

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

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA
LOCALIZAÇÃO DE PONTOS AMOSTRAIS DE SOLO
E NA CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

Jordano Francisco Zagonel

Santa Maria, RS, Brasil

2008

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA LOCALIZAÇÃO
DE PONTOS AMOSTRAIS DE SOLO E
NA CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA**

por

Jordano Francisco Zagonel

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geomática do Centro de Ciências Rurais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Especialista em Geomática**

Orientador: Prof. MSc. Argentino José Aguirre

Santa Maria, RS, Brasil

2008

Z18g	<p>Zagonel, Jordano Francisco, 1984-</p> <p>Geoprocessamento aplicado na localização de pontos amostrais de solo e na classificação do uso da terra / por Jordano Francisco Zagonel ; orientador Argentino Jose Aguirre. - Santa Maria, 2009. 54 f. ; il.</p> <p>Monografia (especialização) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Geomática, RS, 2009.</p> <p>1. Geomática 2. Geoprocessamento 3. Sistemas de informações geográficas 4. SIG 5. Cartografia básica I. Aguirre, Argentino José, orient. II. Título</p> <p>CDU: 528.9</p>
------	---

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2008

Todos os direitos autorais reservados a Jordano Francisco Zagonel. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho poderá ser feita desde que citada à fonte.

Endereço: R. Dr. Bozzano, 749; Apto 203; Ed. Xavier; Centro; CEP 97015-001; Santa Maria, RS.

Telefones para contato: (55) 3221 4440 | (55) 91240449;

End. Eletr: jordanozagonel@gmail.com | eng_jzagonel@yahoo.com.br

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a
Monografia do Curso de Especialização em Geomática

**GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS
AMOSTRAIS DE SOLO E NA CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA**

elaborada por

Jordano Francisco Zagonel

como requisito parcial para obtenção do grau de
Especialista em Geomática

COMISSÃO EXAMINADORA:

Argentino José Aguirre, MSc.

(Presidente/Orientador)

Pedro Roberto de Azambuja Madruga, Dr.

(Co-Orientador)

Leandro Casagrande, MSc.

(Eng.º Florestal, MSc. em Engenharia Civil)

Alexandre Francisco Binotto, MSc.

(Eng.º Florestal, MSc. em Engenharia Florestal)

Santa Maria, 13 de novembro de 2008.

DEDICATÓRIA

À minha sobrinha Diordana Madiori,
à meus pais, Nelso José e Diles Zagonel,
aos meus irmãos Magna Estela, Dagoberto Antônio e,
Tiago Reginaldo e, minha cunhada Sílvia Zagonel, dedico.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Geomática pela oportunidade de formação acadêmica.

Ao Laboratório de Geoprocessamento do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Rurais.

Ao Prof. MSc. Argentino José Aguirre pela orientação e, ao Prof. Dr. Pedro Roberto de Azambuja Madruga pelo incentivo a pesquisa.

Ao Eng^o. Florestal e Eng^o. Agrônomo Prof. MSc. Leandro Casagrande e ao Eng^o. Florestal MSc. Alexandre Francisco Binotto, componentes da banca examinadora, pela análise e contribuição à presente monografia.

Ao Prof. Dr. José Américo de Mello Filho, ao Prof. Dr. Solon Jonas Longui, ao Prof. Dr. Delmar Antônio Bressan, ao Prof. Dr. Edison Bisognin Cantarelli e, ao Prof. MSc. Julio C. Wojciechowski pela amizade e contribuição a formação profissional.

Aos meus pais, Nelso e Diles Zagonel pela educação e confiança, incentivo e responsabilidade aos estudos.

Aos meus irmãos, Magna, Dagoberto e Tiago pelo incentivo, compreensão e apoio à continuidade na vida acadêmica.

Aos colegas do Laboratório de Geoprocessamento, pela amizade e companheirismo, principalmente ao Márcio T. Lorensi, Daniel Carlos C. Pimentel, Helen da Rosa Camargo, Juliana B. Brutti, Pedro Henrique da Silva e Lúcio de Paula Amaral.

Aos colegas do Departamento de Florestas e Áreas Protegidas (DEFAP) da Secretaria Estadual do Meio Ambiente, pelo apoio, incentivo e convivência prática no atual trabalho profissional.

Aos amigos, Engenheiros Florestais, Edner Baumhardt, Damáris G. Padilha, Juarez Pedroso Filho, Ronaldo Jesus da Silva e Fausto Alves Gomes, enfim a todos os colegas e amigos que de uma ou outra forma, direta ou indiretamente contribuíram para a presente monografia e formação profissional.

RESUMO

Monografia de Especialização
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA LOCALIZAÇÃO DE PONTOS AMOSTRAIS DE SOLO E NA CLASSIFICAÇÃO DO USO DA TERRA

Autor: Jordano Francisco Zagonel

Orientador: Argentino José Aguirre

Local e data de defesa: Santa Maria, 13 de novembro de 2008.

O presente trabalho constitui-se na elaboração de mapas base e temáticos em diferentes áreas de aplicação por meio de técnicas de geoprocessamento. Com o intuito de fornecer suporte cartográfico apresentar-se-á aplicabilidades de geotecnologias em disciplinas da graduação em Engenharia Florestal, em mapeamento Municipal, bem como na atualização do plano de manejo em Unidade de Conservação. Elaboraram-se para uso nas disciplinas, mapas das áreas de estudo, com grade de pontos amostral para classificação de solos florestais. Para aplicabilidades em Gestão municipal, foram elaborados mapas de classificação do uso da terra, curvas de nível, rede viária, rede de drenagem, entre outros. E, a fim de auxiliar na atualização do plano de manejo de Reserva Biológica, foram elaborados mapas de localização, caracterização, classificação e definição de uso e ocupação da superfície na Unidade de Conservação. O processo de integração estruturado pelo Geoprocessamento propiciou a interação entre geotecnologias e as atividades desenvolvidas nas três áreas de aplicabilidade.

Palavras-chave: geotecnologia, geoprocessamento, mapeamento.

ABSTRACT

Monograph of Expertise
Programa de Pós-Graduação em Geomática
Universidade Federal de Santa Maria

GEOPROCESSING APPLIED IN LOCATION OF SAMPLING POINTS OF SOIL AND CLASSIFICATION OF LAND USE

Author: Jordano Francisco Zagonel

Advisor: Argentino José Aguirre

Date and local of defense: Santa Maria, November 13, 2008.

The present work is constituted in the elaboration of maps base and thematic in different application areas through geoprocessing techniques. With the intention of supplying cartographic support will come geotechnology applicability in disciplines of the graduation in Forest Engineering, in Municipal mapping, as well as in the updating of the management plan in Unit of Conservation. They were elaborated for use in the disciplines, maps of the study areas, with grid of point's sample for classification of forest soils. For applicability's in municipal Administration, it was elaborated maps of classification of the use of lands, road net, drainage network, among others. And, in order to aid in the updating of the plan of management of Biological Reservation, location maps were elaborated, characterization, classification and use definition and occupation of the surface in the Unit of Conservation. The integration process structured by Geoprocessing propitiated the interaction between geotechnology and the activities developed in the three applicability areas.

Keywords: geotechnology, geoprocessing, mapping.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CBERS – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres.

CCD – Charge Coupled Device.

CCR – Centro de Ciências Rurais

DSG – Diretoria do Serviço Geográfico (Exército Brasileiro).

ETM+ – Enhanced Thematic Mapper plus.

EMF - Enhanced MetaFile.

FAB – Força Aérea Brasileira.

JPEG - Joint Photographic Experts Group.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

IES – Instituição de Ensino Superior.

IRMSS – Infrared Multispectral Scanner.

Lat – Latitude.

Long – Longitude.

ONG – Organização Não-Governamental.

PI's – Plano de Informações.

RGB – Red, Green and Blue (Vermelho, Verde e Azul).

SGI – Sistema Geográfico de Informação.

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SR – Sensoriamento Remoto.

TIFF - Tagged Image File Format.

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria.

UTM – Universal Transversa de Mercator.

TM – Thematic Mapper.

WFI – Wide Field Imager.

WMF - Windows MetaFile.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Estrutura de um Sistema de Geográfico de Informação.....	18
FIGURA 2 – Carta Imagem e fotografia aérea da área do Campus da UFSM..	41
FIGURA 3 – Carta Imagem da área no Campus UFSM – Classificação de Solos.....	42
FIGURA 4 – Mapa de Classificação do Uso da terra, Tiradentes do Sul.....	44
FIGURA 5 – Mapa do Uso da terra e rede de drenagem, Tiradentes do Sul....	45
FIGURA 6 – Mapa de Curvas de nível, rede de drenagem e distritos, Tiradentes do Sul.....	46
FIGURA 7 – Mapa da Rede viária e distritos sobrepostos, Tiradentes do Sul.....	47
FIGURA 8 – Localização da Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger - RBLJL.....	48
FIGURA 9 – Mapa da RBLJL com Imagem alta resolução espacial.....	49
FIGURA 10 – Mapa da Zona de amortecimento da RBLJL, Landsat-7.....	50
FIGURA 11 – Mapa da Distribuição espacial do Uso da terra na RBLJL.....	51

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Especificações espectrais e espaciais do sensor ETM+ do Landsat-7.....	28
QUADRO 2 – Especificações espectrais e espaciais do sensor CCD do satélite Ikonos II.....	29
QUADRO 3 - Especificações espectrais e espaciais do sensor CCD do satélite QuickBird.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	Geoprocessamento.....	16
2.1.1	Conceito.....	16
2.1.2	Aplicações do geoprocessamento.....	16
2.2	Sistemas Geográficos de Informação – SGI.....	17
2.2.1	Conceito.....	17
2.2.2	Estrutura dos SGI.....	17
2.2.3	Georreferenciamento.....	19
2.2.4	Banco de dados.....	19
2.2.5	Representação de informações em ambiente SGI.....	20
2.2.6	Aplicabilidades.....	21
2.3	Cartografia.....	22
2.3.1	Conceito.....	22
2.3.1	Cartas e Mapas.....	23
2.3.2	Mapa básico e mapa temático.....	23
2.3.4	Carta-Imagem.....	24
2.3.5	Sistema de projeção – UTM.....	24
2.4	Sensoriamento Remoto.....	26
2.4.1	Conceito.....	26
2.4.2	Sistema satélites utilizados para coleta dados.....	26
2.4.3	Sistemas sensores.....	27
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
3.1	Materiais.....	31
3.2	Métodos.....	33
3.2.1	Organização do material cartográfico analógico e digital.....	33
3.2.2	Georreferenciamento de Carta Topográfica digitalizada e Imagens.....	34
3.2.3	Digitalização de planos de informações.....	35

3.2.4	Processamento de dados espaciais.....	36
3.2.5	Classificação Digital Supervisionada.....	37
3.2.6	Interação entre aplicativos e entrada de dados.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	Atividades Aplicadas no Campus da UFSM.....	40
4.2	Atividades Aplicadas no município de Tiradentes do Sul.....	43
4.2.1	Mapa de Classificação do Uso da terra.....	43
4.2.2	Mapa da Rede de drenagem e Classificação do Uso da terra.....	44
4.2.3	Mapa de Curvas de nível e Rede de drenagem.....	45
4.2.4	Mapa da Rede Viária e Distritos municipais.....	46
4.3	Atividades Aplicadas na Reserva Biológica.....	48
5	CONCLUSÃO.....	52
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A elaboração de mapas que auxiliam nos estudos de disciplinas da Engenharia Florestal, em ações de Gestão Municipal e, no manejo de Unidades de Conservação contribui para a caracterização, planejamento e gerenciamento dessas áreas. A utilização de técnicas de Geoprocessamento constitui-se em uma ferramenta de suma importância para fins de estudos da distribuição espacial e caracterização de feições e fenômenos da superfície da Terra. A interação que há entre diferentes ciências que englobam o Geoprocessamento permite diagnosticar problemas de diferentes origens, em distintas áreas do conhecimento humano.

