redução de custos na área de aquisição de equipamentos e de programas computacionais.

Considera-se, também, o elevado grau de aprimoramento destes programas, assim como de softwares de SIG, que permitem efetuar análises em computadores pessoais, hoje com alta capacidade e performance, que até há pouco tempo só eram realizados com grandes programas, executados em computadores de altíssimo desempenho.

Conforme destaca Miranda (2005), a tecnologia SGI está cada vez mais acessível a pequenas empresas e mais compreensível a profissionais de várias áreas do conhecimento, eliminando algumas barreiras para a formação de pessoas, técnico, estrutura organizacional e normas de operação. Porém o banco de dados é ainda um componente complexo de compreender, projetar, implementar e relativamente muito mais custoso financeiramente.

Para a realização de estudos ambientais, tem-se por objetivo a busca de informações geográficas, utilizando-se, para tal fim, dados que, por possuírem uma posição espacial, ou localização geográfica definida, são denominados georreferenciados ou espaciais.

O desenvolvimento de Sistemas Geográficos de Informações, conforme cita Loch (2001), é consequência direta dos avanços científicos na área da computação, cujos impulsos iniciais ocorreram nas décadas de 1940, quando foram desenvolvidos equipamentos e procedimentos que levaram à elaboração de rotinas para a automação de determinados processos de análise espacial.

A expressão Sistema Geográfico de Informação refere-se aos tipos de sistemas que realizam tratamento computacional de dados geográficos. Segundo Miranda (2005), um SIG armazena a geometria e os atributos dos dados que estão georreferenciados, ou seja, que estão localizados em algum ponto da superfície terrestre, e sob um sistema de projeção cartográfica qualquer e conhecido.

Os três principais objetivos de um Sistema Geográfico de Informação conforme Rocha (2000, p. 47), são:

- a) armazenar, gerenciar e integrar uma grande quantidade de dados espacialmente geocodificados;
- b) suprir meios para realizar análises que integram e relacionam os dados de componentes geográficos;
- c) organizar e manejar os dados, de tal forma, que as informações cheguem ao usuário e possam ser facilmente acessíveis.

O primeiro sistema com características básicas de um SIG foi proposto em 1962, por Tomlinson, no Canadá, durante seminário sobre Inventário Nacional de Capacidade de Uso da Terra, para favorecer o uso de dados coletados pelo Canadá Land Inventory (CLI) posteriormente, em 1964, ele representou o primeiro sistema com características de SGI, e que foi denominado Canadian Geographic Information System. (STEVEN E CLARK, 1990).

Sistema Geográfico de Informação, segundo Rodrigues (1990), é um sistema computacional para gerenciamento de dados espaciais, e que a superfície terrestre sugere que locações possam ser determinadas ou calculadas em função de coordenadas geográficas. A maioria dos sistemas existentes restringe-se a duas dimensões espaciais, embora alguns sistemas, de particular interesse de geólogos, tenham capacidade tridimensional para representar objetos ou locais.

Segundo Novo (1998, p. 51), o geoprocessamento e o uso de sistemas geográficos de informação propiciam a visão holística:

Por criar procedimentos analíticos e sintetizadores que revelem a possibilidade de interferências das relações causais aplicáveis à situação ambiental, a partir dos estudos de eventos e entidades ambientais. Torna-se então possível identificar relações de contingência, conexão, proximidade e funcionalidade entre as partes

integrantes da situação ambiental. É fundamental que, no uso do geoprocessamento e se SGI, os procedimentos metodológicos adotados respeitem a natureza variável dos dados ambientais, mas permitem análises e integrações sucessivas que possibilitem deduzir as causas dos fenômenos ambientais.

Para Paredes (1986), os Sistemas Geográficos de Informação são estruturas heurísticas de modelagem e investigação da realidade ambiental, que além de também exercerem as tarefas de armazenamento, atualização, recuperação e exibição de dados e informações ambientais, trabalham com a estrutura ambiental relacional, seja física, biótica ou socioeconômica de uma determinada região que se pretende estudar. Daí decorre a complexidade e exigências inerentes a preparação dos dados para a entrada e aplicação por Sistemas Geográficos de Informação.

Desde sua concepção inicial, mais simplista e voltada para o projeto e construção de mapas, o SGI tem incorporado uma variedade crescente de funções. Em especial, apresentam mecanismos sofisticados para a manipulação e análise espacial dos dados, permitindo uma visualização dos resultados bem mais intuitiva do que a obtida através de relatórios e gráficos convencionais.

Na conceituação proposta por Rodrigues (1990), o Sistema Geográfico de Informação constitui um bem elaborado banco de dados que, no stricto sensu, compreende software, que desempenha as funções de coleta, manipulação, análise e apresentação de informações sobre entidades de expressão espacial, para os quais são relevantes as características de posição, forma, distribuição espacial, conectividade, vizinhança, proximidade e permanência.

E que SGI, Lato Sensu, compreende tanto o software, como hardware, o banco de dados, os procedimentos de entrada e saída de dados, as normas de operação, de codificação, o pessoal técnico e a estrutura organizacional. (RODRIGUES, 1990).

Os dados em um SGI podem ser originários de variadas fontes, e podem ser classificados como primários, que constituem as derivadas de levantamentos diretos no campo ou as obtidas de produtos de sensoriamento remoto, e como secundárias, que envolvem mapas e estatísticas, os quais são derivados de fontes primárias (CÂMARA, 2006).

Os Sistemas Geográficos de Informação armazenam e processam dados espaciais por meios das formas de estruturas matricial ou vetorial. Espera-se dos SGI versatilidade para suportar ambas as estruturas, de modo a atender melhor às

necessidades do público usuário. Em geral, cada programa de SGI privilegia uma ou outra das estruturas.

Um SIG completo, para Crosta (1992, p. 13) deve ser capaz de “[...] trabalhar com relações topográficas, ou seja, com estruturas geométricas que manipulam relações com vizinhança, conexão e permanência”. Ainda, para o mesmo autor, pode-se resumir topologia como uma “inteligência gráfica” associada ao sistema.

Câmara 2006 defende que o termo é assim caracterizado, pois, “sistema” significa uma estrutura organizada, com limites definíveis, funções externas e internas com dinâmica própria e conhecimento de suas relações com a realidade. Informação, não é somente um dado, mas é um ganho de conhecimento, o que é possível quando a transmissão é feita através de um protocolo convencionado. Geográfico, por sua vez, é em relação ao sistema, e não em relação à informação. O sistema é geográfico, pois os dados são espacializados.

Trevisan (2001, p. 32), também associa o sentido de geográfico às informações, quando coloca que “[...] um sistema de informação geográfica utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais”.

Segundo Rocha (2000, 79), a cartografia automatizada ou digital adota a tradicional metodologia de construção de cartas temáticas:

Mas as análises e sínteses podem envolver relações mais complexas, evidenciando mútuas relações, que melhor representariam a dinâmica espacial, o que exige recursos como os oferecidos pelos Sistemas Informativos Geográficos. Assim, o interesse nos recursos da cartografia temática cresceu com a evolução da cartografia automatizada, também conhecida como cartografia numérica ou digital e, principalmente, dos Sistemas Informativos Geográficos, nos quais a base essencial de trabalho são os métodos de “overlay mapping” (sobreposição de mapeamentos). “E continua” (...) os mapas temáticos, também chamados de “themes”, “overlays”, “coverages”, “data planes”, “layers” ou “levels” conformam um sistema para responder perguntas, embasar decisões ou auxiliar na resolução de problemas”.

Partindo da conceituação de SIG como instrumento de elaboração eletrônica que permite a coleta, gestão, análise e representação automatizada de dados georreferenciados, Câmara (2006), desenvolveu estudo bibliográfico sobre o termo, comprovando que, ainda não existe uma definição padronizada e universalmente aceita, a não ser o fato de que se refere às informações espacialmente localizadas e que permitem o controle e gestão do território.

Segundo o autor, a falta de uma definição precisa do termo deve-se a dois fatores: o primeiro, que as potencialidades da informática ainda não estão completamente exploradas e previsíveis, e o segundo que se percebe uma tendência de que os conceitos de Geografia sejam associados ao quadro teórico, enquanto o instrumento operacional para os estudos espaciais seja associado à cartografia.

Não obstante para as diferenças de definições existentes, Câmara (2006, p. 31) observa que:

A rápida difusão dos SIG's, conduzida por: um crescente interesse no território do ponto de vista geográfico, urbanístico e ambiental, sobretudo com a conscientização a respeito de suas limitações; uma maior necessidade de informações, asseguradas pelo desenvolvimento tecnológico com uma relação custo/benefício mais vantajosa.

Câmara (2006) demonstra que as primeiras definições de SIG levavam a uma visão equivocada de que qualquer mapeamento por computador poderia ser um SIG. Cita os conceitos adotados por Tonlinson e outros autores, no início da década de 70, o que chama de conceitos baseados no “process-oriented approach”. Para o autor, um SIG era visto como um conjunto de subsistemas integrados que ajudariam na conversão de dados geográficos em informações úteis.

Outra visão extremamente ampla do conceito de SIG foi adotada por Clark (1990), qual conceituava um SIG como “computer-assisted systems for the capture, storage, retrieval, analysis, and display of spatial data”. Essa visão de Clark e de outros estudiosos é chamada por Steven (1990) de “application approach”, pois associa o SIG à informação manipulada mas não o diferencia de outras formas de manipulação de dados, tem-se a etapa caracterizada por Steven como “database approach”.

Sobre o termo “topologia”, Rocha (2000, p.101) explica que o conceito “[...] define a localização dos fenômenos geográficos, um em relação aos outros, não requerendo necessariamente o uso do conceito de coordenadas, mas considerando apenas a sua posição no arranjo da rede, por exemplo”.

Rodrigues (1990) observa que se nota uma grande difusão do SIG na produção de inventários e apoio à prática do planejamento, uma vez que permite a definição física e análise quantitativa dos componentes socioeconômicos, mesmo

análises qualitativas atribuindo pesos às características identificadas dentro de uma escala de valores estabelecida.

Têm-se tornado o principal instrumento de planejamento urbano por possibilitar um retrato fiel de sua complexidade e permitir a integração de análises por disciplinas diversas (do ponto de vista geológico, arquitetônico, econômico, entre outros).

Hoje os SIG's procuram evoluir nas metodologias de tratamento de dados. O conjunto de dados, tanto cartográficos como alfanuméricos, oferece informações que são exercidas, mas existem, também, relações espaciais ou lógicas e a essência dos Sistemas Informativos Geográficos está em explicar essas relações para Rodrigues (1990).

Os Sistemas Informativos Geográficos, ao buscar formas de trabalhar com as relações espaciais e lógicas, tendem a evoluir do descritivo para o prognóstico. Em lugar de, simplesmente descrever elementos ou fatos, podem traçar cenários, simulações de fenômeno, com base em tendências observadas ou julgamentos de condições estabelecidas.

Para Xue; Cracknell (2002, p.97) o uso de um SIG está relacionado à:

Geração de um espaço heurístico, pois permite: extração seletiva de variáveis e acompanhamento das variações ambientais (monitoria). O caráter heurístico está na possibilidade de aquisição paulatina e ordenada de conhecimento sobre uma problemática ambiental. Esse processo chamado de calibração. Permite a aproximação entre a realidade ambiental e seu modelo representativo.

Para Câmara (2005, p.22), um Sistema de Informação Geográfica é:

Um conjunto integrado de programas (software) especificamente elaborados para serem utilizados com dados geográficos, executando espectro abrangente de tarefas no manuseio dos dados. Essas tarefas incluem a entrada, o armazenamento, a recuperação e os produtos resultantes do manejo dos dados, em adição à ampla variedade de processos descritivos e analíticos. Os dados não têm significado próprio, mas são símbolos usados na representação de fatos, conceitos ou instruções. Para que um dado se torne informação, é preciso conhecer o significado que é atribuído ao mesmo. Num SIG, existem duas grandes formas de organização de um ambiente de trabalho: Organização baseada num banco de dados geográficos e Organização baseada em projetos.

No primeiro caso, o usuário define inicialmente o esquema conceitual associado às entidades do banco de dados geográficos, indicando, para cada tipo de dados, os seus atributos não-espaciais e as representações geométricas

associadas. No segundo caso, o usuário define inicialmente um referencial geográfico (que delimita uma região de trabalho) e a seguir, define as entidades geográficas que compõe o projeto.

Nota-se que um banco de dados geográficos pode ser particionado em projetos, sendo que as definições do esquema conceitual valem para todos os projetos do banco, mesmo que não haja continuidade espacial entre estes projetos. (Câmara, 2005).

### **1.3. Sensoriamento Remoto**

Cada vez mais se busca a otimização, rapidez e eficácia na realização de trabalhos, principalmente na área tecnológica onde usuários das mais diversas áreas utilizam-se do sensoriamento remoto como instrumento de suas atividades, sejam elas para fins comerciais, pesquisas ou outras atividades.

Desta forma, para se remeter a conceitos básicos referentes aos princípios de funcionamento do sensoriamento remoto torna-se fundamental a compreensão de conceitos essenciais.

De acordo com Novo (1995, p. 1), pode-se definir sensoriamento remoto como, “[...] tecnologia que permite a aquisição de informações sobre objetos sem o contato físico com eles”.

Neste sentido, Garcia (1982, p. 23), complementa a definição de sensoriamento remoto afirmando que:

De uma maneira ampla como a detecção da natureza de um objeto sem que haja contacto físico, em que aviões e satélites são as plataformas mais comuns. O termo sensoriamento remoto é restrito aos métodos que se utilizam da energia eletromagnética na detecção e medida das características de objetos, incluindo-se aqui as energias relativas a luz, calor e ondas de rádio.