Os produtos gerados pelo Geoprocessamento englobam mapas em ambiente digital, bem como sua apresentação analógica (impressa) dos mesmos, com o intuito de auxiliar no planejamento de ações com cunho tático ou estratégico. Desta forma sendo imprescindível sua aplicação no gerenciamento de atividades que visam pesquisas, mitigação de impactos ambientais e o desenvolvimento de uma região, por exemplo.

Segundo Rocha (2000), pode-se dizer que os dados do Sensoriamento Remoto (SR) constituem-se de valiosas informações para os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O autor salienta que os benefícios proporcionados pela utilização de informações de SR para correção, atualização e manutenção de bases de dados são de suma importância para atividades em Geoprocessamento.

Aliado à Classificação das imagens de sistemas de satélite, podem-se elaborar mapas que auxiliam o gerenciamento direto de diversas atividades, no caso de municípios, aplicado ao plano diretor, bem como para o planejamento de ações que visam o desenvolvimento regional.

A integração de informações que englobam a Cartografia, Fotogrametria, Sensoriamento Remoto e, Sistemas Geográficos de Informação contribuem para a estruturação de uma base de dados, propiciando assim a elaboração de inúmeros mapas digitais georreferenciados.

O geoprocessamento pode ser aplicado, praticamente, em várias atividades ou áreas atuando como uma importante ferramenta nas etapas de diagnósticos, tratamentos, monitoramentos, análises de dados e, auxiliando nas ações de mitigação de problemas econômicos, ambientais e sociais.

Deste modo, contribuindo de forma eficiente, para a elaboração e execução de projetos e demais atividades que combine o mapeamento dos problemas urbanos e/ou rurais, econômicos, sociais e ambientais disponibilizando importantes informações sobre características de áreas ou fenômenos que ocorram em determinadas regiões.

A identificação e o controle de problemas que afetam o ambiente, considerando, a distribuição espacial do Uso da terra, sua evolução, bem como o planejamento da logística viária municipal, dentre outros exemplos, pode ser efetivamente monitorada por meio de mapeamento automatizado. Contribuindo para minimizar impactos antrópicos sobre o espaço e auxiliar na gestão dos recursos econômicos, dimensionamento de máquinas e equipamentos empregados nas ações de ampliação e escolha de vias para escoamento da produção agrícola.

Pode-se dizer que o uso de aplicativos computacionais, do material cartográfico disponível, atualizados por meio de imagens de Sensoriamento Remoto, inseridas em ambiente SIG, torna viável a aquisição, armazenamento, processamento, manipulação, análise e apresentação de dados, conforme salienta Rocha (2000). Com isso, propiciando a elaboração de diferentes mapas base e temáticos, a fim de formar uma cartografia atualizada, auxiliando nos estudos em áreas de experimentos acadêmicos, em diagnósticos, e zoneamentos, plano diretor municipal e, na atualização do plano de manejo de Unidade de Conservação.

Desta forma, na presente monografia de especialização em Geomática apresentar-se-á algumas atividades desenvolvidas em três diferentes áreas: a primeira na UFSM, na distribuição de pontos amostrais visando análise de sítio florestal; a segunda, no município de Tiradentes do Sul, elaborando-se mapa de uso da terra; e, a terceira, na Reserva Biológica de Itapuã, resultando em mapa de uso da terra e zona de amortecimento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geoprocessamento

2.1.1 Conceito

O geoprocessamento é um conjunto de procedimentos de análise ambiental que, apoiado na aplicação de sistemas computadorizados, opera sobre modelos digitais do ambiente (MELLO FILHO, 2003).

De acordo com Assad e Sano (2000), pode-se conceituar o Geoprocessamento como uma disciplina que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Tal tecnologia tem influenciado de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transporte, Comunicações, Energia, etc.

Segundo Rocha (2000), pode-se conceituar Geoprocessamento como uma tecnologia transdisciplinar, que engloba diferentes disciplinas, equipamentos, aplicativos, processos, dados, metodologias e pessoas para coleta e processamento de informações associadas a mapas digitais georreferenciados.

2.1.2 Aplicações do Geoprocessamento

A aplicabilidade de técnicas de geoprocessamento desenvolve-se em inúmeras áreas do conhecimento humano, dentre elas, destacam-se: a Engenharia Florestal, Engenharias, Geografia, Biologia, Agronomia, Saúde, etc.

Rocha (2000) salienta que o geoprocessamento atua como um importante elo entre diversas ciências, artes, filosofias e entidades. Sendo o geoprocessamento uma ciência transdisciplinar, aplicando-se a diversos campos profissionais, tornando-se imprescindível para projetos que lidam com questões voltadas à

organização, planejamento e gestão do espaço geográfico ou que envolvam análises espaciais em seus estudos.

2.2 Sistema Geográfico de Informação – SGI

2.2.1 Conceito

Calijuri e Röhm (1994) descrevem SGI como uma coleção organizada de hardware, software, dados geográficos e recursos humanos envolvidos em todo o processo de manipulação de informações, sendo que esse conjunto é projetado com o intuito de capturar, armazenar, atualizar, manipular, analisar e apresentar as diversas formas de representação de informações georreferenciadas.

Após diversas interpretações de conceitos de SIG elaboradas por outros autores, Miranda (2005) enfatiza que a denominação de *sistema* indica que um SGI é composto de diversos componentes inter-relacionados e, unidos por meio de diferentes funções. Dessa forma todo o conjunto possui a capacidade funcional para entrada de dados, manipulação, transformação, visualização, combinação, consultas, análises, modelagem e saída de dados.

2.2.2 Estrutura dos SGI

Calijuri e Röhm (1994) salientam que o mundo real é composto de diversas feições geográficas, estas podem ser representadas por diferentes camadas de dados relacionados entre si.

Os referidos autores comentam que os SGI's englobam avanços da cartografia, dos sistemas de manipulação de banco de dados e do sensoriamento remoto com o desenvolvimento metodológico da análise geográfica. Tais processos têm por intuito elaborar procedimentos analíticos a fim de auxiliarem no gerenciamento e no monitoramento das informações sobre objetos ou fenômenos espaciais.

Pode-se dizer que a base do sistema é o Banco de Dados que ele propicia manter, em síntese, é uma coleção de mapas e de informações associadas na forma digital, o banco de dados representa as características da superfície do terreno, sendo composto por dois elementos, abaixo descritos, conforme Calijuri e Röhm (1994).

- Banco de dados espaciais: representa as características geográficas da superfície do terreno (forma e posição);

- Banco de dados de atributos: representa as informações qualitativas dessas características geográficas.

Moreira (2003) salienta que qualquer Sistema de Informações Geográficas apresenta duas características principais, sendo que a primeira permite inserir e integrar, em um Banco de dados, informações espaciais provenientes de diversas fontes, tais como: cartografia, SR, aerofotogrametria, dados cadastrais urbanos e rurais, etc.

A segunda característica refere-se ao fato de oferecer mecanismos para combinar diversas informações por meio de algoritmos de manipulação e análise, além de oferecer mecanismos de consulta, recuperação, visualização e apresentação das informações (mapas, etc.) desses dados georreferenciados.

O mesmo autor enfatiza que um SIG é composto de cinco componentes independentes, entretanto, interligados uns aos outros por meio de funções específicas, conforme Figura 1.

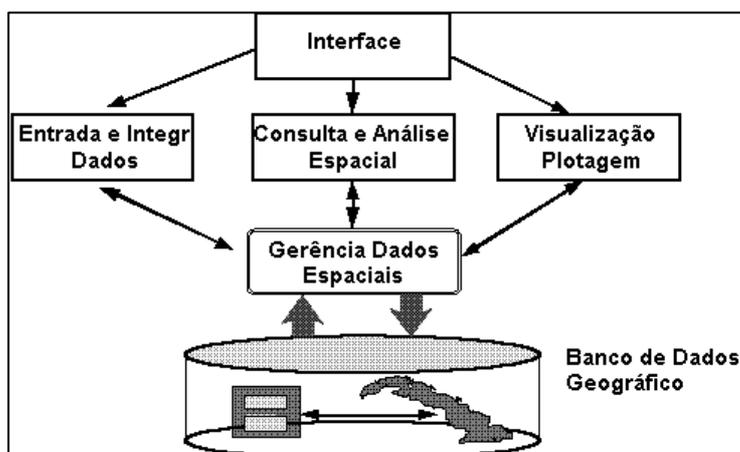


Figura 1 - Estrutura de SIG, adaptado de Câmara e Medeiros (1996).

Fonte: Adaptada de Câmara e Medeiros (1996 apud Moreira, 2003).

Pode-se salientar que o sucesso na adoção de um SGI está na praticidade de seu uso, ou melhor, na sua interface, isto é, no conjunto de funções que serve como suporte de entrada e integração dos dados.

2.2.3 Georreferenciamento

Eastman (1992 apud Calijuri e Röhm, 1994), define georreferenciamento referindo-se a localização de uma camada (*layer*) ou *coverage* no espaço por meio de um sistema de coordenadas. Uma forma comum de georreferenciamento caracteriza-se pela identificação e indicação de pontos embasados em um sistema de coordenadas (Lat/Long, UTM, etc.).

Calijuri e Röhm (1994) comentam que *coverage* pode ser definido por uma coleção de mapas que contem definições geográficas de um conjunto de características e sua tabela de atributos associados.

O conceito de *coverage* baseia-se em um modelo topológico de informações geográficas e pode conter inúmeros tipos de informações geográficas na forma de diversas classes de características de dados, conforme ESRI (1992 apud Calijuri e Röhm, 1994).