Para Loch (2001, p. 87), a técnica de sensoriamento remoto caracteriza-se como sendo, “[...] a captação à distância de registros, dados e das informações das características da superfície terrestre, sem o contato direto”.

O mesmo autor segue seu raciocínio complementando a conceituação de sensoriamento remoto, quando afirma que o mesmo é “[...] o conjunto de atividades, cujo objetivo reside na caracterização das propriedades de alvos naturais, através

da detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante, refletido ou omitido pelos mesmos”.

Nesta linha de raciocínio Rocha (2000, p. 115), define sensoriamento remoto como, “[...] a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos permitem obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra, sem contato físico com eles”.

Dentre as conceituações de sensoriamento remoto, tem-se ainda a de Bitencourt (1999, p. 23), afirmando que: “sensoriamento remoto não é uma ciência e sim um conjunto de técnicas que se vale da interação entre a radiação eletromagnética e os recursos naturais existentes na superfície terrestre chamado alvos, que são os objetos de estudo”.

Para Amaral (1990, p. 27), a técnica de sensoriamento remoto deve ser entendida como:

A aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, nos permitem obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície da Terra. Outras definições poderão ser mais amplas ou restritas, por exemplo, especificando o tipo de fenômeno físico observado (radiação eletromagnética) ou incluindo as superfícies de outros corpos do sistema solar.

A aplicabilidade de técnicas do sensoriamento remoto iniciou-se com fins militares, complementadas a partir de outras ciências, como a Geofísica, Astronomia, Aerofotogrametria, entre outras.

Segundo Amaral (1990), a finalidade de utilizar-se esse conjunto de ciências e técnicas, sempre esteve ligado ao fim último que era identificar, mapear e cadastrar as diversas formas de objetos compatíveis com sua resolução, sejam eles naturais ou artificiais, visando de certa forma o controle e a melhor utilização dos mesmos pelo homem.

A utilização das técnicas de sensoriamento remoto também busca verificar os conflitos de uso, seja de áreas urbanas ou rurais, como poluição de rios, queimadas, modificações ambientais, áreas de risco nas cidades, entre outras finalidades.

Percebe-se que nas últimas décadas, as técnicas e pesquisas direcionadas ao sensoriamento remoto, vêm se sofisticando, ampliando a sua aplicabilidade a diversas áreas do conhecimento, sejam em problemas ambientais, urbanos, monitoramento de recursos naturais, na área médica, entre outros. (AMARAL, 1990).

Desta forma, os produtos gerados a partir das técnicas de sensoriamento remoto, se constituem em importante ferramenta para elaborar trabalhos, não individualizados, mas integrados, de forma que se possa manusear e atingir os objetivos esperados, como por exemplo, a utilização de imagem de satélite (obtidas a partir de sensoriamento remoto), na elaboração de mapas de uso da terra, entre outros, visando o estudo, caracterização e problematização de uma determinada unidade territorial. Paralelamente, o emprego de geotecnologias pode ser justificado pelo potencial de sua capacidade de processamento digital e, também, pela quantidade e variedade de operações dos dados espaciais.

### **1.3.1. As diversas aplicações do Sensoriamento Remoto**

A aplicação de produtos obtidos via sensoriamento remoto passa a ser mais freqüente a cada dia. Esta dinâmica é atribuída não somente ao avanço tecnológico, mas, também, as necessidades diárias da sociedade. A mesma se faz presente nos telejornais diários, nas previsões meteorológicas do tempo, enfim, na rotina cotidiana de cada um, mesmo sem saber, as técnicas de sensoriamento remoto vieram a facilitar e continuam cada vez mais a se desenvolver.

De acordo com Amaral (1990), alguns dos principais setores de aplicação do sensoriamento remoto são nas seguintes áreas: cartografia, geologia, agricultura e florestas, hidrologia, meteorologia, engenharia, estudos ambientais, interdisciplinariedade e planejamento físico-territorial, além de outros.

A cartografia constitui-se no mais antigo emprego do sensoriamento remoto, uma vez que são as imagens aéreas que servem como embasamento para a elaboração de cartas topográficas desde o início do século XX.

Primeiramente, o sensoriamento remoto foi utilizado na fotogrametria<sup>1</sup>, através de fotografias aéreas convencionais, o qual era realizado de forma analógica. Com a evolução tecnológica o sensoriamento remoto foi se transformando até chegar ao uso do processamento digital, utilizando-se das imagens de radar e de satélites.

---

<sup>1</sup> Fotogrametria pode ser definida como a arte, a ciência e a tecnologia de se obter informações confiáveis de objetos físicos e do meio ambiente, através de fotografias aéreas, por medidas e interpretações de imagens e objetos. (Rocha, 2000, p. 91).

As técnicas disponíveis de sensoriamento remoto são muito utilizadas na área de estudos geológicos, uma vez que as imagens obtidas são interpretadas para a identificação e delimitação de corpos rochosos, bem como a análise de seu comportamento.

O emprego das técnicas de sensoriamento remoto para Novo (1998) na geologia torna-se de grande utilidade e viabilidade econômica em áreas principalmente de difícil acesso, nas quais o trabalho de campo vem a complementar as imagens obtidas da área. Sua utilização pode ser na busca de depósitos minerais, jazidas de metais, entre outras finalidades. A aplicabilidade do sensoriamento remoto na área geológica é um dos grandes fatores do avanço das técnicas de sensoriamento remoto.

Em relação à vegetação, as técnicas de sensoriamento remoto apresentam-se através de diferentes utilizações, uma vez que cada tipo de vegetação apresenta uma assinatura espectral, ou seja, um diferente grau de reflectância da imagem obtida. Desta forma, se pode distinguir diferentes tipos de vegetação de acordo com as espécies, através da tonalidade apresentada em cada imagem, o que propicia e facilita o trabalho no momento de realizar trabalhos de cadastros agrícolas, mapeamento de espécies vegetais, e de previsão de safras, entre outras.

A necessidade de aperfeiçoar os recursos hídricos, de forma racional e ecologicamente correta, faz com que esse assunto seja tratado com muita atenção por Ramalho Filho; Beek (1995). Para os autores, os produtos oriundos de técnicas de sensoriamento remoto, sejam elas obtidas através de aeronaves ou satélites, contribuem para desenvolver recursos de uso e manejo racional deste recurso.

Para Novo (1998), é através do sensoriamento remoto que se pode efetuar estudos de qualidade da água, atividade biológica, profundidade e transporte de sedimentos, bem como efetuar análises quantitativas de massa d'água ou bacias hidrográficas. Os estudos hídricos em conjunto com avaliações geológicas podem propiciar a localização de recursos hídricos subterrâneos, bem como a avaliação de riscos e enchentes.

Os primeiros satélites lançados no início da década de 60, eram utilizados na aplicação meteorológica. Os produtos obtidos na época eram gerados a partir de câmaras de TV, com imagens diárias de movimentação de nuvens. Hoje, além dessas imagens, são obtidos dados de umidade, temperatura e composição da atmosfera, além de imagens termais tanto da atmosfera como dos oceanos. Dentre

essa realidade, problemas como monitoramento e acompanhamento de furacões e tornados, alteração em massas de gelo, secas ou precipitação excessiva, poluição atmosférica, e ainda previsões do tempo são algumas das utilizações do sensoriamento remoto dentro da meteorologia.

O sensoriamento remoto cada vez mais abrange áreas em projetos e execuções de obras civis. Informações referentes à rede de drenagem, tipo de solo, estabilidade de encostas, fontes de agregados naturais, uso do solo, entre outras, podem ser facilmente obtidas. Projetos de estradas, ferrovias, túneis, barragens, etc. Esses são alguns dos exemplos de utilização na engenharia.

Atividades relacionadas ao meio ambiente, principalmente de impacto ambiental, seja no ar, água, solo ou cobertura vegetal podem ser examinadas com os produtos obtidos do sensoriamento remoto de acordo com Câmara (2005). Os mais diversos tipos de poluentes sejam eles com diversas composições, e diferentes formas de apresentação no meio ambiente podem ser detectados, através de sensores específicos aos objetivos que se quer obter.

A aplicabilidade dos produtos obtidos via sensoriamento remoto, é uma das poucas ferramentas que podem ser utilizadas por profissionais de diferentes áreas. Neste sentido, a possibilidade de desenvolver atividades multidisciplinares, como projetos de desenvolvimento regional, onde se necessita da elaboração de diversas cartas temáticas, que permitem avaliar as potencialidades de uma região, torna-se viável.

Assim, destaca-se a elaboração de mapas geológicos, pedológicos, de vegetação, geomorfológicos, hidrológicos, populacionais, de infra-estrutura viária, de atividade econômica, entre outros. Todas essas atividades, onde envolvem profissionais de diferentes áreas, tornam-se mais práticas e rápidas quando se ocupa de técnicas de sensoriamento remoto, aliado com objetivos específicos que se quer atingir em cada estudo ou trabalho comercial.

Essas são algumas das áreas do conhecimento em que se podem utilizar as técnicas do sensoriamento remoto. Com o avanço da tecnologia e a dinamização do conhecimento científico, cada vez mais o sensoriamento remoto passa a produzir produtos voltados a suprir as necessidades que cada profissional busca em suas áreas específicas de atuação.

Programa de planejamento visando à exploração econômica racional torna-se, cada vez mais necessário, uma vez que a busca de um maior aproveitamento

econômico passa a ser fator indispensável para o desenvolvimento, seja ele local, regional, nacional ou internacional.

Desta forma, o geoprocessamento apresenta-se como uma ferramenta importante para a coleta, tratamento e análise de informações específicas nas mais diversas áreas do conhecimento científico.

Destaca-se que o geoprocessamento é caracterizado pela utilização de técnicas matemáticas e computacionais, direcionadas ao tratamento de informações coletadas sobre objetos ou fenômenos geográficos identificados. (Moreira, 2001).

Neste sentido, segundo Rodrigues (1990, p. 01) geoprocessamento consiste no:

[...] conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento, e uso, de sistemas que as utilizam". Podendo desta forma, seus atributos servirem a diversos fins, como projetos de vias (rodovias, ferrovias, entre outros) de irrigação, de loteamentos, drenagens, entre outros. Utilizado ainda para o planejamento urbano, regional, agrícola, operação de redes de esgoto, telefone, gás, água, entre outros.

Portanto, as áreas de atuação do homem sobre o meio físico, correspondem a sistemas de utilização dos meios de produção diferenciados entre si, que se interligam e se correlacionam formando uma rede de funcionalidade com determinada expressão espacial podendo apresentar-se como localização, formas, distribuições, etc. (RODRIGUES, 1990).

Estes sistemas exemplificam-se como rios, bacias hidrográficas, rodovias, hidrovias, redes de infra-estrutura, formações geológicas, jazidas, propriedades rurais, entre outros.

A efetiva utilização de dados em geoprocessamento pode ser classificada segundo alguns aspectos variando de acordo com os objetivos nos quais se delineiam para efetivar-se realmente a pesquisa necessária.

Desta forma, segundo Rodrigues (1990, p.55), têm-se as áreas a fins, os propósitos e a natureza da aplicação do geoprocessamento:

(a) Área de aplicação: geologia, geografia, agricultura, meio ambiente, engenharia civil, de transporte, de minas, saúde, entre outros; (b) Propósito da aplicação: análise, projeto, gerenciamento, planejamento, monitoramento, construção, entre outros; (c) Natureza da aplicação: realizar tarefas, prover informações, entre outros.

Neste contexto, tem-se para cada área, propósito e natureza aplicações específicas ligadas a cada percepção particular, ou seja, os reais objetivos que se quer alcançar no decorrer do desenvolvimento do trabalho propriamente dito.

Neste sentido, a determinação da localização e a forma de enumeração de expressões espaciais associadas aos solos, a geologia, obras de arte (construções, infra-estrutura em geral), às águas, às populações, entre outros.

Isto varia de acordo com o interesse que se pretende obter, podendo perfeitamente, ter-se resultados satisfatórios. Como exemplo deste tipo de tratamento pode-se citar, o levantamento da hidrologia de superfície em que o imageamento de uma região permite a identificação de padrões de drenagem, identificação de cobertura vegetal do solo, áreas de conflito em relação ao seu uso adequado, entre outros. (RODRIGUES, 1990).

Outro aspecto relevante para a utilização do geoprocessamento deve-se aos sistemas aplicativos os quais permitem um considerável grau de interação do usuário com os processos objetos do sistema, propiciando uma melhor manipulação das informações a serem estudadas.

Moreira (2001, p. 37) ressalta que as ferramentas que são utilizadas no geoprocessamento constituem um conjunto denominado de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o qual permite a interação do usuário com os dados obtidos.

#### **1.4. A Utilização do Projeto SRTM**

Em Janeiro de 2006 comemorou-se 6 anos da conclusão dos levantamentos espaciais do projeto SRTM. Este estudo, por se tratar de mapeamento a partir de imagem SRTM fará uma abordagem geral sobre o assunto.<sup>2</sup>

O Projeto SRTM faz parte de um programa de tecnologia e pesquisa em longo prazo com a finalidade de examinar a superfície terrestre, oceanos, atmosfera, gelo e vida como um sistema integrado.