2.2.4 Banco de dados

ESRI (1992 apud Calijuri e Röhm, 1994), comenta que um SIG é um banco de dados cartográficos construído em torno de um modelo híbrido, pois ele organiza dados geográficos usando um modelo georrelacional e topológico.

Pode-se dizer que o banco de dados cartográficos é caracterizado pelo conjunto de dados espaciais (dados de localização e topologia desses dados) e, dados descritivos, relacionados e organizados visando o armazenamento e manipulação eficiente pelo usuário.

Segundo Silva (1999), o objetivo do banco de dados é propiciar uma visão abstrata dos dados, mantendo resguardado os detalhes de armazenamento e manutenção desses dados.

O mesmo autor salienta que um banco de dados oferece a possibilidade de manipulação de partes do banco de dados ou alterar seu esquema, ou seja, propicia a leitura de informações atuais, entrada de novos dados, logo, a atualização dos existentes, bem como exclusão de informações.

Desse modo, o correto gerenciamento de um banco de dados em ambiente SGI é de suma importância para a veracidade das informações a serem extraídas dos produtos gerados. Assim sendo, as informações contidas no banco de dados devem estar protegidas de acessos não autorizados e alterações indesejáveis.

2.2.5 Representação de informações em ambiente SGI

Segundo Eastman (1992 apud Calijuri e Röhm, 1994), o Sistema armazena dois tipos de dados que são encontradas em um mapa, sendo eles, as definições geográficas das características da superfície da terra e, os atributos ou as qualidades que estas características possuem.

A representação de mapas em ambiente SGI pode ser feita de duas formas, *vetor* e *raster*. Na primeira, os limites das características são definidos por uma série de pontos, que, ao serem interligados com retas, formam a representação gráfica daquela característica. Calijuri e Röhm (1994) salientam que os pontos são codificados com par de números com coordenadas (x e y) associadas como latitude/longitude, UTM, etc.

Na segunda forma de representação, denominada *raster*, a representação gráfica das características e dos atributos que elas possuem é armazenada em arquivos de dados unificados, conforme Eastman (1992 apud Calijuri e Röhm, 1994).

Os autores comentam sobre as vantagens de cada formato, sendo que no *raster* o espaço geográfico é uniformemente definido, trabalhando com matrizes sua estrutura está mais próxima da arquitetura dos computadores digitais. Desse

modo o sistema tende a ser muito mais rápido na estimativa de problemas que envolvem várias combinações matemáticas de dados em células múltiplas.

Decian (2003) salienta que as estruturas vetoriais podem ser consideradas abstrações gráficas, isto é, pontos, linhas e polígonos armazenados e unidos por meio de pontos no espaço. E, a estrutura raster, representa uma estrutura em forma de matriz, sendo uma estrutura gráfica mais complexa de armazenamento, pois cada linha e coluna correspondem a um elemento de imagem, sendo que o menor elemento de imagem é denominado *pixel*.

Segundo Eastman (1992 apud Calijuri e Röhm, 1994), o sistema *raster* é excelente para estimar modelos ambientais, por exemplo, o potencial de erosão do solo e a adequabilidade ao manejo de florestas. No formato raster a representação das linhas e colunas são subdivididas em células (pixels), sendo que cada célula possui um identificador, número que se refere a linha e a coluna, dessa forma cada célula possui um par de coordenadas associado (x,y).

Entretanto, o sistema *vetor* tem seu uso mais expressivo no gerenciamento de banco de dados orientados, pois são mais eficientes no armazenamento de dados de mapas, pelo fato de armazenarem somente os contornos e não seu conteúdo. Os autores enfatizam que a representação gráfica está diretamente associada aos atributos do banco de dados.

2.2.6 Aplicabilidades de SGI

Pode-se fazer uso de Sistemas Geográficos de Informações em diversas áreas do conhecimento humano, empregando-o no planejamento de projetos e gerenciamento de ações que englobam desde a engenharia, administração, geografia a atividades na área da saúde e agronomia.

Conforme Rocha (2000) pode-se fazer uso de um SGI para o gerenciamento de informações que tenha necessidade de:

- Coletar, armazenar e recuperar informações baseadas em sua localização espacial.

- Identificar locais dentro de um ambiente alvo de acordo com determinado critério
- Explorar relações entre conjunto de dados dentro deste ambiente
- Analisar dados relacionados espacialmente para auxílio na tomada de decisão sobre este ambiente
- Facilitar a seleção e a passagem de dados para modelos de simulação capazes de avaliar o impacto de alternativas no ambiente escolhido
- Mostrar o ambiente gráfico e analítico antes e depois de uma análise qualquer

A integração do SGI com o SR permite avaliações atuais de atividades urbanas e rurais, destacando-se, o cadastramento de imóveis, redes de infraestrutura, etc. Além disso, sendo utilizado em atividades de análise do uso e evolução da ocupação da terra, envolvendo a quantificação de vegetação existente, de áreas de preservação, áreas agriculturáveis, urbanizadas, etc., salientado pelo mesmo autor.

2.3 Cartografia

2.3.1 Conceito

A cartografia pode ser definida como o conjunto de ciências, arte e tecnologias utilizadas com o intuito de representar determinadas superfícies por meio de mapas e cartas, comentado por Mello Filho e Aguirre (2006).

Bakker (1965 apud Aguirre e Mello Filho, 2006), define a cartografia como a ciência e a arte de expressar graficamente o conhecimento humano da superfície terrestre, por meio de cartas e mapas.

2.3.2 Cartas e mapas

A Cartografia utiliza diferentes termos para caracterizar produtos oriundos de mapeamentos da superfície terrestre. A adoção de termos específicos está condicionada a precisão e acurácia que se deseja transferir ao produto final, no caso mapas ou cartas.

Uma carta pode ser definida como a representação de aspectos naturais ou artificiais de partes da superfície terrestre, com fidelidade, destinados para fins práticos da atividade humana, permitindo a mensuração precisa de distâncias, direções e, a localização através de coordenadas de pontos, áreas e detalhes, comentado por Bakker (1965 apud Aguirre e Mello Filho, 2006).

O mesmo autor comenta que um mapa pode ser caracterizado pela representação da Terra nos seus aspectos geográficos, sendo eles naturais ou artificiais, destinados a fins ilustrativos ou culturais.

2.3.3 Mapa básico e mapa temático

A designação de cartas base ou básica e temáticas apresentam, em muitos casos, dificuldades na diferenciação das mesmas, pois nem sempre há uma diferenciação significativa entre elas, conforme salientado por Aguirre e Mello Filho (2006).

Uma carta é classificada como básica, quando feições terrestres estão representadas com precisão compatível com a escala. Sendo que geralmente apresentam feições estruturais, como rede viária.

Para considerar uma carta como temática, são apresentadas informações 'resumidas' e 'simples' em comparação com a carta básica, geralmente a precisão é menor em cartas temáticas, pois seus fins são ilustrativos, mas apresentam a informação desejável. Por exemplo, uma carta de declividades, carta de vegetação, etc.

Aguirre e Mello Filho (2006) comentam que, em uma carta-básica as feições representadas preferencialmente são construídas pelo homem, ou seja, que

essas feições não apresentem variação temporal ou dimensional freqüente. Salienta-se que pode-se fazer uso das curvas de nível para representar o relevo terrestre.

Os autores salientam que em relação ao mapa-básico e mapa-temático, ambos seguem a mesma caracterização conforme a descrição dos dois tipos de cartas citados anteriormente. Entretanto, a diferenciação de mapa em relação à carta, refere-se que as Cartas possuem um desdobramento em folhas articuladas de maneira sistemática e possuem precisão compatível com a escala. Sendo que o mapa é normalmente delimitado por elementos físicos ou político-administrativos, mas não obrigatoriamente.

2.3.4 Carta-Imagem

Pode-se caracterizar uma *Carta Imagem* como sendo a representação de feições da superfície terrestre por meio de fotos aéreas, aerofotogramas e imagens de satélite, sendo que se faz presente à representação de toponímias, tais como: grade UTM, limites da área, talhões, Fuso correspondente, Datum Horizontal e Vertical, etc., salientado por Decian (2003).

2.3.5 Sistema de projeção - UTM

A elaboração de cartas e mapas que representam feições da superfície terrestre apresenta imperfeições impossíveis de serem eliminadas totalmente. A análise, distribuição e quantificação desses 'erros' se torna necessário a fim de determinar a potencialidades e limitações da representação gráfica do produto final, conforme salientado por Aguirre e Mello Filho (2006).

O sistema de projeção utilizado nos mapas elaborados durante o estágio foi a Universal Transversa de Mercator – UTM, este é uma projeção cilíndrica em que o cilindro é transversal ao modelo matemático. A UTM foi o nome adotado pelo serviço de cartografia do exército dos EUA em 1947, a fim de designar a projeção

utilizada na elaboração de mapas militares na 2ª Guerra Mundial, conforme Snyder (1987 apud Aguirre e Mello Filho, 2006).

Aguirre e Mello Filho (2006) comentam que o sistema de coordenadas está associado à projeção UTM sendo que o elipsóide é dividido em Fusos de 6º de amplitude em longitude, resultando em 60 fusos, sendo numerados a partir do anti-meridiano de Greenwich, seguindo para Leste para um observador que está neste antemeridiano.

Em latitude sua divisão é de 4º em 4º e, se estendem até 80°N e 80°S. Atribui-se ao meridiano central (MC) a constante 500km, evitando-se trabalhar com coordenadas negativas dentro do Fuso. Estas que apresentam valores que aumentam para Leste e diminuem para Oeste. No equador o valor da coordenada N corresponde a 10.000km no hemisfério sul e, zero km para o hemisfério norte, diminuindo os valores em direção a latitude 80° S e, aumentando para 80° N.

A projeção UTM foi desenvolvida para atender necessidades militares do Exército dos Estados Unidos da América. As cartas elaboradas pela DSG com base em imagens de satélite também visam fins militares, segundo Richardus (1974 apud Aguirre e Mello Filho, 2006). Sendo que a elaboração das mesmas deveriam atender os critérios a seguir:

- conforme, ou seja, a representação mantém constantes as grandezas dos ângulos, para minimizar erros direcionais;
- continuidade, das áreas cobertas, com um mínimo número de zonas;
- erros de escala causados pela projeção não devem exceder uma tolerância especificada;
- referencia única para o sistema de coordenadas planas para todas as zonas;
- fórmulas de transformação de uma zona para outra uniforme, para um elipsóide de referencia;
- a convergência meridiana não deve exceder cinco graus.