Os dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) são o resultado de uma missão espacial da NASA (National Aeronautics and Space Administration), NIMA (National Imagery and Mapping Agency), DLR (Agência Espacial Alemã) e

---

<sup>2</sup> Estas informações buscam descrever o propósito do projeto a partir de informações do site da NASA. [www.nasa.gov/srtm/space](http://www.nasa.gov/srtm/space).

ASI (Agência Espacial Italiana) com o objetivo de gerar um Modelo Digital de Elevação (MDE) da Terra usando a interferometria, isto é, o processo de irradiação por radar da topografia.

A coleta de dados da missão espacial SRTM aconteceu entre 11 e 22 de fevereiro de 2000 e cumpriu todos os objetivos. Após um processo longo de calibração e validação dos dados, estão sendo processados cerca de 12 terabytes de dados brutos para criação de modelos digitais de elevação (MDE).

O projeto SRTM teve como veículo espacial a nave *Endeavour*. O equipamento de Interferometria utilizado era uma versão modificada do mesmo instrumento (*C/X-Band Synthetic Aperture Radar*) usado duas vezes na *Endeavour* em 1994. (Figura 3).



Figura 3: Endeavour em missão SRTM.  
Fonte: [www.nasa.gov/srtm/space](http://www.nasa.gov/srtm/space).

De acordo com a NASA (2006), a missão coletou medidas 3D da superfície terrestre usando interferometria.

A Interferometria compara duas imagens de radar tomadas de pontos ligeiramente diferentes para obter elevação ou informação de mudanças na superfície. (Figura 4).

Para coletar os dados, o equipamento usava um mastro de 60 metros com as antenas do radar instaladas no compartimento de carga da nave e na ponta do braço que se estendia para fora deste compartimento.

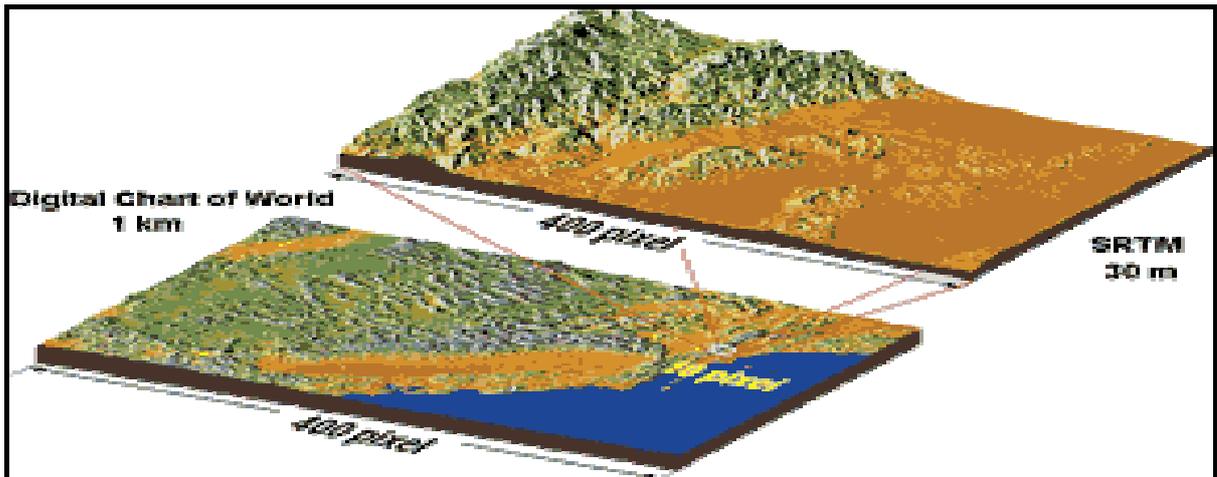


Figura 4: Formas de Resolução das Imagens SRTM.  
 Fonte: [www.nasa.gov/srtm/space](http://www.nasa.gov/srtm/space).

Em se tratando do processamento, os dados estão sendo ajustados em duas frentes principais: a) processamento sistemático dos dados globais e, b) continente por continente.

A América do Norte é o primeiro continente cujos dados estão sendo processados. A partir daí, para cada continente completado, os dados serão entregues à NIMA onde serão editados, verificados e disponibilizados de acordo os padrões de precisão americanos (*National Map Accuracy Standards*). Os dados retornam à NASA para distribuição ao público pelo USGS (*United States Geological Survey*). O processamento de dados em áreas específicas é de interesse científico designado pelos pesquisadores do projeto SRTM.

Cada área específica abrange células de 1" de latitude por 1" de longitude e o conjunto de dados consiste em modelos digitais de elevação não editados, imagens e dados auxiliares. Como estes dados são completos, eles estarão disponíveis à comunidade científica e público geral.

Como o processamento iniciou pelo continente norte americano, dados SRTM para vários locais dos Estados Unidos estão agora disponíveis para *download* via FTP (*File Transfer Protocol*). A estrutura dos dados permite o uso com aplicativos SIG (Sistemas de Informação Geográfica) ou outro programa de modelagem espacial. Algumas visualizações (perspectivas, par estereoscópico, anaglifo) usando estes dados também estão disponibilizados de acordo com dados da NASA (2006).

Cuidados devem ser emitidos para o fato de que os Modelos Digitais de Elevação (MDE) e as imagens não estão editadas e tem como finalidade o uso científico e avaliação somente.

Estes dados foram extraídos diretamente do processamento SRTM e podem conter áreas vazias, sem dados; massas de água podem não aparecer planas; linhas costeiras são mal definidas; os dados de elevação SRTM são determinados relativamente ao elipsóide (WGS-84) ou para a superfície de referência que foi usada para medir pontos de controle no campo. Os produtos finais darão elevações relativas ao geóide (WGS-84); os mosaicos criados com os dados SRTM não utilizam os ajustes de escala para representação continental que serão usados para os mosaicos globais finais. Assim, podem conter erros de representação.

No Brasil, os primeiros mapeamentos atestam a Embrapa Monitoramento por Satélite como a primeira empresa que concluiu uma série de imagens do Brasil visto do espaço, com detalhes do relevo e da topografia.

Com isso, o país passa a ter dados altimétricos precisos de todo seu território, incluindo os acidentes geográficos mais inacessíveis, onde nunca foi possível medir as altitudes manualmente.

Estes produtos foram gerados a partir de dados de radar, obtidos de sensores a bordo do ônibus espacial Endeavour, no projeto SRTM (em inglês, Shuttle Radar Topography Mission), uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI).

Os dados espaciais são compatíveis com a primeira série Brasil visto do espaço, feita com imagens do satélite Landsat 7 de 2000/2001, disponível desde 2001 para consultas gratuitas via Internet.

Os pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite baixaram os dados brutos do SRTM do site da NASA e fizeram um cuidadoso trabalho de correção e padronização, eliminando falhas, sombras e distorções.

O resultado disponibilizado é uma série de mapas em que cada pontinho (pixel) tem um valor altimétrico real, visualmente convertido em falsas cores, simbolizando as diversas altitudes. Isso pode ser observado no exemplo abaixo, referente à região de Caldas Novas em Goiás. (Figura 5).

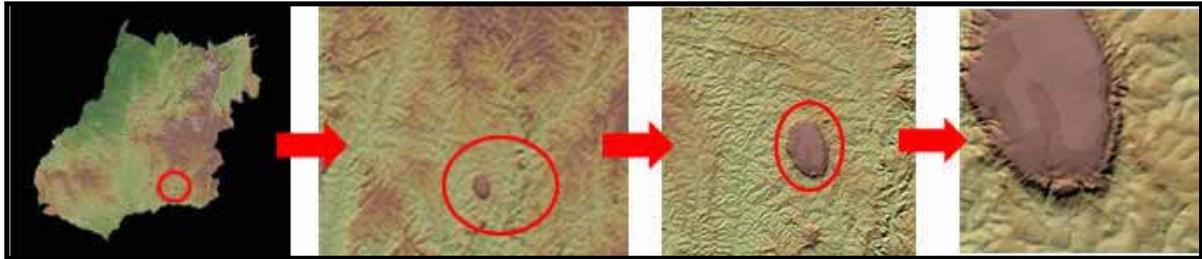


Figura 5: Zoom em Goiás obtido por Imagens SRTM.  
Fonte: [www.relevobr.cnpm.embrapa.br](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br).<sup>3</sup>

Sobre esses mapas é possível montar animações em 3 dimensões e fazer viagens virtuais pela área em estudo, observando o relevo em proporções reais. (Figura 6).

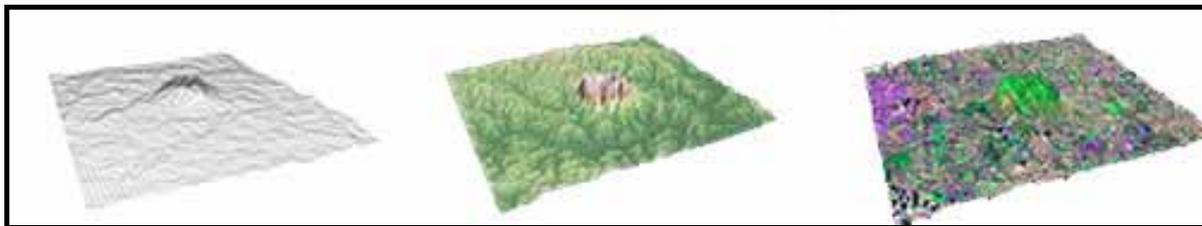


Figura 6: Visualização em 3 Dimensões passível por aplicativos computacionais e tratamentos de imagem específicos.<sup>4</sup>  
Fonte: [www.relevobr.cnpm.embrapa.br](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br).

Câmara (2005) afirma que para precisão se exige o emprego de softwares de geoprocessamento. Eles podem ser usados no setor agrícola para a correção e ajuste de curvas de nível, no planejamento de estradas e na eletrificação rural, no cálculo de rotas mais econômicas, no manejo de bacias hidrográficas e em projetos de melhoria da infra-estrutura rural.

Recentemente, a Embrapa Monitoramento por Satélite desenvolveu uma metodologia para gerar um novo produto de grande interesse para a sociedade brasileira. A base são os dados numéricos de relevo e da topografia do Brasil, obtidos pela nave espacial americana durante a missão conhecida como SRTM (Shuttle Radar Topography Mission).

Para cada área de 90 metros por 90 metros do território nacional, dispõe-se de uma medida altimétrica precisa. De acordo com a EMBRAPA Monitoramento

<sup>3</sup> Exemplo da região de Caldas Novas em Goiás, com zoom de aproximação em superfície plana.

<sup>4</sup> Representação 3D de Caldas Novas/GO após tratamento computacional com imagem e aplicativos específicos. Veja a sobreposição da máscara de arame pela topografia com a textura de uso da terra e mapa de uso.

por Satélites (2006), esse gigantesco arquivo de base foi recuperado e tratado matematicamente através de modelos que permitem reconstituir o relevo do país, como nas cartas topográficas, só que de forma digital e homogênea.

Do ponto de vista prático, graças aos métodos e procedimentos inéditos desenvolvidos pela Embrapa Monitoramento por Satélite, esta tecnologia apresenta diversos exemplos de aplicações para o desenvolvimento sustentável da agricultura e do país.

Dentre eles destacam-se: programas de manejo de bacias hidrográficas, eletrificação rural, conservação de solos, preservação de recursos florestais, cumprimento do código de florestal, gestão dos recursos hídricos, planejamento territorial, implantação de estradas rurais, melhoria da cartografia topográfica disponível (principalmente na Amazônia), zoneamento ecológico – econômico, monitoramento ambiental etc.

Alguns exemplos de aplicações e empregos dos dados do SRTM desenvolvidos pelos pesquisadores da Embrapa Monitoramento por Satélite podem ser citados como: método para a determinação de áreas de preservação permanente em topos de morros, uso de imagens de radar na estimativa de temperatura do ar, atualização e correção de cartas topográficas, ajuste da rede hidrográfica de São Paulo, caracterização topográfica de relevo e na missão de paz no Haiti.

Desta forma, todo o mapeamento topográfico foi baseado e ajustado com base em georreferenciamento padronizado.

Ainda, este padrão de imagem permitiu testar sua acessibilidade e capacidade de operação em diferentes softwares, visto que nem todos têm padrão de extensão para a entrada e ajuste de cotas altimétricas.

Maiores detalhes serão abordados na metodologia e discussão de resultados.

## CAPÍTULO 2

# ABORDAGEM SOCIOESPACIAL DO MUNICÍPIO EM ESTUDO

---

### 2.1. Aspectos Socioeconômicos

O município de São Francisco de Assis, localizado na Microrregião Geográfica da Campanha Ocidental corresponde a uma área atual de 3.906,3 Km<sup>2</sup> e apresenta, na atualidade, graves problemas ambientais decorrentes das implicações da intensificação da modernização agrícola em uma área com potencialidade natural frágil.

De certa forma, as condições físicas dessa área permitiram uma heterogeneidade no limite político administrativo do município, visto que o mesmo compreende uma área territorial do atual município de Manoel Viana, este, localizado a oeste do município de São Francisco de Assis, compondo em 1980, o 3º Distrito de São Francisco de Assis.

A área ocupada pelo então 3º Distrito é caracterizada pela presença de propriedades nas quais predomina a pecuária e as lavouras comerciais (granjas) de cultivo de arroz e/ou soja. A estrutura fundiária está caracterizada pelo predomínio das médias e grandes propriedades cuja origem está ligada aos processos de ocupação histórico/econômica desta porção do estado gaúcho, ou seja, as Sesmarias.

Porém, em 1992 após significativas tentativas, a Vila de Manoel Viana emancipa-se politicamente passando a se constituir no atual município de Manoel Viana. O limite político-administrativo é estabelecido em parte pelo talvegue do rio Ibicuí que secciona os dois municípios.

Neste contexto, é importante destacar que a área territorial de Manoel Viana passa a ser de 1.402,4 Km<sup>2</sup> e a área territorial ocupada por São Francisco de Assis reduz-se a 2.503,9 Km<sup>2</sup>.

Em se tratando da área colhida de trigo, por exemplo, Manoel Viana ficou com uma produção aproximada de 1.000ha contra 600ha em São Francisco de Assis.

Comparando-se essas estimativas é importante destacar que o Município de São Francisco de Assis, embora com uma área territorial maior, não conseguiu uma lavoura de maior expressão pelo fato de que condicionantes físicos aliados a condicionantes socioeconômicos determinaram uma reordenação na agropecuária assisense, se considerado a emancipação político-administrativa do atual município de Manoel Viana.

As principais áreas geradoras de renda do município de Manoel Viana estão compreendidas pela agropecuária e ficam restritas as margens do rio Ibicuí (principalmente a margem direita/sudeste-sul que compreende Manoel Viana propriamente dita)

Desta forma, retirou de São Francisco de Assis dois elementos condicionantes de sua Geografia: a topografia plana que condiciona melhores condições à agropecuária e as grandes propriedades que "sustentavam" a economia do município, eminentemente baseada no setor primário.

Com as sucessivas crises que o país passou, aliadas as desestruturações locais, surgiram problemas socioeconômicos, levando São Francisco de Assis a fazer parte da escala dos municípios mais pobres do Estado do Rio Grande do Sul, em meados de 1995/96, segundo o Índice de Desenvolvimento Humano. (IDH).

Por outro lado, cabe ressaltar que a fragilidade do mercado interno de ambos os municípios, apoiado ao baixo poder aquisitivo fez com que a estocagem da produção fosse uma das estratégias usadas pelo setor primário dos municípios.

Entretanto, está ocorrendo uma superação por parte de Manoel Viana nas condições de armazenamento de produtos principalmente de grãos. Tal realidade está condicionada ao volume de capital investido, pela extensão das propriedades e pelo maior poder de financiamento dos proprietários.

Neste contexto, a futura indicação de um mercado de nível regional baseado na transformação da matéria-prima poderá ser uma alternativa viável, pois

existindo poder de estocagem de grãos implicitamente há poder de competitividade de mercado.

Por outro lado, com a mudança na economia, à reorganização do mercado, o redirecionamento da oferta de mão-de-obra, a inserção do país no Mercosul, aliada a qualificação técnica advindas da globalização houve, no campo um novo direcionamento, tanto na produção, como na sua forma de ocupação frente às necessidades, tanto da função social da terra, como de seu uso propriamente dito.

Alterações nos limites políticos e administrativos dos municípios mudaram. Isto aconteceu ora por limites imaginários, ora por áreas. Transformaram-se, modificaram-se as formas de expressão física da paisagem, edificou-se um novo homem do campo com fins de buscar lucro e galgar mercado.

## **2.2. Aspectos Físico-Naturais**

O município em estudo caracteriza-se por um clima que corresponde, na classificação de Köppen apud Werlang (1990), ao tipo "CF", temperado com chuva em todos os meses, com temperatura média das máximas inferior a 22°C e média das mínimas oscilando entre -3°C e 18°C, o que corresponde ao clima Mesotérmico Brando Subtipo "Cfa".

A área também apresenta índice pluviométrico que varia entre 1.500 e 1.750mm. O comportamento da pluviosidade na área registra altos totais, uma vez que a localização no contato entre a Depressão Central e o Planalto Meridional Brasileiro acarreta conseqüências no efeito orográfico.

No que diz respeito à geologia e geomorfologia de São Francisco de Assis, este está inserido transicionalmente entre o Rebordo do Planalto Meridional Brasileiro (Planalto Arenítico-Basáltico), e a Depressão Central ou Periférica do Rio Grande do Sul.

O Rebordo ou Encosta do Planalto, como também pode ser chamado, apresenta-se como faixa de transição entre o Planalto e a Depressão. Sua origem, segundo Vieira apud Werlang (1990), está ligada a superposição de sucessivos derrames de lava do vulcanismo Mesozóico da Bacia do Paraná. (Figura 7).

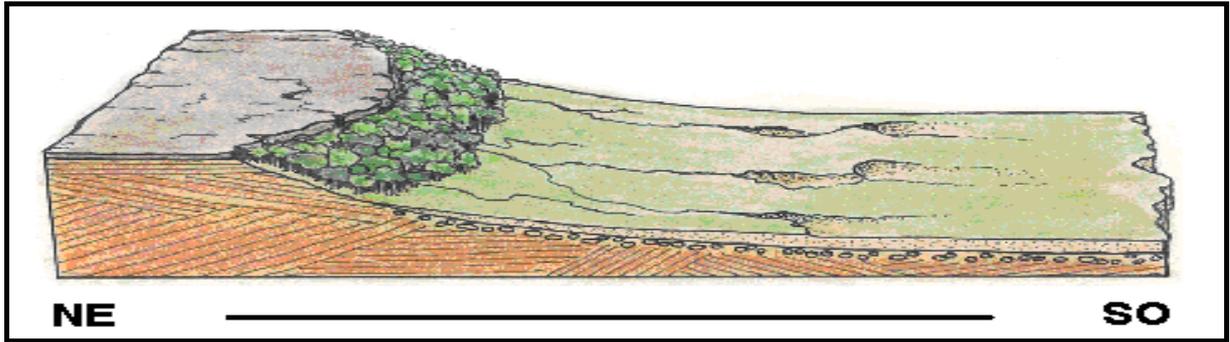


Figura 7: Situação Topográfica de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: [www.arenização.rs.com.br](http://www.arenização.rs.com.br).

Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

A Depressão Periférica corresponde à área da Bacia Sedimentar do Paraná, não coberta pelo derrame basáltico. Caracteriza-se pela presença de colinas, terraços, e planícies aluviais. Compõe-se de rochas sedimentares da Bacia do Paraná, encoberta, em alguns setores, por sedimentos mais recentes (Cenozóico).

Geologicamente, a área é constituída por arenitos e lutitos da formação Santa Maria e arenitos eólicos da formação Botucatu, silicificados no topo. Estas rochas sedimentares sofreram intrusões de diques e sills e estão em grande parte, capeadas pelos derrames de lavas basálticas da formação Serra Geral.

Depósitos quaternários estão presentes em terraços e aluviões ao longo dos rios. Tectonicamente, reconhece-se um sistema de falhamento com direção NW-SE. (MARCIEL FILHO; MENEGOTTO; SARTORI, 1970).

Quanto à malha hídrica no município em estudo, os afluentes apresentam padrões de drenagem tipo sub-dendrítico, caracterizando-se por um paralelismo com o tributário sub-principal (rio Jaguari) e o tributário principal (rio Ibicuí - sendo que este apresenta controle), e é afluente do rio Uruguai que deságua no Oceano Atlântico. A área estudada é bem servida por água, apresentando uma grande integração hidrográfica.

Em se tratando da vegetação, a área estudada é ocupada pela Floresta Subcaducifólia Sub-Tropical nas áreas transicionais entre Rebordo e Planalto. Destacam-se árvores pequenas como o *Actinostemon concolor* (laranjeira do mato), *Sorocea bomplandii* (cincho) e *Urera baccifera* (urtigão). (Figura 8).

Em contrapartida, a mata de maior porte, compõe-se de espécies como o *Phytolacca dioica* (umbú), *Fagara spp.* (mamica-de-cadela), *Cedrela fissilis* (cedro), *Cabralea glaberrima* (cangerana), *Cordia trichotoma* (louro), *Myrcarpus frondosus*

(cabriúva), *Parapiptadenia rigida* (angico), *Apuleia leiocarpa* (grápia), *Enterolobium contortisiliquum* (timbaúva), *Luehea divaricata* (açoita cavalo), *Ocotea* spp. e *Nectandra* spp. (canelas) bem como *Vitex megapotamica* (tarumã).

Existe, em todas as porções estudadas, a presença das gramináceas e gramíneas, entremeadas inclusive às áreas florestais, compondo os campos que servem para a pecuária. Na área, encontram-se, também, plantios de cítricos e reflorestamentos de *Eucalyptus* spp e *Pinus eliotti*.

Atualmente, com as constantes mudanças econômicas, o plantio de árvores frutíferas, como pessegueiros, videiras, mangueiras e cítricos como laranjeiras e bergamoteiras tem sido estimuladas no município. A fruticultura apresenta-se como uma alternativa para o setor primário, principalmente nas pequenas propriedades.

Campanhas das Secretarias de Agricultura conjuntamente a Emater e associações de moradores em determinados distritos, têm somado esforços para o desenvolvimento sustentável e o turismo rural propiciado pelas belezas naturais e apropriação de cenas na paisagem correspondente as residências sobreviventes das antigas fazendas de pecuária. Destaca-se, também, a incrementação de pequenos reflorestamentos com espécies nativas em pontos isolados.

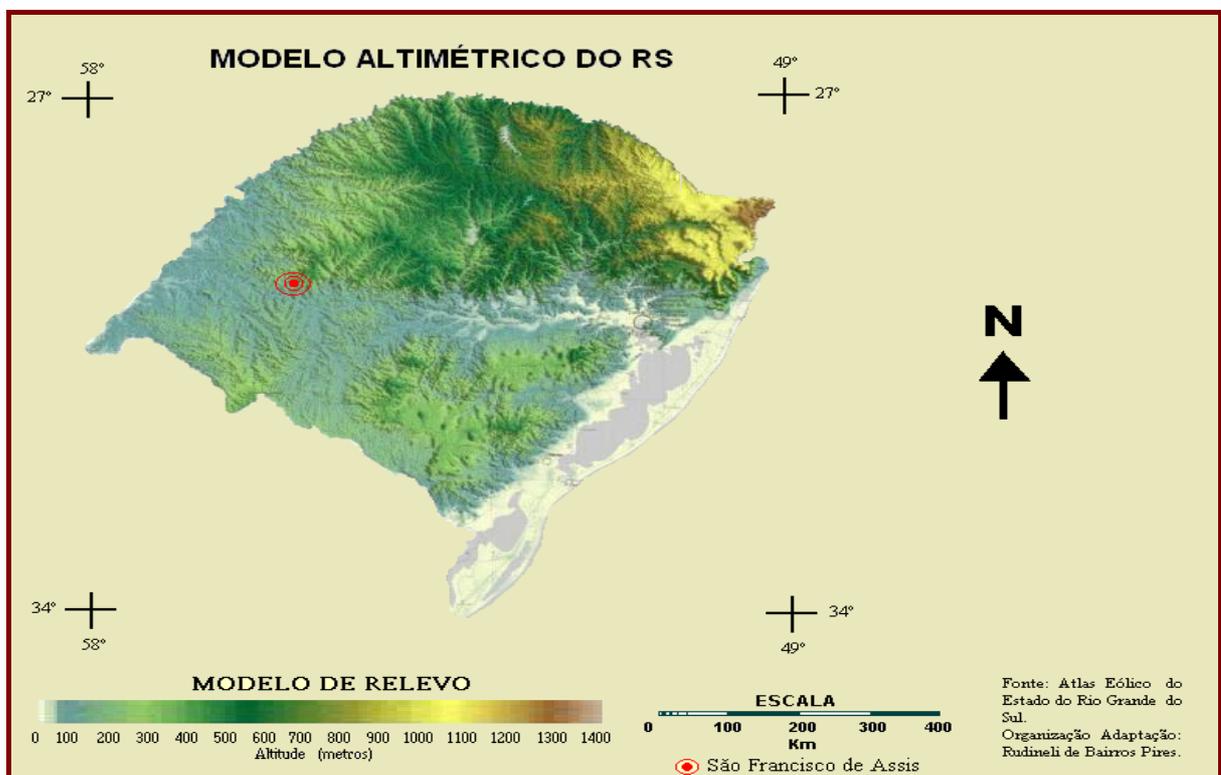


Figura 8: Situação Físico-Natural de São Francisco de Assis/RS.

Fonte: [www.relevobr.cnpm.embrapa.br](http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br) e [www.semc.rs.gov.br/atlas/metodo/eolico](http://www.semc.rs.gov.br/atlas/metodo/eolico).

Org: PIRES, Rudinei de Bairros, 2006.

## CAPÍTULO 3

# METODOLOGIA

---

### 3.1. MATERIAIS USADOS

Os materiais utilizados foram divididos em documentos cartográficos e materiais de apoio (como aplicativos computacionais, equipamentos de informática entre outros).

Os documentos cartográficos que subsidiaram o desenvolvimento da pesquisa foram:

A carta topográfica utilizada foi elaborada pela DSG do Ministério do Exército, cuja primeira edição é de 1976 na escala de 1: 250.000.

Em relação aos demais materiais (materiais de apoio), utilizaram-se também:

b) Imagem de Satélite Landsat ETM+7, Bandas 3, 4 e 5, Órbita Ponto 224-80, obtida em 28 de maio de 2003;

c) Imagem SRTM;

d) Aplicativos computacionais Arc View GIS 3.2A, Adobe Photoshop 5.5, ENVI 3.6/4.0, Spring 4.1/2, Idrisi 32 Release Two e Microsoft Word 2000;

e) Computador AMD Duron Penthiun V, 3.2 GHz, 1.5 GB de memória RAM com HD de 80 GB;

f) Scanner A3 de mesa;

## 3.2. METODOLOGIA APLICADA

### 3.2.1. Aquisição e Tratamento da Imagem SRTM no Spring 4.1.1

Neste capítulo, far-se-á uma abordagem sobre os passos de criação e comunicação entre softwares e os tipos de imagem e suas possibilidades e recursos. Desde a extração de isolinhas, sua exportação, seu uso em mapeamento no Arc View GIS e modelagem digital serão descritos e ilustrados em seqüência, para melhor entendimento do leitor.