Segundo Aguirre e Mello Filho (2006), esta projeção é classificada como *analítica*, do princípio construtivo de elaboração; segundo a superfície adotada é classificada por *desenvolvimento*, sendo a superfície desenvolvível um cilindro transversal secante ao elipsóide; e, segundo a propriedade que conserva é classificada como *conforme*.

2.4 Sensoriamento Remoto

2.4.1 Conceito

De acordo com Novo (1999), o sensoriamento remoto pode ser definido como a aquisição de informações de objetos na superfície terrestre através de um sensor, sem que este esteja em contato físico com o objeto (alvo). Os sinais registrados pelos sensores são transmitidos em números através da utilização dos recursos computacionais orientados para o processamento das imagens digitalmente.

O sensoriamento remoto pode ser conceituado como a aplicação de dispositivos que, colocados em aeronaves ou satélites, permite obter informações sobre objetos ou fenômenos na superfície terrestre, sem estar em contato físico com eles (ROCHA, 2000).

O uso de técnicas aplicadas de SR atua como uma importante ferramenta para o planejamento ambiental, rural e urbano, bem como para áreas específicas de estudo, estas que exigem a caracterização do Uso e potencialidades para com a ocupação da terra.

2.4.2 Sistema satélites utilizados para coleta dados

O desenvolvimento de plataformas orbitais, bem como de um sistema satélite, poder-se-ia dizer que foi impulsionado a partir do momento em que a barreira do espaço foi vencida, isto é, a exploração do espaço feita pelo homem, conforme comentado por Moreira (2003).

O mesmo autor salienta que a utilização de informações provenientes de satélites para aplicações no mapeamento de recursos naturais da terra iniciou-se na década de 70. Nessa década, foi lançado ao espaço o primeiro satélite da série Landsat, na época denominado Earth-1, após passou a chamar-se Landsat-

2, Landsat-3 – até o último, lançado em 1999, o Landsat-7, fora de operação nos dias atuais.

A partir do momento em que o espaço começou a ser explorado, iniciou-se o aperfeiçoamento de tecnologias, referindo-se aos sistemas e equipamentos que compõem as plataformas orbitais, bem como todo o Sistema Satélite, a fim de aperfeiçoar a qualidade dos dados obtidos da superfície terrestre.

Com isso, o sistema que merece destaque é o sistema de satélite Ikonos, o programa IKONOS prevê o lançamento de uma série de satélites, o IKONOS I foi lançado mas não chegou a entrar em operação por problemas técnicos. Em contrapartida, o satélite IKONOS II foi lançado no dia 24 de Setembro de 1999, e está operacional desde o início de janeiro de 2000. Ele é operado pela *SPACE IMAGING* que detém os Direitos de Comercialização em nível mundial, comentado por Moreira (2003).

Da mesma maneira que o Ikonos tornou-se importante, atualmente o sistema de satélite *QuickBird* destaca-se pela resolução espacial que suas imagens apresentam, sendo de 0,61 metros. O satélite *QuickBird* foi lançado em 18 de outubro de 2001 e está operando normalmente. Esse sistema foi desenvolvido pela DigitalGlobe e é um satélite de alta precisão que oferece imagens comerciais de alta resolução da superfície terrestre, comenta o mesmo autor.

2.4.3 Sistemas sensores

As plataformas orbitais de coleta de informações, comumente denominadas satélites, apresentam constituintes diversos, dentre esses há equipamentos desenvolvidos especificamente para mensurar as propriedades espectrais de alvos (objetos) e fenômenos da superfície terrestre, essas medições são obtidas por meio de dispositivos denominados sistemas sensores, segundo Moreira (2003),

De acordo com Rocha (2000), no sistema Landsat-5 o principal sensor é o *Thematic Mapper* – TM, esse é caracterizado por operar em sete bandas espectrais de imageamento, sendo três na região do visível, três na região do infravermelho e uma na região termal. As bandas espectrais desse sensor

apresentam diferentes resoluções espaciais, sendo 30m nas bandas das regiões do visível e infravermelho refletido e 60m na região do termal, conforme Quadro 1.

Esse sistema está operante no Landsat-5, no Landsat-7 o sistema sensor constituinte era o ETM+, atuando com uma banda Pan, com resolução espacial de 15 metros. O Landsat-7 está inoperante desde 2003. A largura da faixa de imageamento no sistema Landsat é de 185km e, a frequência de revisita é de 16 dias, conforme Rocha (2000).

Banda	Faixa espectral μm	Região do espectro	Resolução espacial (m x m)
1	0,45 – 0,52	Azul	30
2	0,52 – 0,61	Verde	30
3	0,63 – 0,69	Vermelho	30
4	0,78 – 0,90	IV próximo	30
5	1,55 – 1,75	IV médio	30
6	10,4 – 12,5	IV termal	60
7	2,09 – 2,35	IV médio	30
8 (Pan)	0,52 – 0,90	Visível e IV próximo	15

Quadro 1. Especificações espectrais e espaciais do sensor ETM+ do Landsat-7.

Fonte: Adaptado de Rocha (2000) e Moreira (2003).

O mesmo autor salienta que além de aplicações individuais das bandas do Landsat, pode-se fazer uso das combinações entre bandas, esse processo facilita a identificação de dados na superfície terrestre, auxiliando na melhor delimitação de áreas específicas.

O INPE recomenda as seguintes combinações para cenas coloridas e infravermelho de bandas do Landsat (ROCHA, 2000):

- Bandas 1, 2 e 3: imagens em *cor natural*, com boa penetração na água, realçando as correntes, a turbidez e os sedimentos. A vegetação aparece em tonalidades esverdeadas.

- Bandas 2, 3 e 4: define melhor os limites entre o solo e a água, ainda mantendo algum detalhe em águas profundas e, mostrando as diferenças na vegetação, a qual apresenta-se em tonalidade vermelha.

- Bandas 3, 4 e 5: mostram mais claramente os limites entre o solo e água, com a vegetação mais discriminada, representando-a em tonalidades verde-rosa.

- Bandas 2, 4 e 7: mostram a vegetação em tons verdes e permitem discriminar a umidade, tanto na vegetação como no solo.

No satélite IKONOS II, há sensores de alta resolução espacial, os quais estão providos com *Charge Coupled Device* (CCD), sendo que este é um conjunto de vários detectores, que utiliza a microeletrônica e o silício como material básico, acoplados a um circuito integrado.

Esses imageadores (CCD) operam na faixa de 400 a 1.100 nm e, uma das diferenças em comparação ao TM ou ETM+ é pelo fato da grande precisão geométrica, conseqüência da não-utilização da parte mecânica, conforme Moreira (2003).

O mesmo autor relata que em relação à largura de faixa imageada pelo IKONOS a mesma é de 11 km x 100km até 11km x 1.000km, propiciando elaborar mosaicos de até 12.000km², com uma freqüência de revisita de 1,5 dias no modo multiespectral e 2,9 dias no modo pancromático. Uma das vantagens desse sistema é a possibilidade de fusão espectral de bandas com o intuito de obter imagens com resolução espacial de 1 metro.

Algumas das principais características do sensor do satélite IKONOS II pode ser visualizada no Quadro 2.

Banda	Faixa espectral µm	Região do espectro	Resolução espacial (m x m)
MS1	0,45 – 0,52	Azul	4
MS2	0,52 – 0,60	Verde	4
MS3	0,63 – 0,69	Vermelho	4
MS4	0,76 – 0,90	IV próximo	4
Pan	0,45 – 0,9	Visível e IV próximo	1

Quadro 2. Especificações espectrais e espaciais do sensor CCD do satélite IKONOS II

Fonte: Adaptado de Moreira (2003).

Atualmente está à disposição comercialmente imagens do sistema *QuickBird*, coletando imagens com 61 centímetros de resolução espacial no pancromático e 2,44 metros no multiespectral em um vasto campo de observação, apresenta rápida seleção de alvo e permite a geração de pares estereoscópicos.

A frequência média de visita é de 1 à 3,5 dias, a largura de varredura (faixa imageada) é de 16,5km, alguns características estão descritas no Quadro 3, conforme Moreira (2003).

Banda	Faixa espectral μm	Região do espectro	Resolução espacial (m x m)
GSD1	0,45 – 0,52	Azul	2.44
GSD2	0,52 – 0,60	Verde	2.44
GSD3	0,63 – 0,69	Vermelho	2.44
GSD4	0,76 – 0,90	IV próximo	2.44
Pan	0,45 – 0,9	Visível e IV próximo	0.61

Quadro 3. Especificações espectrais e espaciais do sensor CCD do satélite *QuickBird*

Fonte: Adaptado de Moreira (2003).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Na UFSM, realizaram-se atividades de elaboração de mapas com o intuito de fornecer suporte cartográfico em Ecologia Florestal e Inventário Florestal, do Curso de Engenharia Florestal. Para essas disciplinas foram elaborados Carta Imagem com o objetivo de propiciar a prévia caracterização das áreas de estudo, bem como otimizar as atividades práticas à campo, solicitadas nessas disciplinas.

No município de Tiradentes do Sul, o uso de geotecnologias para fins de mapeamentos de municípios assume grande papel no planejamento administrativo. Dessa forma foi elaborada uma série de mapas com o intuito de auxiliar no gerenciamento de ações municipais e, no planejamento de atividades diversas.

Para a unidade de conservação elaborou-se mapas e Carta Imagem com o intuito de auxiliar na atualização do Plano de Manejo da Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger, localizada no município de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul.

Os suportes computacionais utilizados na elaboração dos produtos finais referem-se, especificamente, aos aplicativos e equipamentos disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento. Desse modo, destacam-se os materiais a seguir relacionados.

Hardware:

- Microcomputador AMD Sempron 2800+ 2GHz
- Placa-mãe: ASUS A7V8X-x
- Placa de vídeo: GeForce FX5500 256MB
- Memória RAM: 1.0GB

- Monitor LG Flatron 17' - "tela plana"
- Outros periféricos: teclado, mouse, etc.

Software:

- Sistema Operacional Microsoft Windows XP
- Idrisi 32 Release Two (Clark Labs)
- CartaLinx 1.2 (Clark Labs)
- Adobe Photoshop v.7.0 (Adobe)
- CorelDraw v.12.0 (Corel Corporation)
- GPS TrackMaker (GTM)
- Google Earth (Google Corp.)

Outros equipamentos

- GPS Garmim 12XL
- Trena, blume-leiss, suta dendrométrica

Dados analógicos e digitais

- Carta Topográfica de Crissiumal; Folha SG.21-Z-D-III-4; MI – 2883/4
- Carta Topográfica de Porto Alegre; Folha SH.22-Y-B-III-2; MI – 2987/2
- Carta Topográfica de Itapuã; Folha SH.22-Y-B-III-4; MI – 2987/4
- Aerofotograma, escala 1:10000, ano 1992, Força Aérea Brasileira;
- Imagem de satélite do sistema Landsat 7, bandas 1, 2, 3, 4 e 5, órbita-ponto 223-079, com data de 20 de dezembro de 1999, com resolução espacial de 30 metros;
- Imagem de satélite do sistema Ikonos II, fusão espectral, com resolução de 1 metro, do ano de 2002;
- Mosaico de imagens QuickBird, do ano de 2003, com resolução de 0,6 metros, mosaico digital proveniente do aplicativo computacional Google Earth.

3.2 Métodos

As rotinas utilizados nos três projetos, também chamados de áreas de aplicação, ou seja, nas atividades no Campus, em Tiradentes do Sul e na Unidade de Conservação, serão aqui abordados de maneira que englobe práticas computacionais aplicadas nos referidos projetos.

Entretanto, serão relatadas considerações importantes sobre os protocolos (rotinas) aplicados em cada atividade, durante a manipulação dos dados em ambiente Idrisi 32. Salienta-se que, para fins de praticidade, as atividades em que a manipulação de dados e informações serviu como base no decorrer do processo laboratorial, com o objetivo de elaborar mapas para o suporte nos 3 (três) projetos.

3.2.1 Organização do material cartográfico analógico e digital

A disponibilização de dados, mapas e, demais informações importantes para a localização, caracterização e dimensionamento das áreas de estudo, em formato analógico e digital, são de suma importância para a formação de uma base de dados, com o intuito de auxiliar nas diversas etapas do trabalho laboratorial.

Dessa forma utilizou-se Cartas topográficas das áreas específicas ao município de Tiradentes do Sul e da Unidade de Conservação provenientes da DSG, em escala 1:50.000. As referidas Cartas foram convertidas de formato analógico para digital, por meio de scanner foi elaborado no aplicativo Adobe Photoshop. Outros materiais cartográficos disponíveis das áreas também foram utilizados, tais como: mapas ilustrativos, croquis, etc.

O Laboratório de Geoprocessamento dispõe de um banco de imagens que auxiliaram em todas as fases do trabalho. Dessa maneira, foram utilizadas imagens provenientes do satélite IKONOS II, do Landsat-7, aerofogramas e, imagens de alta resolução, *QuickBird*, obtidas no aplicativo Google Earth.

3.2.2 Georreferenciamento de Carta Topográfica digitalizada e Imagens

O lançamento de coordenadas planas para os dados cartográficos disponíveis foi realizada no SIG Idrisi 32 Release Two, sendo que eventuais ajustes no formato das imagens (extensão do arquivo .JPEG) realizaram-se no Adobe Photoshop. Salienta-se que nas imagens de plataformas orbitais, ou seja, Ikonos II e Landsat-7 não foram realizadas alterações que comprometessem a integridade dos dados em aplicativos de tratamento de imagens, sendo essas manipuladas somente em ambiente SIG.

A imagem Ikonos utilizada no Campus da UFSM havia sido georreferenciada por meio do levantamento de pontos GPS L1, não necessitando de referenciais de carta topográfica no seu georreferenciamento.

Para a atividade do município e da unidade de conservação, importou-se para o Idrisi (somente formato raster sem a vetorização de planos de informações), a carta topográfica por meio do processo de importação no formato TIFFIDRIS. Após, realizou-se o processo de georreferenciamento. Este é efetuado, localizando-se pontos de controle (pontos de coordenadas úteis na referência, isto é, intersecção da malha UTM) visíveis na Carta topográfica e suas coordenadas em tela, no ambiente SIG.

A definição dos pontos de referência, chamados de coordenadas de tela que consideram as coordenadas na Carta em relação a sua posição na tela, propicia a formação de um arquivo contendo valores de x e y para cada ponto referencial interpretados pelo SIG (Xtela e Ytela) e um par de coordenadas reais, isto é, localizados na carta topográfica (chamado de Xcarta e Ycarta).

A fim de associar as coordenadas de tela com as da Carta faz-se necessário a edição de um arquivo específico, para isso dever-se-á digitar os valores dos pares de coordenadas 'tela' e seus respectivos pares na 'carta', por meio do menu *DataEntry/Edit*, a extensão do arquivo deverá ser *correspondente file*, isto é, .cor. Com isso pode-se realizar o processo de georreferenciamento, no modo *Reformat/RESAMPLE (image resampling and geometric correction)*.

Salienta-se que se faz necessário observar os valores extremos da imagem, X e Y máximos e mínimos, com isso o número de colunas e linhas, calculados a partir do valor do tamanho do pixel atribuído.

Em relação à imagem Landsat-7 utilizada na base cartográfica de Tiradentes do Sul, foram importadas as bandas 3, 4 e 5, por meio do menu *File/Import/TIFIDRIS* e, elaborou-se a composição das bandas 345 pelo menu *Display/COMPOSITE*. Após efetuou-se o georreferenciamento com base na carta topográfica anteriormente georreferenciada, específica da região, ou seja, que abrange a área de estudo (o município).

3.2.3 Digitalização de planos de informações

Nas atividades que envolveram os três projetos, Campus UFSM, município de Tiradentes do Sul e Reserva Biológica de Itapuã, aplicou-se processos de digitalização de planos de informações, descritos a seguir:

No Campus da UFSM:

- Limites de áreas e povoamentos florestais;
- Delimitação de faixas para inventário florestal;
- Delimitação de trilha para instalação de unidades amostrais.

No município de Tiradentes do Sul

- Limite do município;
- Rede de drenagem, pontos de nascentes, curvas de nível e estradas, distritos, etc.

Na Unidade de Conservação

- Limite da reserva biológica;
- Divisões internas de uso;
- Classificação e ocupação da terra;

3.2.4 Processamento de dados espaciais

Na atividade desenvolvida no Campus da UFSM houve a necessidade de localizar na imagem de alta resolução georreferenciada, a área de estudo, bem como determinar seus limites e quantificar seu tamanho. Para isso, em ambiente SIG Idrisi 32, tais informações foram executadas com praticidade, pelas ferramentas do aplicativo, em especial o cálculo de área, no menu: *GIS Analysis/Database Query/AREA*.

A edição da imagem com malha e informações de coordenadas, foi realizada no aplicativo CorelDraw, salvando a composição georreferenciada no Idrisi 32 em formato .WMF ou .EMF. Pois, esse formato permite desagrupamento dos dados, ou seja, separação de cada plano de informação e adição de cores aos vetores e letras.

Nas atividades desenvolvidas no município de Tiradentes do Sul e na Reserva Biológica foram realizados alguns procedimentos, como digitalização e conversão de polígonos, do formato vetor para raster. A partir de imagem georreferenciada, em sistema de coordenadas UTM, foi possível efetuar o corte somente de um polígono da área do município e da região que representa a reserva biológica.

O polígono rasterizado foi realizado por meio do menu *Data Entry/INITIAL (image initialization)*, copiando parâmetros da imagem e em, *Reformat/Raster/Vector Conversion/POLYRAS* (converteu-se o polígono para raster). Dessa forma, obteve-se uma imagem com valor 0 (zero) e o polígono da área de interesse com valor 1 (Um), permitindo calcular a área desse polígono rasterizado. Salienta-se que o aplicativo CartaLinx, apresentou a área de um polígono assim que foi atribuído a função de 'fechar polígono' na barra de ferramentas.

Nestas atividades realizou-se o corte de imagens, com o polígono rasterizado e a imagem com as mesmas coordenadas extremas, sendo possível extrair da imagem somente a área de interesse, conforme comentado anteriormente, por meio de multiplicação de uma imagem pela outra, isto é, a imagem com valor 0 e 1 (do polígono rasterizado) com a imagem Landsat ou QuickBird georreferenciadas.

Esse procedimento foi executado acionando o menu *GIS Analysis/Database Query/OVERLAY*, informa-se a imagem de entrada, primeira imagem, esta imagem que se deseja cortar, onde informou-se o polígono rasterizado (com valor 0 e 1) e, escolhe-se a opção de cálculo a multiplicação da 1ª x a 2ª (*First x Secund*). Após, designa-se um nome de saída e aplica-se a multiplicação.

Como comentado anteriormente, a edição da grade e demais informações, a fim de melhor visualização pode ser elaborada no aplicativo CorelDraw, para isso houve necessidade de salvar a composição de imagens, layers e PI's em formato .WMF ou .EMF, salienta-se que embora pode-se desagrupar os dados salvos nesses formatos, não há perda de georreferenciamento, nem na confiabilidade das informações que foram aplicadas em ambiente SIG.

3.2.5 Classificação digital supervisionada

O processo de classificação digital, conforme Decian (2003) está condicionado à coleta de amostras na imagem, ou seja, digitalização (captura) de agrupamentos de pixels, dentro de um intervalo de radiância, que conferem características singulares a determinadas feições ou objetos no terreno (no caso as amostras). Estas feições podem ser chamadas, no caso da classificação, como amostras dos temas de uso da terra.

O processo de análise digital utilizado foi à classificação supervisionada, esta é uma técnica no processamento digital de imagens, esta consiste basicamente na criação de *assinaturas multi-espectrais*, as quais constituem critérios para a classificação da cobertura do solo.

Para isso, utiliza-se de algoritmos cujo reconhecimento dos padrões espectrais na imagem se faz com base numa amostra de área de treinamento (estas amostras devem ser significativas e no mínimo de 10% de cada uso coletado), que é fornecida ao sistema de classificação pelo analista.

Dentre os algoritmos supervisionados, os mais empregados são: máxima verossimilhança (*MAXVER*), o método do paralelepípedo e a distância euclidiana. Na presente atividade empregou-se a classificação pelo método da máxima verossimilhança (*MAXVER*). Utilizou-se somente nas atividades no município de

Tiradentes do Sul este processo de classificação supervisionada para determinar e quantificar o uso e ocupação da terra, esta englobou a análise em imagem Landsat, disponível com data de 20 de dezembro de 1999.

Primeiramente foram importadas para o Idrisi as bandas provenientes do sensor EMT+, por meio do menu *File/Import/Desktop/TIFIDRIS*. Após, com o objetivo de facilitar a identificação de pontos referenciais, utilizados na georreferenciamento, realizou-se a composição falsa cor, com as bandas 3, 4 e 5. Posteriormente foi aplicado o georreferenciamento a cada banda separadamente, sendo realizada nova composição, com bandas georreferenciadas individualmente.

A Carta Topográfica da região que engloba o município é a de Crissiumal, usada como base para o georreferenciamento da imagem. Salienta-se que foi necessário um corte na cena falsa cor, a fim de otimizar o tempo de trabalho e facilitar a atribuição de coordenadas em ambiente SIG.