Assim, metodologicamente o trabalho se dividiu em etapas: a primeira fase se constituiu na aquisição de Imagens SRTM de forma gratuita, estas retiradas do site [www.ecologia.ufrgs.br/labgeo](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (Figura 9).

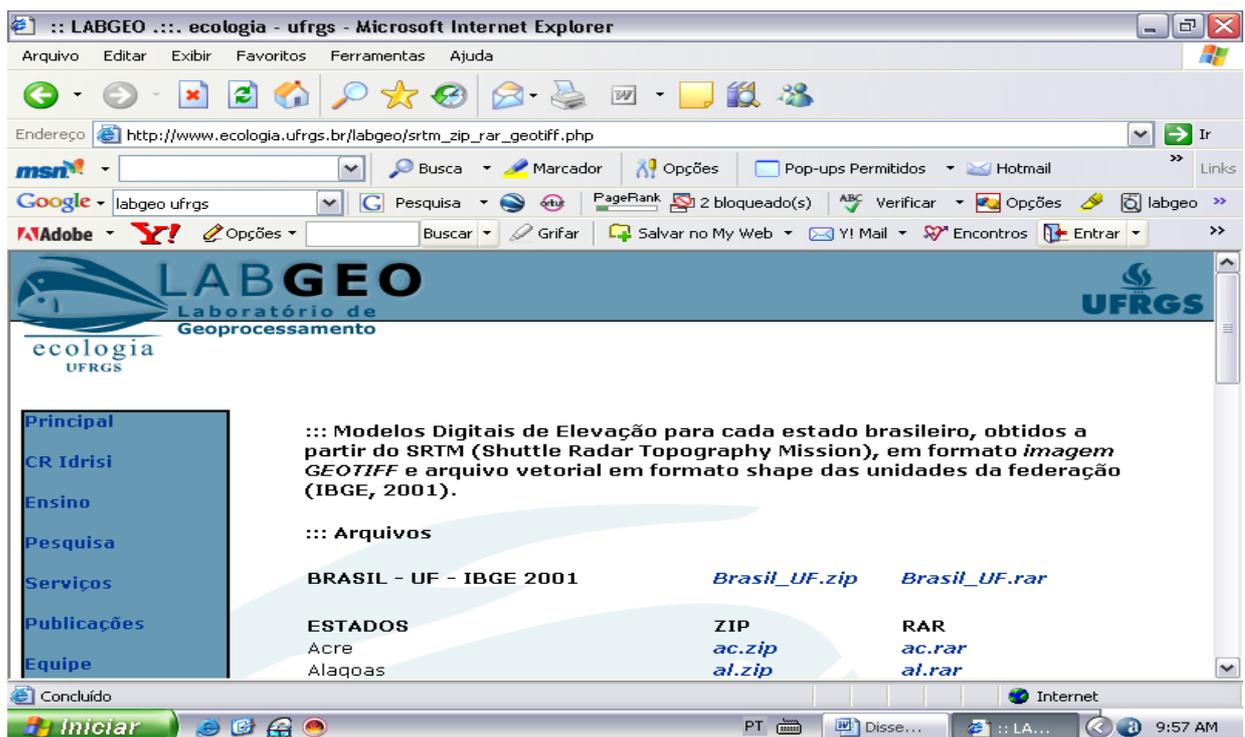


Figura 9: Fonte explorada para aquisição de Imagens SRTM.

Fonte: [www.ecologia.ufrgs.br/labgeo](http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo).

Org: PIRES, Rudineli de Bairos, 2006.

Neste processo de importação da imagem foi utilizado o software Spring 4.1.1. Nele, em Arquivo, criou-se um Banco de Dados no Diretório ://D com o nome de "rs" definindo o gerenciador DBase e dando os comandos criar-ativar-fechar. (Figura 10).

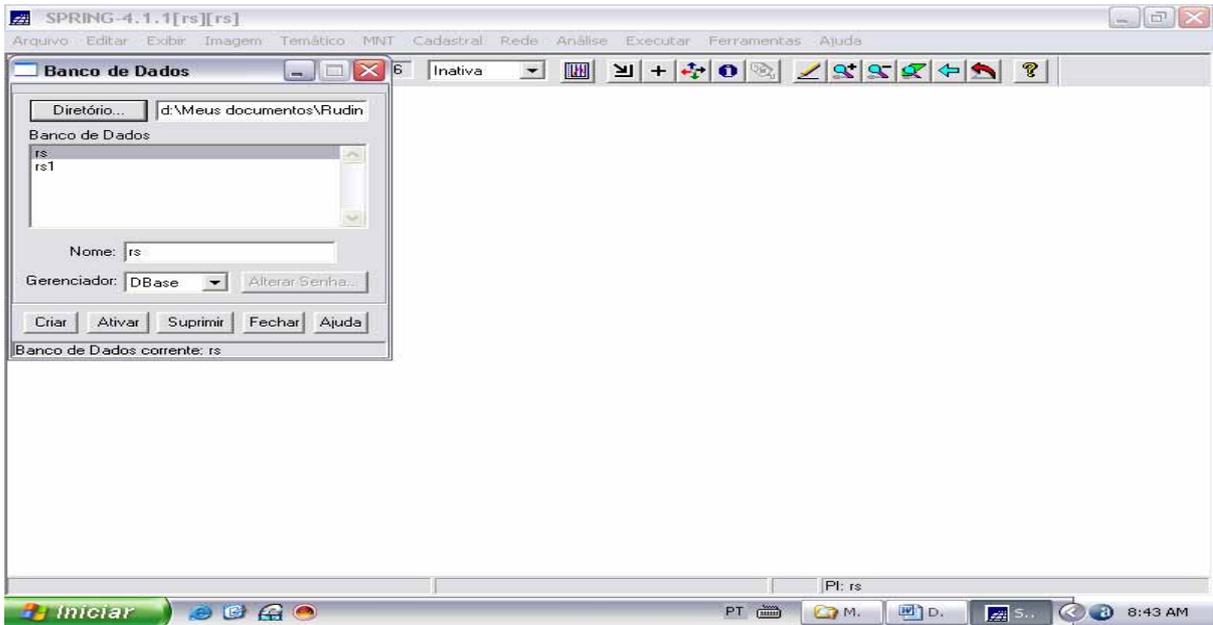


Figura 10: Criação de banco de dados no Spring para tratamento de Imagem SRTM.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

Posteriormente, em Arquivo, Projetos, definiu-se a Projeção Cylindrical/WGS84 de entrada da Imagem SRTM com as Coordenadas Geográficas advindas do Banco de Informações/Labgeo que foram georreferenciada. As coordenadas foram divididas em Longitudes e Latitudes de acordo com o Aplicativo Spring: Long1: o 58° 00' 00" – o 49° 00' 00" e Lat1: s 34° 00' 00" – s 27° 00' 00". Novamente os comandos criar-ativar e fechar foram acionados. (Figura 11).

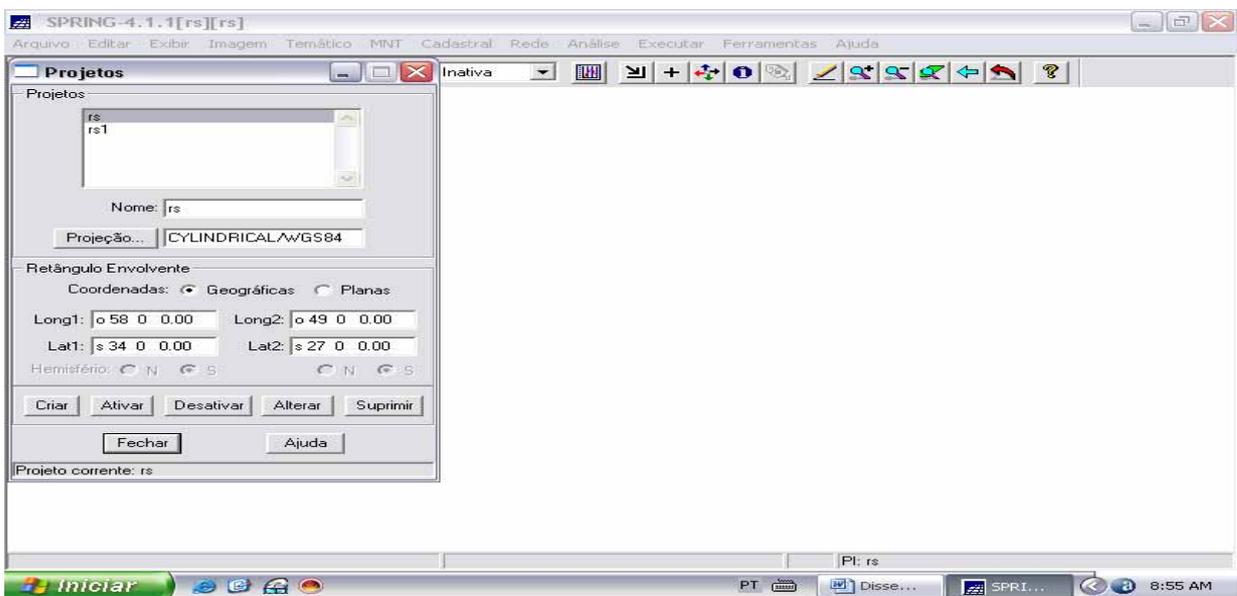


Figura 11: Criação de projeto de dados georreferenciados no Spring para tratamento de Imagem SRTM.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

Após este processo, no Spring, ainda na barra de ferramentas em arquivo buscou-se modelo de dados, identificando a opção nome como “rs”, o modelo como MNT e os comandos criar-executar-fechar. (Figura 12).

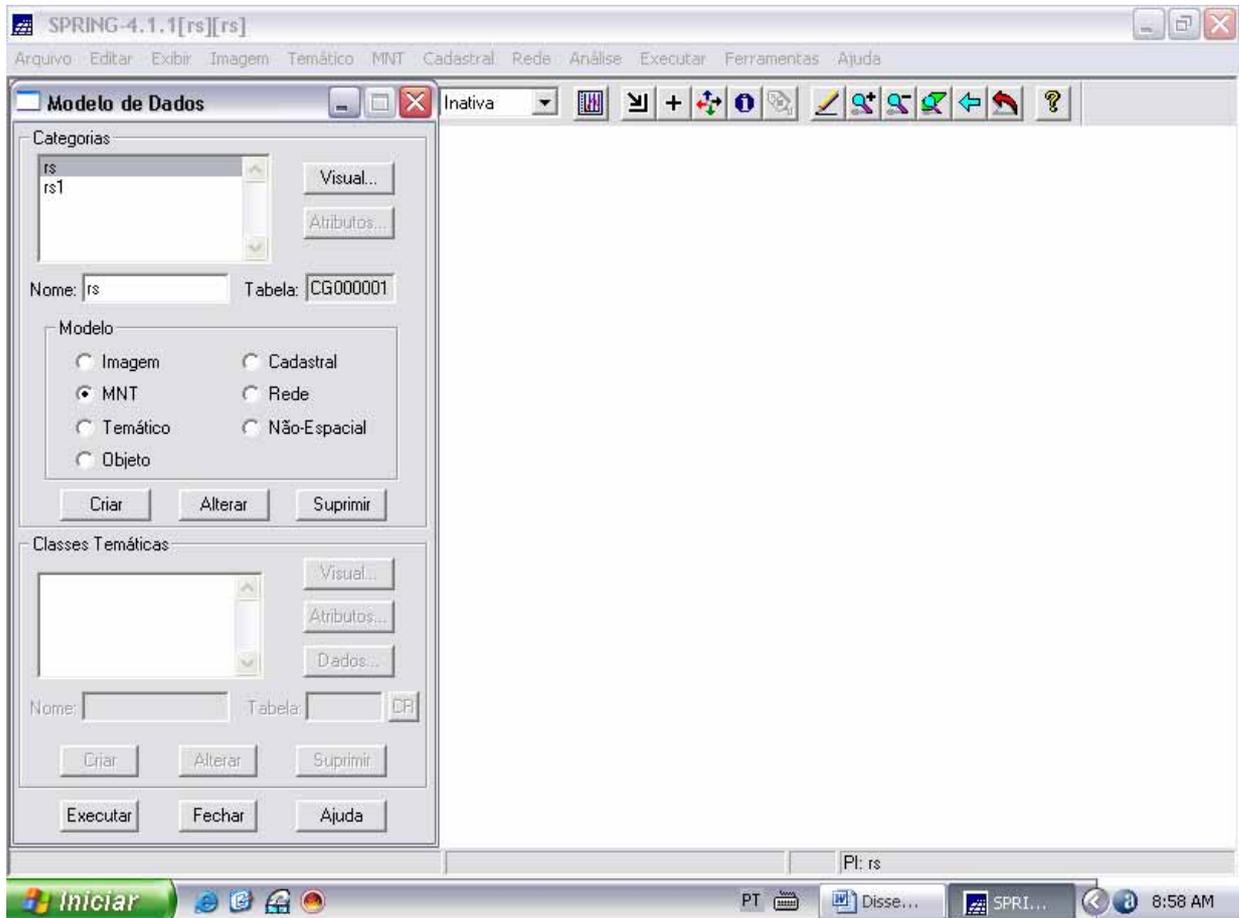


Figura 12: Criação de modelo de dados no Spring para tratamento de Imagem SRTM.  
Org: PIRES, Rudinei de Bairros, 2006.

Desta forma, de posse da Imagem SRTM do Rio Grande do Sul antes extraída no diretório ://D na pasta rs com extensão .TIF/GeoTIFF fez-se a importação da mesma da seguinte forma: no Spring, buscou-se em Arquivo, Importar TIFF/GeoTIFF e escolheu-se no diretório ://D a pasta rs e procedeu-se a abertura da Imagem.

Desta forma, o aplicativo Spring gerou um histograma com valores mínimos e máximos de altitudes do retângulo útil envolvente do estado do Rio Grande do Sul, sendo 0 e 1741m, respectivamente com algoritmo de 2% de erro. Na entidade Imagem selecionou-se a opção grade para pontos de cotas, na categoria permaneceu o nome “rs” antes definido pelo comando executar.

O Plano de Informação (PI), conveniu-se chamá-lo de “rs” uma vez que o nome do arquivo também é “rs”. Finalmente, houve a execução da opção mosaico e o comando executar. (Figura 13).

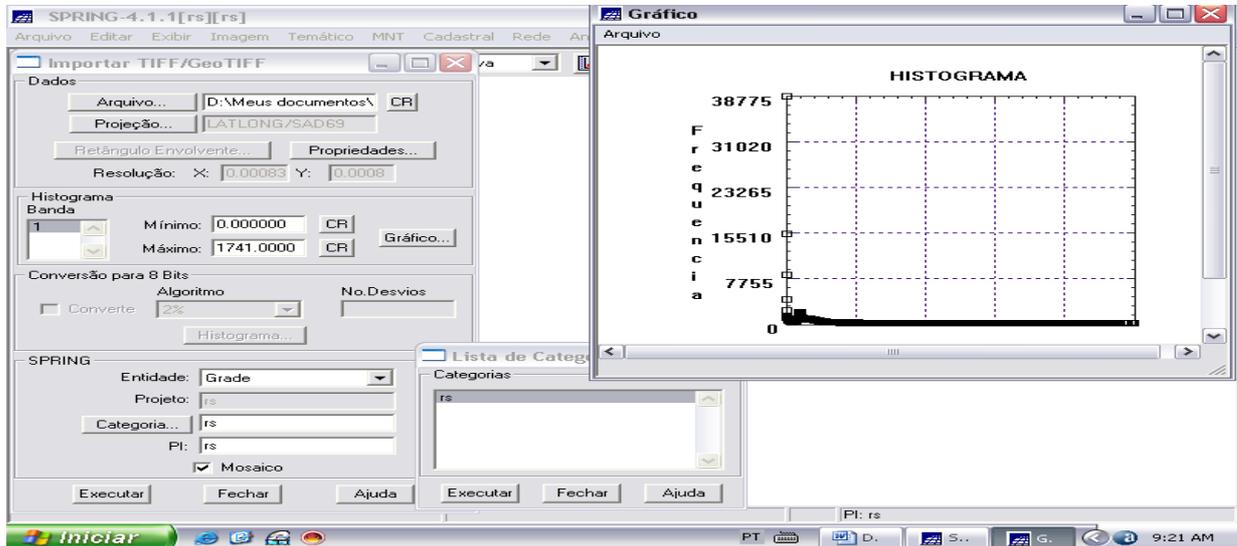


Figura 13: Importação de imagem SRTM no Spring para tratamento computacional.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

A resolução da imagem foi definida automaticamente pela relação dos padrões da mesma na sua aquisição e pelo próprio aplicativo Spring no Plano de Informação. (Figura 14).

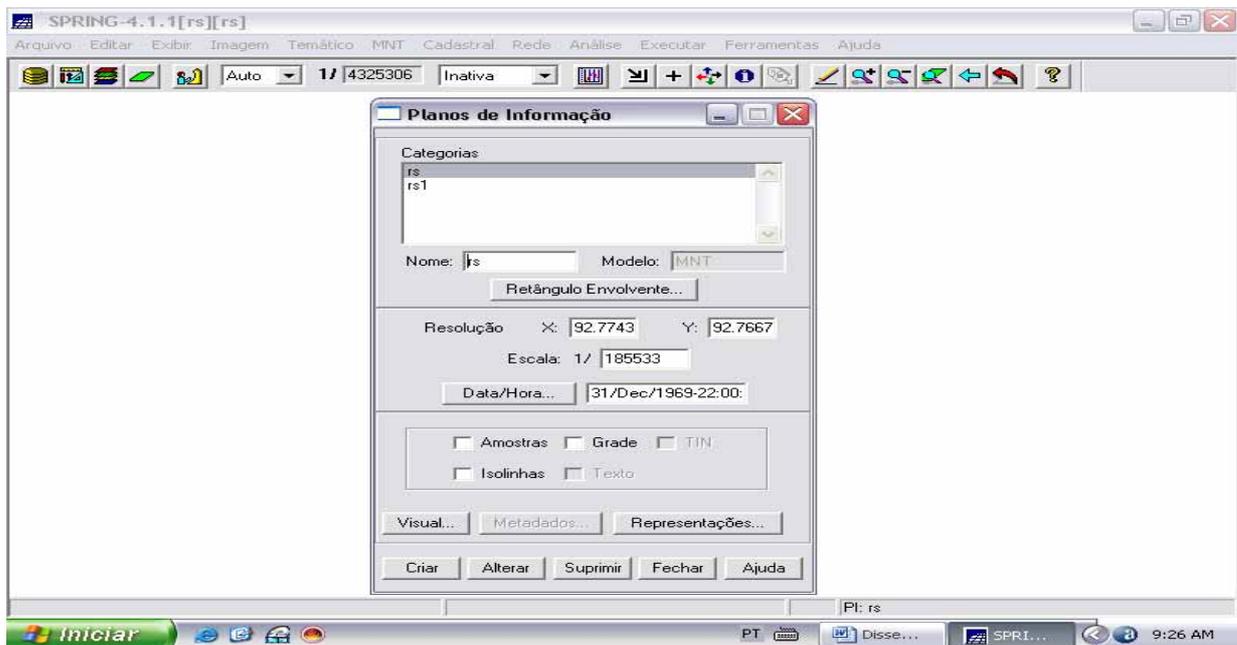


Figura 14: Criação de planos de informação e resolução espacial no Spring para Imagem SRTM.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

Após tais processos, recorreu-se ao Painel de Controle onde aparecem as opções grade-imagem, selecionou-se e acionou-se o comando desenhar com a categoria “rs” também selecionada com apenas um controle de tela. (Figura 15).

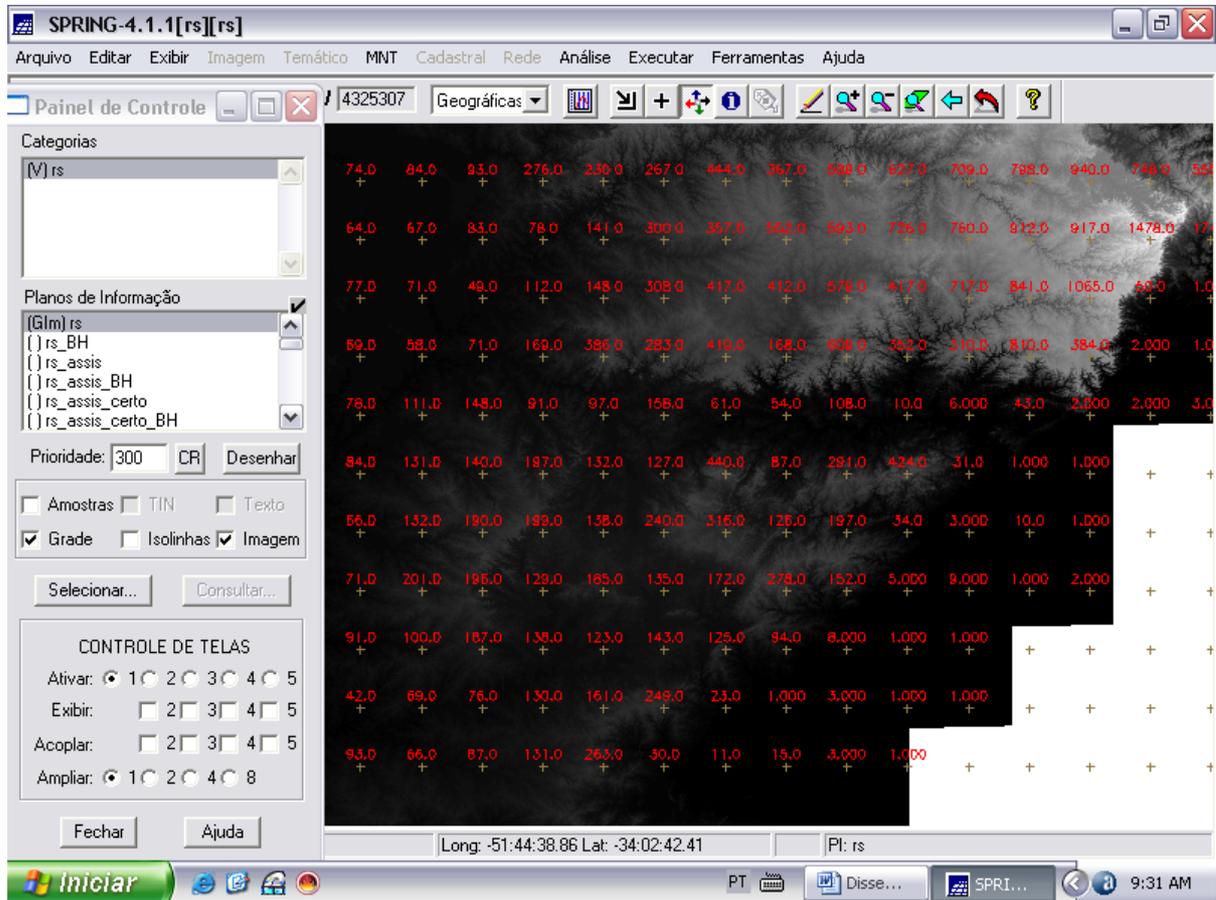


Figura 15: Entrada da Imagem SRTM no aplicativo computacional Spring.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

### 3.2.2. Recorte da Imagem no Spring 4.1.1

Como o processo de geração de curvas de nível está diretamente relacionado ao tamanho da área em que se trabalha, recortou-se a área abrangente da imagem correspondente ao município de São Francisco de Assis, porém de forma retangular para acelerar e diminuir o tempo de cálculo das matrizes de geração de interferometria e interpolação entre pontos e linhas de cotas altimétricas.

Para tal procedimento recorreu-se ao menu ferramentas – recortar plano de informação, nele selecionou-se o polígono máscara com o cursor mantendo a categoria rs e denominando um novo nome de saída: rs-certo. (Figura 16).

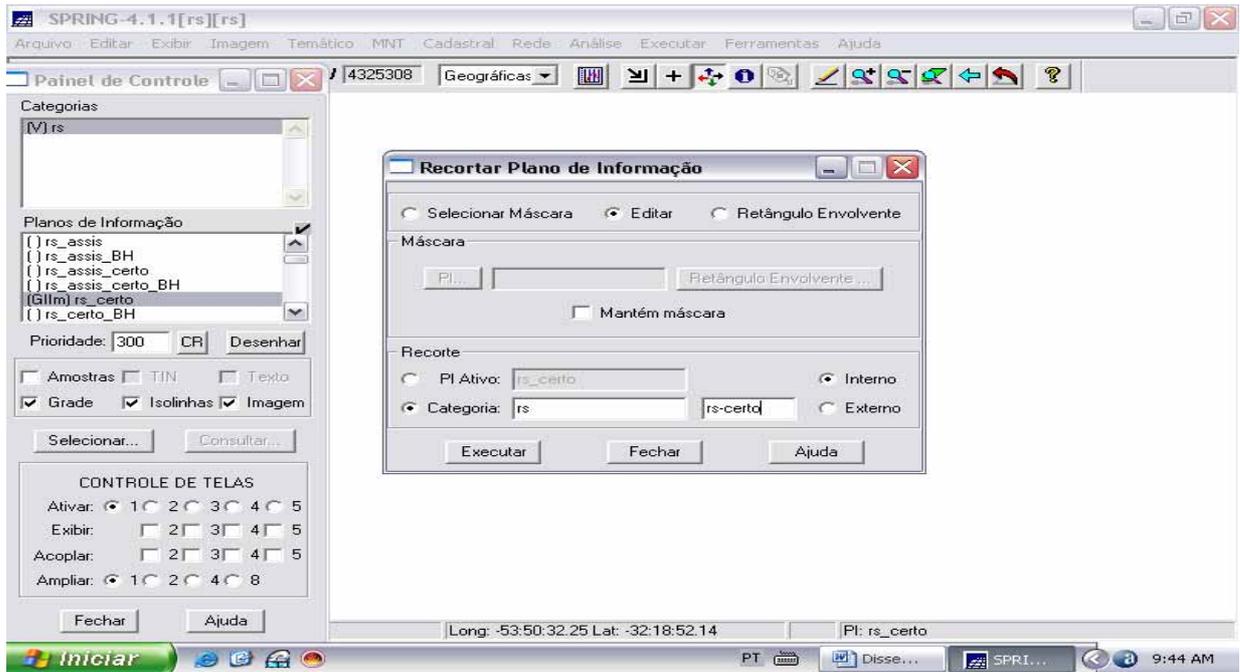


Figura 16: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – primeiro passo.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

Desta forma, houve o recorte da imagem SRTM. Mantiveram-se as mesmas características da imagem matriz de todo o Rio Grande do Sul, inclusive nos padrões de georeferência. (Figura 17).