Na imagem falsa cor georreferenciada coletou-se as amostras dos temas a serem considerados na classificação, destaca-se que a amostragem dos temas deve ser significativa e, que as amostras apresentem uma boa distribuição espacial, bem como representatividade no agrupamento de pixels. Esse processo foi executado pelo menu Digitalize, na barra de ferramentas do aplicativo, atribuí-se o nome das amostras ou classes e, o valor de identificador para cada tema mapeado.

Após a digitalização, coleta das amostras, foi necessário criar assinaturas para esses temas, por meio do menu *Image processing/Signature development/MAKESIG*, atribuindo os nomes nos respectivos números de identificador conforme o tipo de assinatura (classe amostrada). Em seguida, pelo menu *Image processing/Hard Classifiers/MAXLIKE*, foi verificado se o arquivo com as assinaturas criadas anteriormente, posteriormente foi auferido se as bandas a serem classificadas estavam em conformidade e, executou-se a classificação.

A partir do momento que se dispunha da imagem raster classificada, quantificou-se a área de cada uma das classes amostradas, pelo menu *GIS Analysis/Database Query/AREA*.

3.2.6 Interação entre aplicativos e entrada de dados

A busca de obter ao final de um projeto um mapa que possa representar todas as informações necessárias e sua distribuição dos dados no layout do mapa, está condicionada a facilidade de troca de arquivos entre aplicativos.

Na atividade no Campus da UFSM utilizou-se para alocação dos pontos a campo um GPS de navegação, pois como as informações de localização da malha de amostragem estavam representadas no pré-mapa, tal atividade foi facilitada.

Nas atividades referentes ao município de Tiradentes do Sul, a entrada de dados ocorreu baseando-se em carta topográfica. Com isso, obtiveram-se os planos de informações tais como: rede de drenagens, curvas de nível, estradas, etc.

Na atualização do Plano de Manejo da Reserva Biológica foi elaborado um pré-mapa, a fim de propiciar reambulação para sanar eventuais erros e alterações nos temas a serem representados no mapa final. Para os dados como: áreas de uso intensivo, trilhas ecológicas, etc. foram coletadas coordenadas de pontos com GPS de navegação. Salienta-se que devido ao uso de pré-mapa, com mosaico de imagem de alta-resolução, não houve necessidade na localização dos pontos com GPS de melhor precisão, haja vista que, o erro do GPS de navegação é menor que o erro da resolução da imagem.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atividades aplicadas no Campus da UFSM

Primeiramente, foi realizado o mapeamento do solo, em área do Campus da UFSM, por meio da sondagem e posterior caracterização do solo, com o intuito de elaborar um mapa de classes de solo da área.

A área de estudo compreende aproximadamente 7,5 hectares, predominando atualmente povoamentos homogêneos de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, provenientes de plantios e rebrota natural. Encontram-se também parcelas de floresta nativa, oriundas de implantação e de regeneração natural.

Na área do Campus da UFSM, realizou-se uma comparação visual do uso e ocupação da terra em diferentes épocas, isto é, diferença de 10 anos apresentadas por meio de aerofotograma e imagem de alta resolução da área de estudo. A Figura 2 apresenta os diferentes períodos.

Na carta imagem, Figura 2, observa-se um aumento da vegetação arbórea, com plantio de *Pinus sp.* e o desenvolvimento da regeneração natural, principalmente na proximidade da estrada interna da área de estudo.

Além disso, especificamente com o intuito de obtenção prévia de características do solo da área, foi elaborado um mapa com grade de pontos a serem amostrados por meio de sondagem, com o intuito de coletar dados visando elaborar um mapa com classificação do solo na área de estudo.

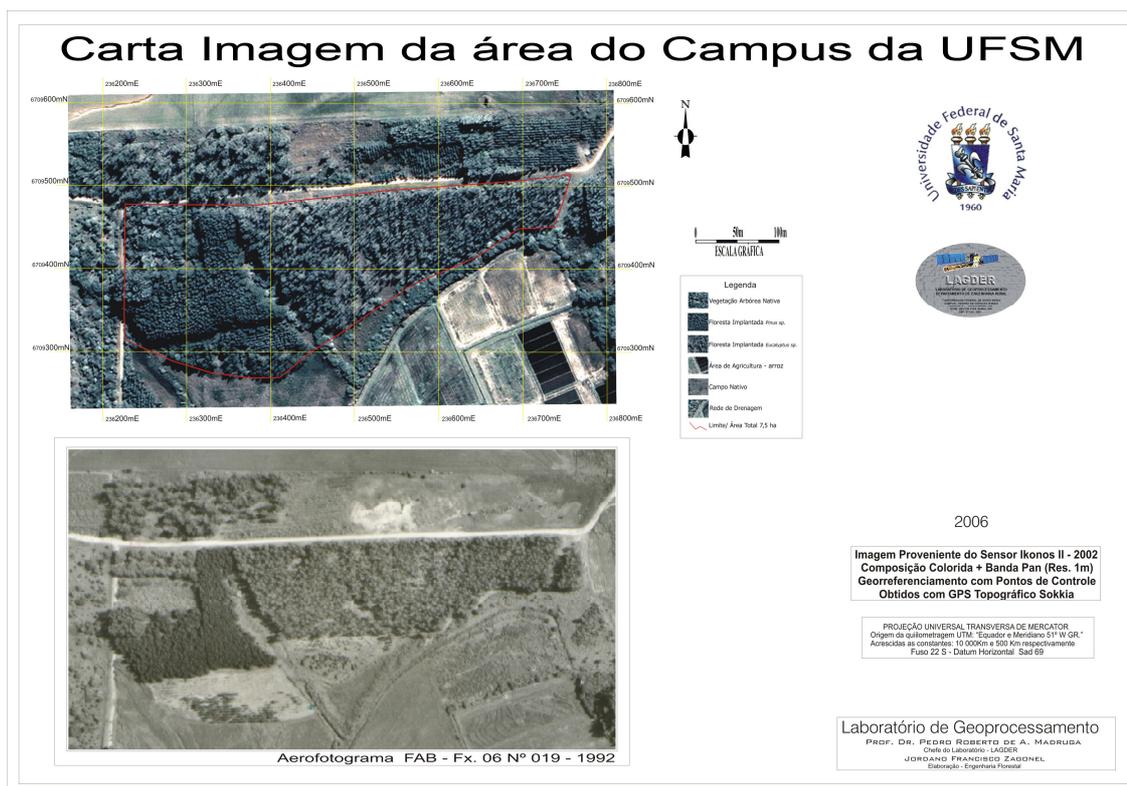


Figura 2 – Carta Imagem e fotografia aérea da área do Campus da UFSM.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Apresenta-se na Figura 3, uma imagem de alta resolução e o mapa de classes de solo identificadas na área do Campus da UFSM e, a quantificação em hectares de cada classe, que engloba povoamentos de espécies nativas e exóticas.

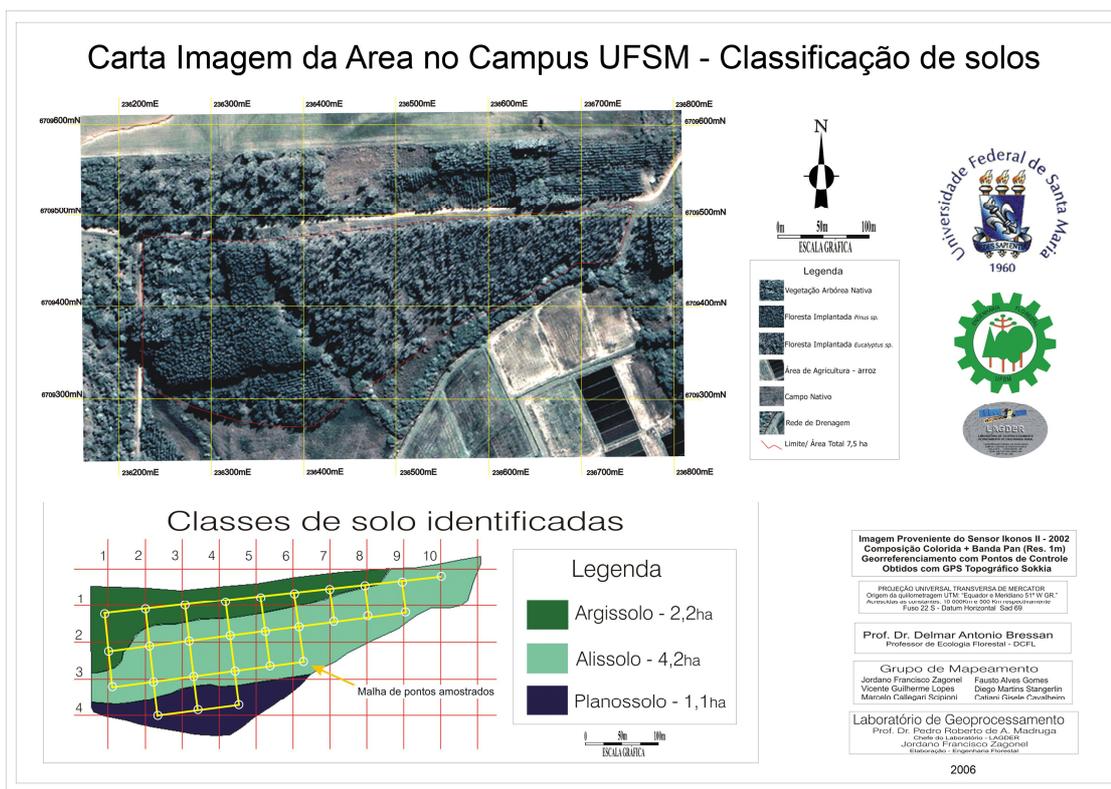


Figura 3 – Carta Imagem da área no Campus UFSM – Classificação de Solos.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

A aplicabilidade de SGI em mapeamentos auxilia na caracterização de áreas florestais e outros temas que ocorrem na superfície. Seu uso relacionado com a entrada de dados planialtimétricos georreferenciados, dinamiza o processo de análise da área e sistematização da malha amostral, ou seja, na alocação de unidades amostrais, com o objetivo de coletar amostras de solo.

Pode-se dizer que o uso de mapas na análise da distribuição dos povoamentos florestais otimiza as atividades práticas de inventário e dendrometria, pois a demarcação de unidades amostrais dá-se de forma mais rápida, visto da sua fácil localização com o auxílio de mapa e GPS. Pois, a alocação dos limites de faixas para a amostragem do povoamento é facilitada com o uso de geotecnologias.

4.2 Atividades Aplicadas no Município de Tiradentes do Sul

Neste sentido o presente trabalho, estudo de caso, visou à elaboração de Mapas base e temáticos municipais. Sendo que os principais temas a serem levantados foram: Classificação do Uso da terra, Rede de drenagem, Curvas de Nível, Rede Viária e, localização dos distritos municipais.