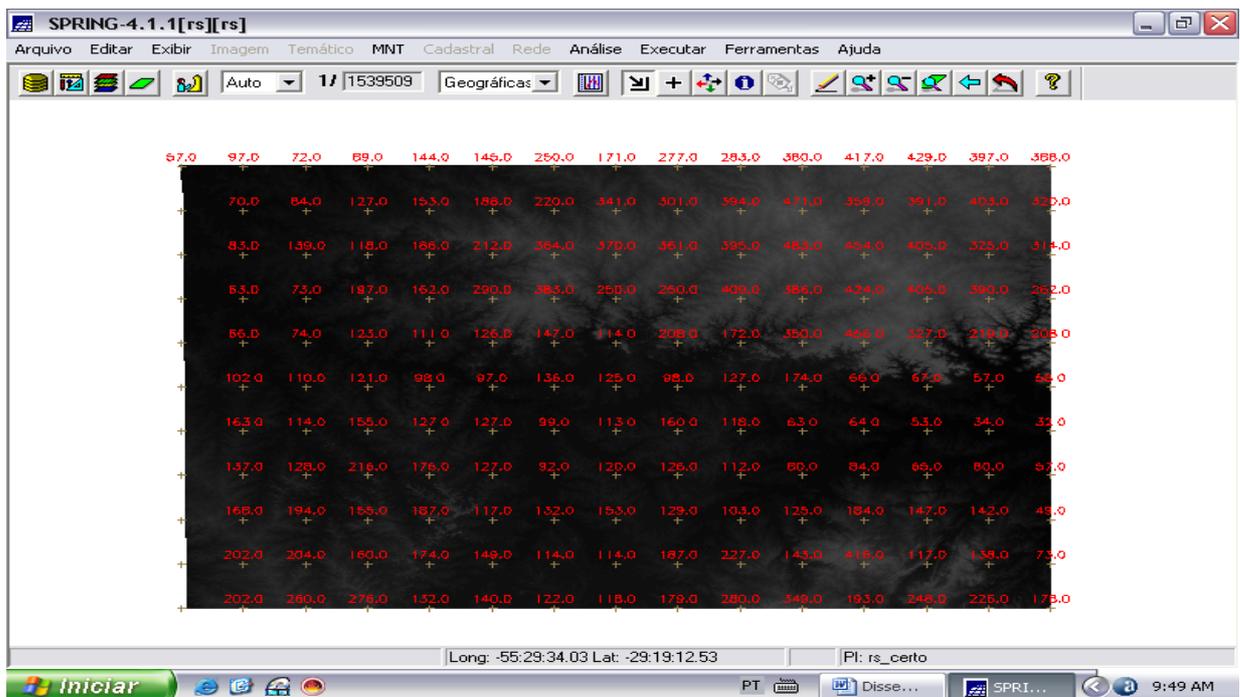


Figura 17: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – segundo passo.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

### 3.2.3. Geração de Isolinhhas (Curvas de Nível) Spring 4.1.1

De posse da nova imagem (recortada), iniciou-se o processo de geração de isolinhhas, isto é, a criação de curvas de nível em linhas cotadas altimetricamente.

Para isso, recorreu-se a barra de ferramentas e identificou-se MNT. Em geração de isolinhhas concretizou-se o processo.

A seguir, selecionaram-se as opções arquivo-grade e fixo e por conhecimento empírico da realidade altimétrica presente no município de São Francisco de Assis além de observações em cartas topográficas da área decidiu-se por colocar um valor mínimo de 30 e um valor máximo de 500 que, na realidade, compreendem metros no terreno, no sentido vertical.

Já na opção passo, que corresponde a equidistância de uma curva de nível a outra foi dado um valor de 20 (metros), os mesmos de uma carta topográfica na escala de 1:50.000 e deu-se o comando executar. (Figura 18).

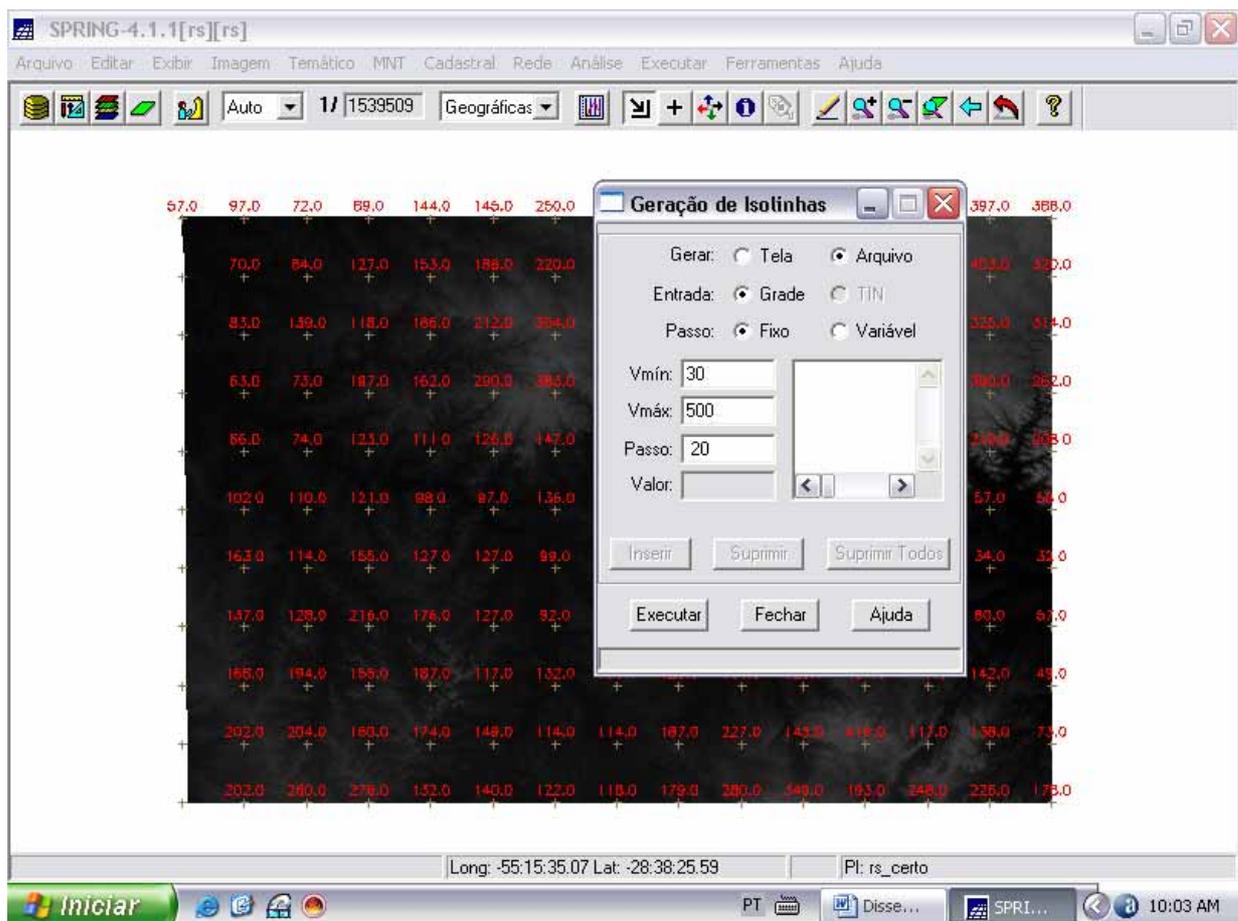


Figura 18: Recorte de Imagem SRTM no aplicativo Spring – entrada para geração de isolinhhas. Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

Após 04 horas, 42 minutos e 35 segundos de trabalho ininterrupto o aplicativo Spring 4.1.1 concluiu a varredura por interferometria gerando no painel de controle a opção isolinhas. (Figura 19).

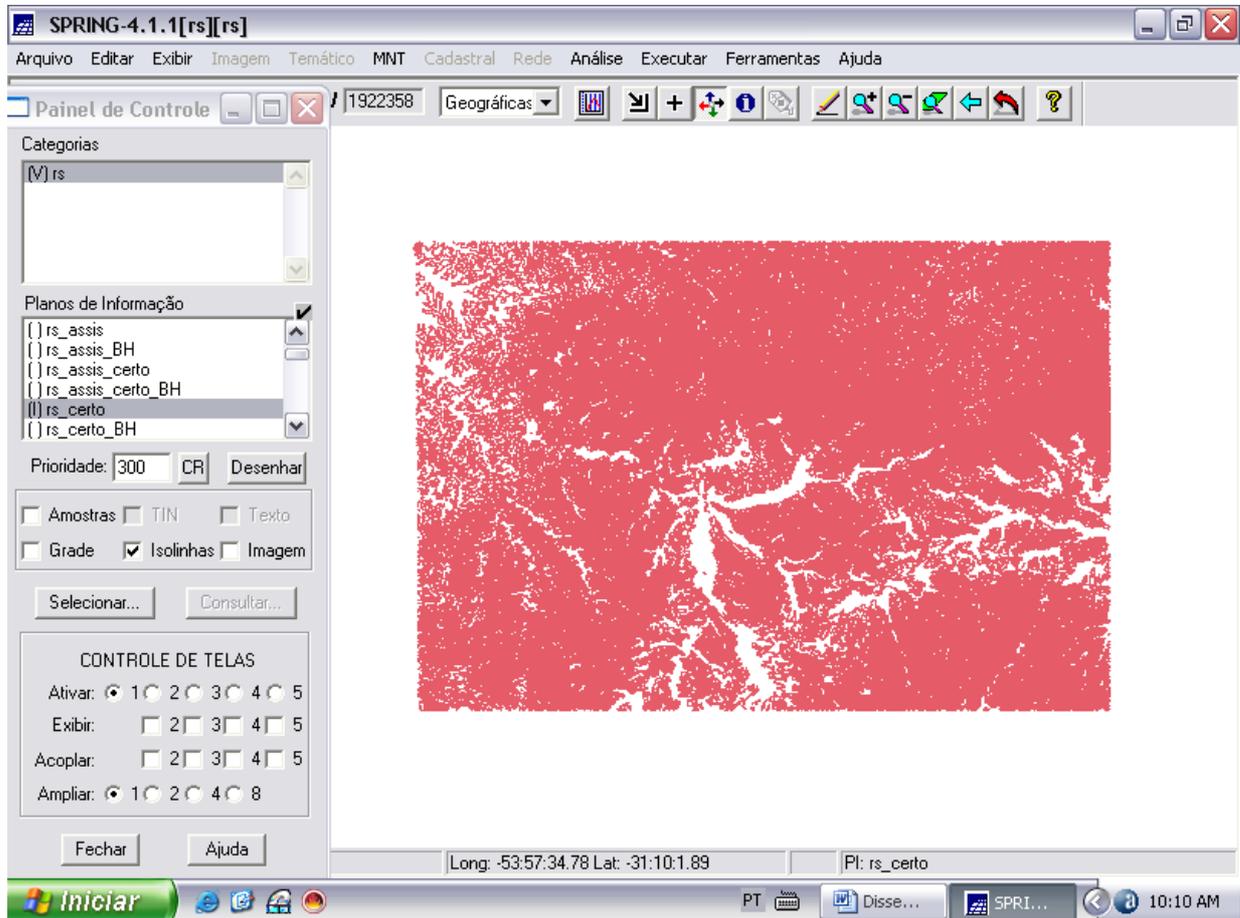


Figura 19: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – isolinhas por interferometria. Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

### 3.2.4. Visualização 3D no Spring 4.1.1

Para visualização em 3D da imagem de radar, as etapas serão descritas a seguir e complementadas por ilustrações de cenas de telas.

Primeiro aciona-se na barra de ferramentas, a opção MNT - visualização 3D - plano de textura, (Figura 20) e, escolhe o modelo de representação (paralela, perspectiva ou par-estéreo), (Figura 21) e, logo em seguida, deve-se informar o azimute, a elevação, o exagero vertical e, no caso da escolha ter sido de par-estéreo, a distância entre projeções é fundamental. Para finalizar, o comando executar deve ser acionado. (Figura 22).