A fim de melhor visualização e facilitar a identificação de feições na superfície, bem como auxiliar no planejamento direto de ações. Pode ser realizado o cruzamento de alguns planos de informações, na Classificação do Uso da terra, seus cruzamentos com a Rede de drenagem, Curvas de nível e Rede viária, conforme apresentados, respectivamente, nas Figuras 4, 5, 6 e 7..

4.2.1 Mapa de Classificação do Uso da terra

O mapa de Uso da terra visou representar a distribuição espacial e a quantificação dos diferentes usos da terra no município. As classes de Usos identificadas foram: área de floresta, agricultura, solo exposto e solo pousio.

A área total do município de Tiradentes do Sul é de 23.079,0ha. O percentual da cobertura da terra no município é de 23,5% (5.424,0ha) em áreas com florestas, 35,9% (8.285,0ha) com agricultura, 12,8% (2.954,0ha) com solo exposto e, 26,8% (6.185,0ha) com solo pousio. A área não classificada foi de 1,0%, cerca de 230,8ha. Figura 4.

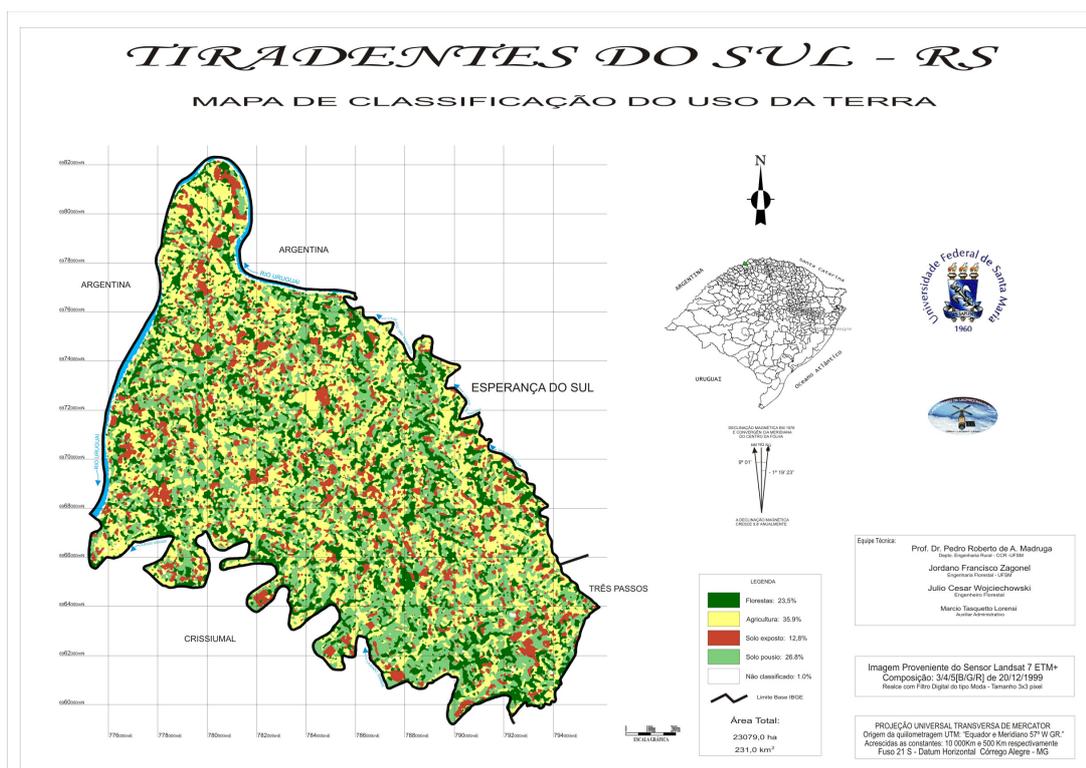


Figura 4 – Mapa de Classificação do Uso da terra, Tiradentes do Sul.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Os mapas de Classificação do Uso da terra são indispensáveis ao planejamento ambiental, pois é um dos melhores indicativos das características do uso e ocupação da terra. As informações obtidas por meio desses mapas auxiliam no manejo eficiente dos recursos naturais renováveis.

Além disso, atuam como importante ferramenta no emprego de ações de desenvolvimento agrícola e preservação ambiental, visto que representam os diferentes tipos de cobertura vegetal que ocorrem no município

4.2.2 Mapa da Rede de drenagem e Classificação do Uso da terra

A elaboração do mapa temático da Rede de drenagem sobreposto ao mapa da Classificação do Uso da terra visou apresentar visualmente as áreas conflitantes, entre áreas de preservação permanente e agricultura. A visualização auferida na tela do computador, não sendo significativamente possível representar graficamente. Figura 5.

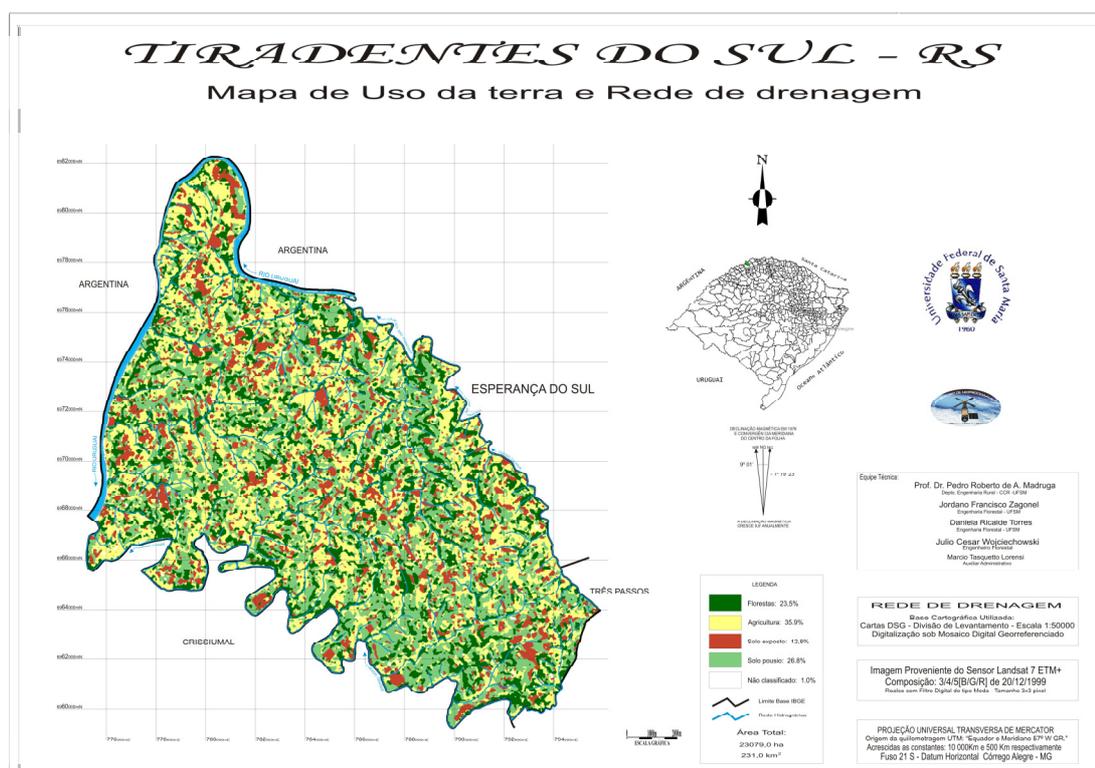


Figura 5 – Mapa do Uso da terra e rede de drenagem, Tiradentes do Sul.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

A elaboração desse mapa, e sua aplicabilidade em ambiente SGI, permite mensurar o tipo de cobertura vegetal nas áreas de preservação permanente ao entorno da drenagem, áreas propícias restauração ciliar, potencial hídrico, etc.

4.2.3 Mapa de Curvas de nível e Rede de drenagem

O mapa de curvas de nível foi elaborado por meio da digitalização vetorial das curvas de nível. É um mapa de grande utilidade nos levantamentos de uso da terra constituindo-se elemento da maior importância no condicionamento de sua potencialidade de utilização. Permite indicar a correta utilização do terreno, bem como o seu melhor aproveitamento, sendo também, de fundamental importância no planejamento de técnicas conservacionistas no manejo de bacias hidrográficas. Figura 6.

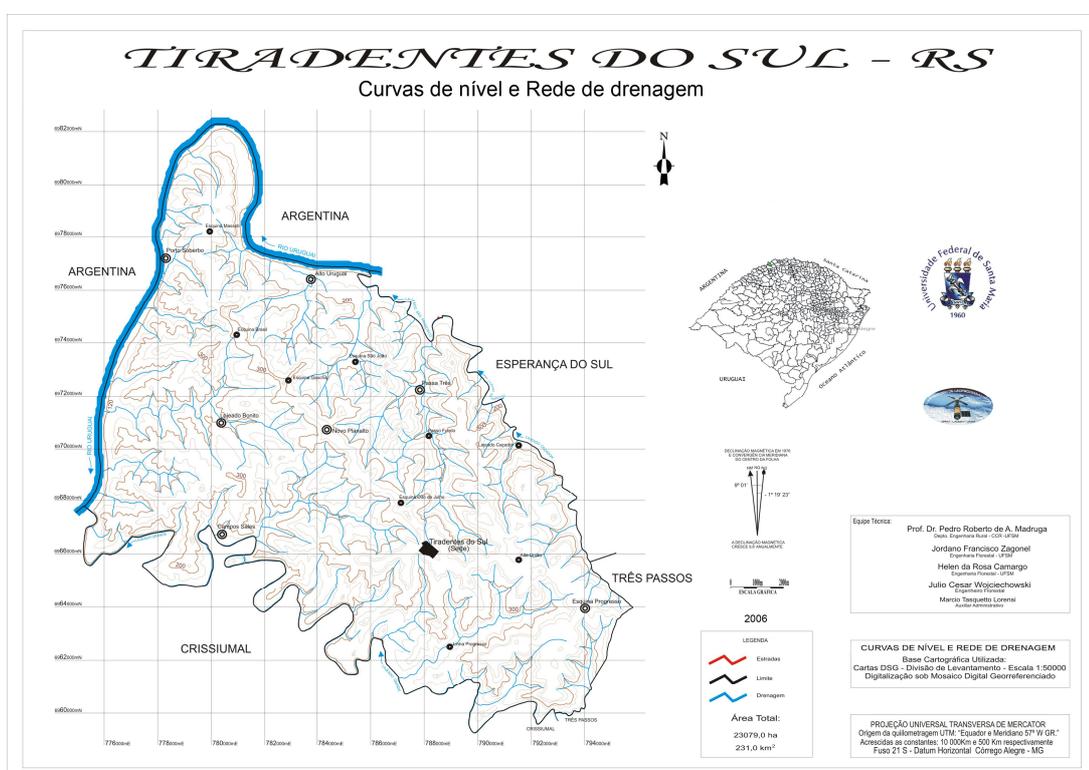


Figura 6 – Mapa de Curvas de nível, rede de drenagem e distritos, Tiradentes do Sul.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Este mapa é ferramenta importante para estudos ambientais como a definição de áreas de preservação permanente, divisão de microbacias, exploração de recursos naturais renováveis e não-renováveis, tais como florestas plantadas e extração mineral, entre outras. A representação das curvas de nível contribui para o entendimento e análise da distribuição de áreas com grandes diferenças de nível, visto que trata-se de um relevo montanhoso.