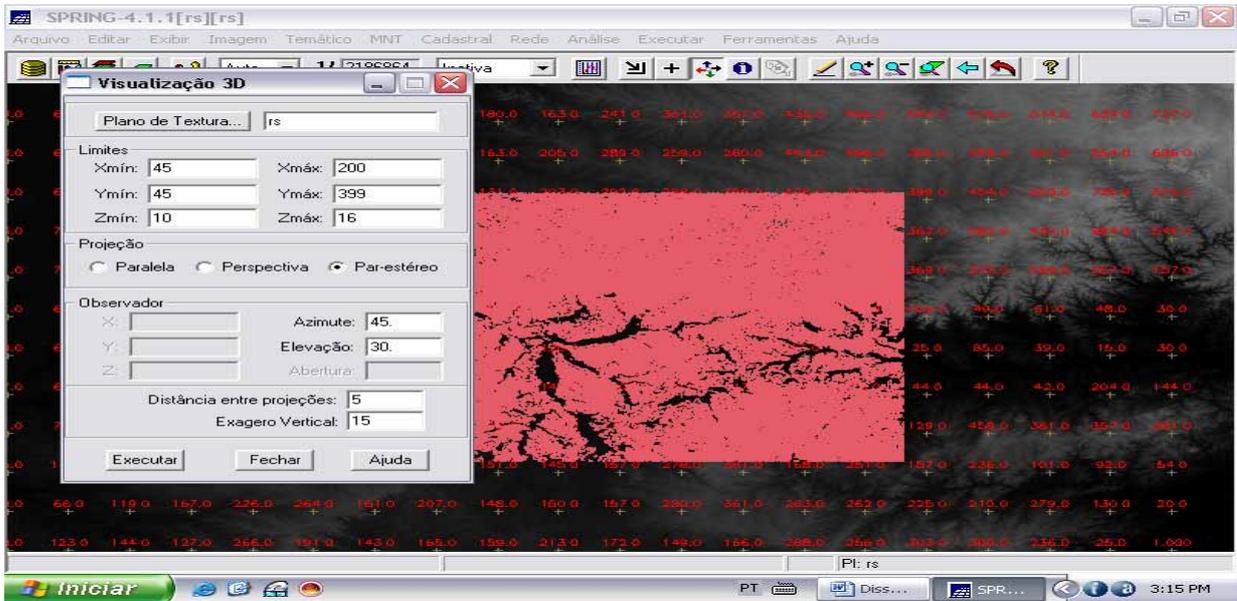


Figura 20: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – primeiro passo para cenas 3D.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

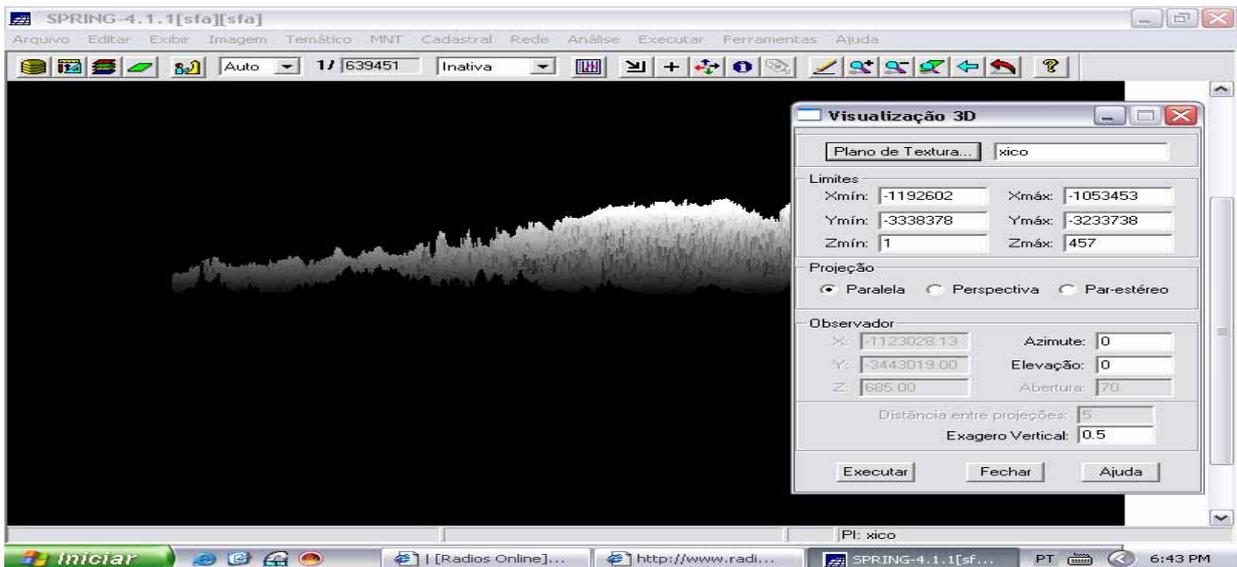


Figura 21: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – segundo passo para cenas 3D.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

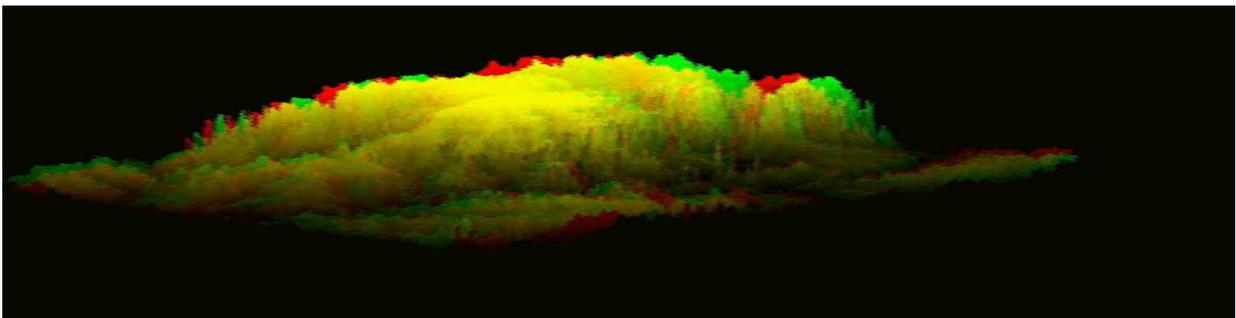


Figura 22: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – terceiro passo - cena 3D com par estéreo.  
Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

### 3.2.5. Geração de Perfil em Tela Spring 4.1.1

Para o processo de criação de perfil em tela foram seguidos os seguintes passos: o primeiro passo, na barra de ferramentas, selecionou-se a opção MNT-perfil com a entrada-grade, trajetória-edição, linhas criar, título do gráfico (perfil topográfico), eixo Y-cota e unidade–m. O segundo passo é executado com o mouse, pois é com ele que se traça o sentido e a direção, bem como, o ponto de partida (botão esquerdo) e chegada (botão direito) da linha, completando-se o processo com o comando executar. (Figura 23).

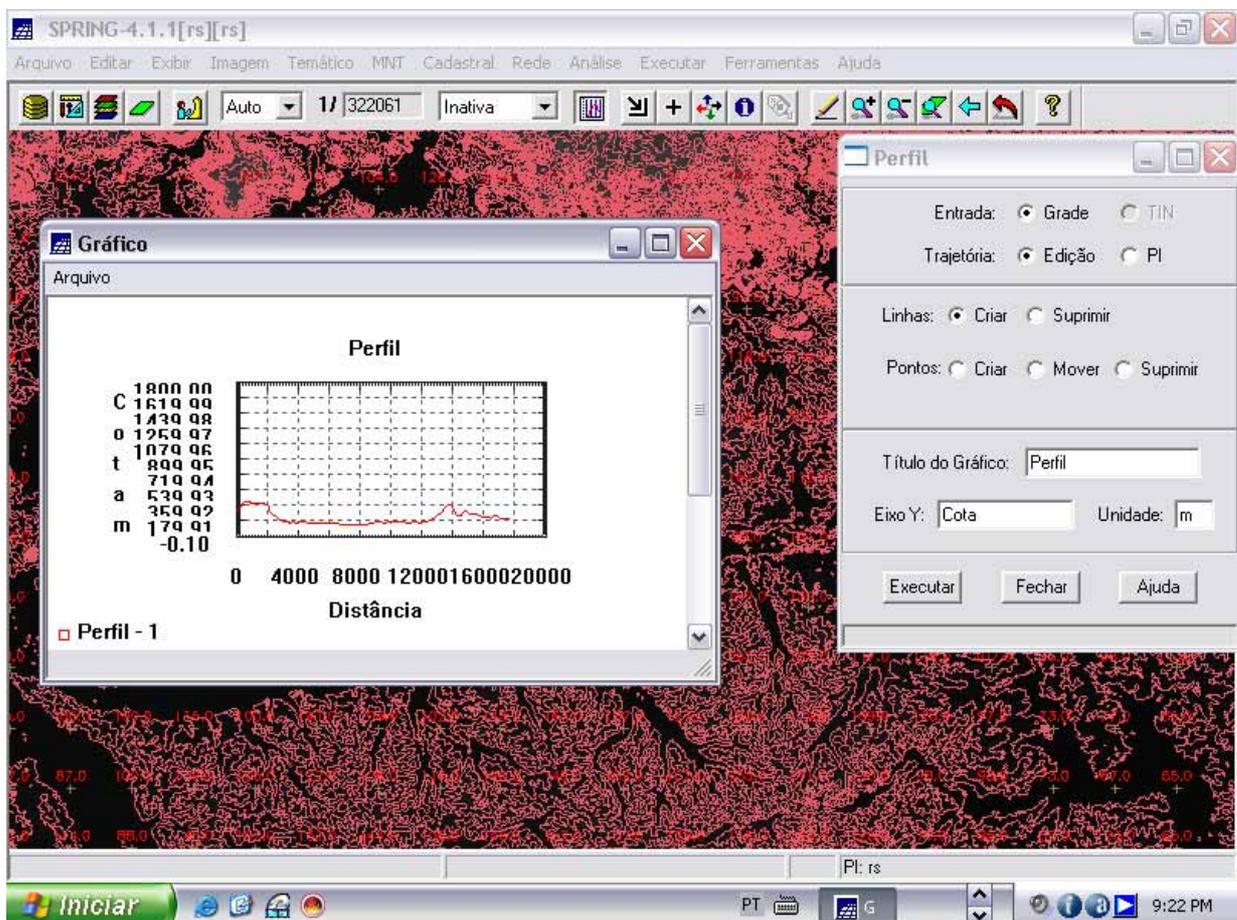


Figura 23: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – geração de perfil automático em tela. Org: PIRES, Rudineli de Bairros, 2006.

### 3.2.6. Exportação de Isolinhas (Curvas de Nível) Spring 4.1.1

Como estas curvas de nível foram geradas em arquivos, permitiu-se exportá-las para outros aplicativos. Neste caso, o importante foi saber em que

extensão deve ser exportado os arquivos para que o Aplicativo ArcView GIS 3.2 pudesse ler e reconhecer o conteúdo e suas informações.

Deste modo, escolheu-se a extensão Shapefile, padrão do Arc View GIS e de aceitação por todos os softwares trabalhados no padrão Graus, Minutos e Segundos, para a comunicação entre ambos, dando escolha à somente uma entidade de saída: isolinhas. (Figura 24).

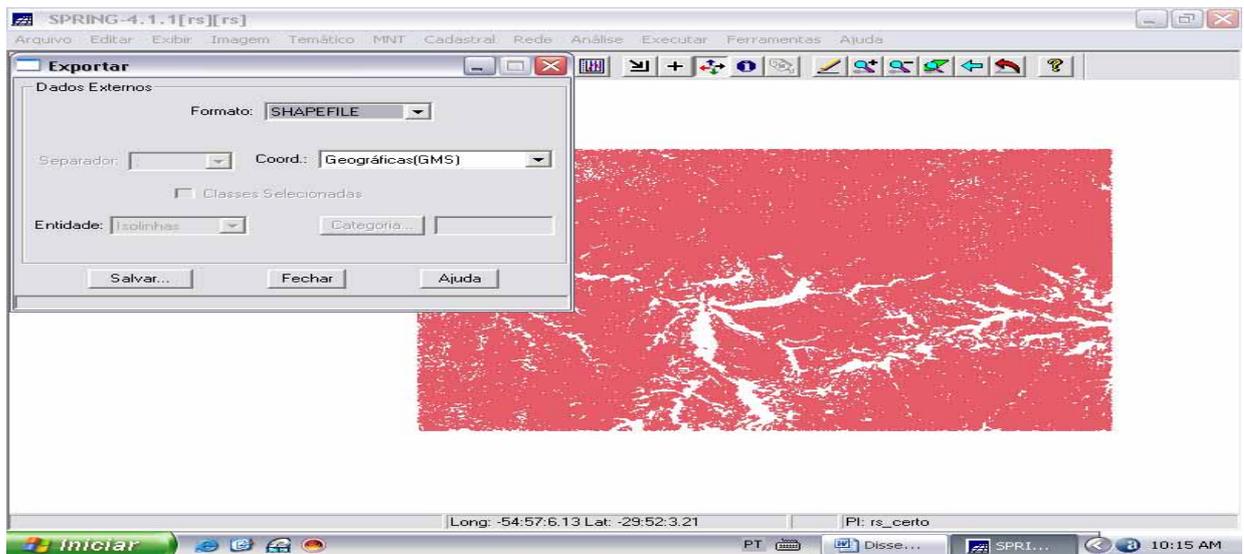


Figura 24: Recorte da Imagem SRTM no aplicativo Spring – modelo para exportação e tratamento em outros aplicativos. Neste caso, como se exportou em extensão shapefile, os vetores tornaram-se legíveis no aplicativo computacional Arc View GIS 3.2.  
Org: PIRES, Rudinei de Bairros, 2006.

### 3.3. MAPEAMENTO NO ARCVIEW GIS 3.2A

#### 3.3.1. Iniciando o Arcview GIS 3.2A

#### 3.3.2. Entrada de Dados Vetoriais/Raster

O Arcview GIS 3.2 é um aplicativo computacional dotado de alto desempenho quando se trata de mapear áreas de grande extensão territorial.

Nesta etapa, seu uso efetivou-se no modelamento de superfície e mapeamento sistemático de classificação hipsométrica, sombreamento, orientação de vertentes, rugosidade, entre outros.

Sua plataforma de entrada é simples. Ao iniciá-lo, no caso deste trabalho, sempre se cancelou a criação de um novo projeto, dando o comando cancel. (Figura 25).