4.2.4 Mapa da Rede Viária e Distritos municipais

O mapa temático da Rede Viária e Distritos é a espacialização de todas as rodovias federais, estaduais, intermunicipais, bem como as principais estradas intermunicipais. Contribuindo para o planejamento do transporte escolar, coleta/transporte de produtos agrícolas, transporte de passageiros, localização rápida e precisa de principais vias de acesso a fins diversos. Figura 7.

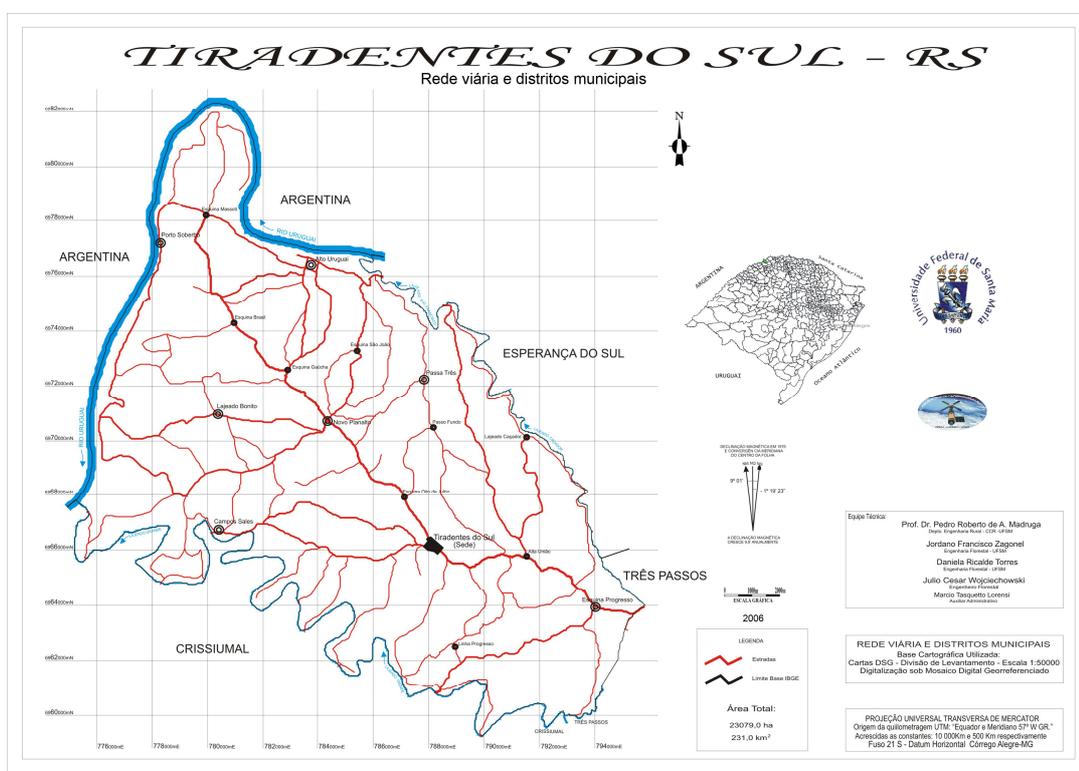


Figura 7 – Mapa da Rede viária e distritos sobrepostos, Tiradentes do Sul.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Esse mapa possibilita um melhor gerenciamento de ações de logística municipal, tais como: escoamento de produção agrícola, dimensionamento de transporte escolar, distribuição de máquinas e equipamentos para manutenção da rede viária, implantação de unidades de saúde, etc.

4.3 Atividades Aplicadas na Reserva Biológica

O mapa de localização da Reserva Biológica foi elaborado visando facilitar o conhecimento geográfico do local onde se situa a Unidade de Conservação. Figura 8.

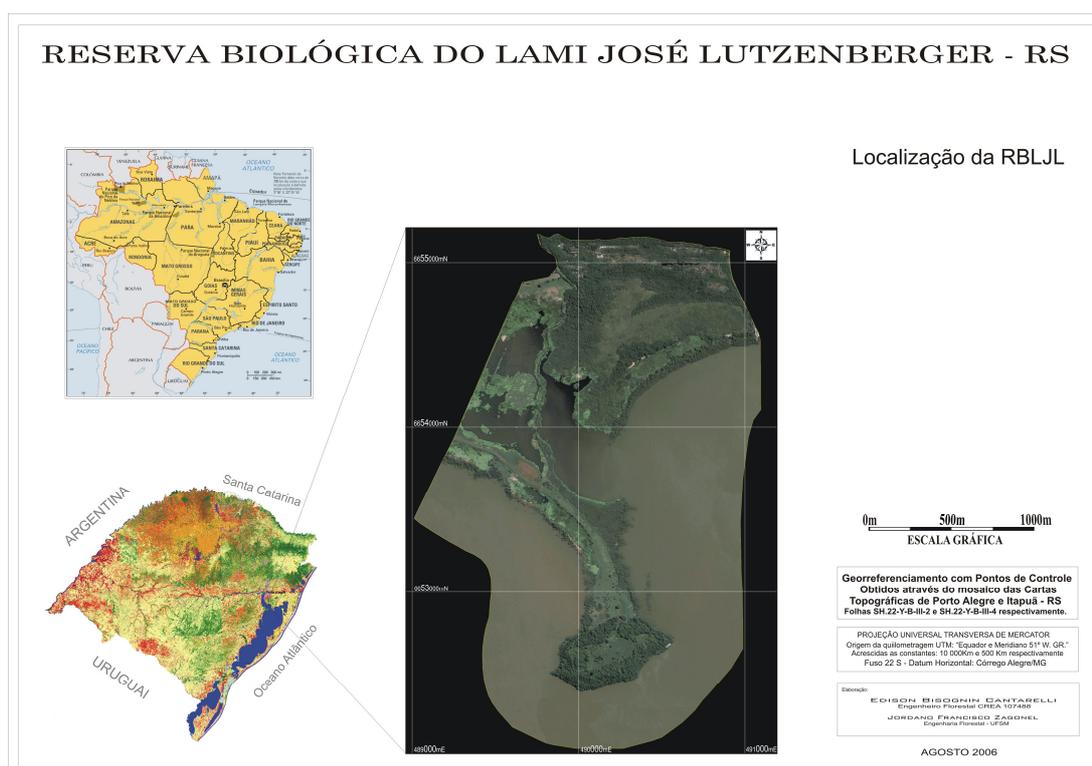


Figura 8 – Localização da Reserva Biológica do Lami José Lutzenberger - RBLJL

Fonte: Zaganel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Esse mapa foi complementado por meio da elaboração do mapa Carta Imagem da Região da Reserva Biologia do Lami, no qual foi utilizado imagem de alta resolução, sendo que a mesma acrescenta significativamente informações sobre a área da Unidade de Conservação. Figura 9.

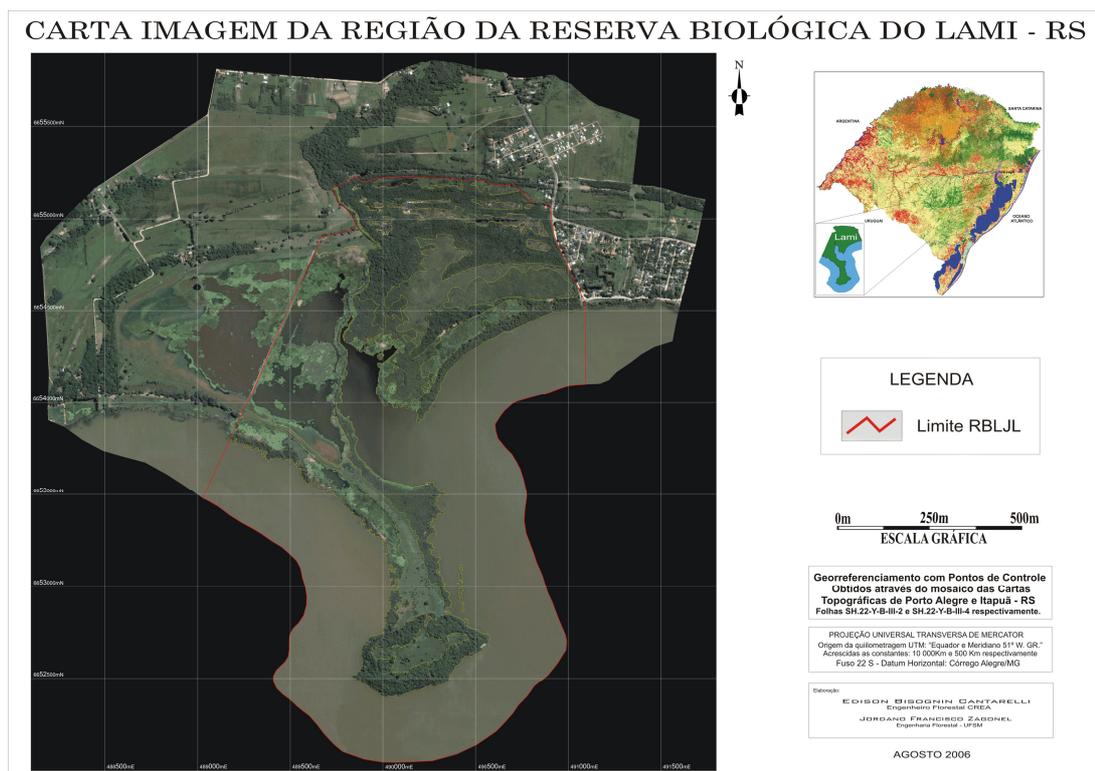


Figura 9 – Mapa da RBLJL com Imagem alta resolução espacial.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Esse mapa contribui para a manutenção ações de conservação da biodiversidade, auxilia na proteção de espécies ameaçadas a medida que há um monitoramento do uso e ocupação da área da Unidade e ao seu entorno.

O mapa da zona de amortecimento, Figura 10, foi elaborado com o intuito de representar visualmente a área de entorno da Unidade de Conservação, cerca de 10km, a qual não poderia apresentar atividades antrópicas com potencial poluidor.

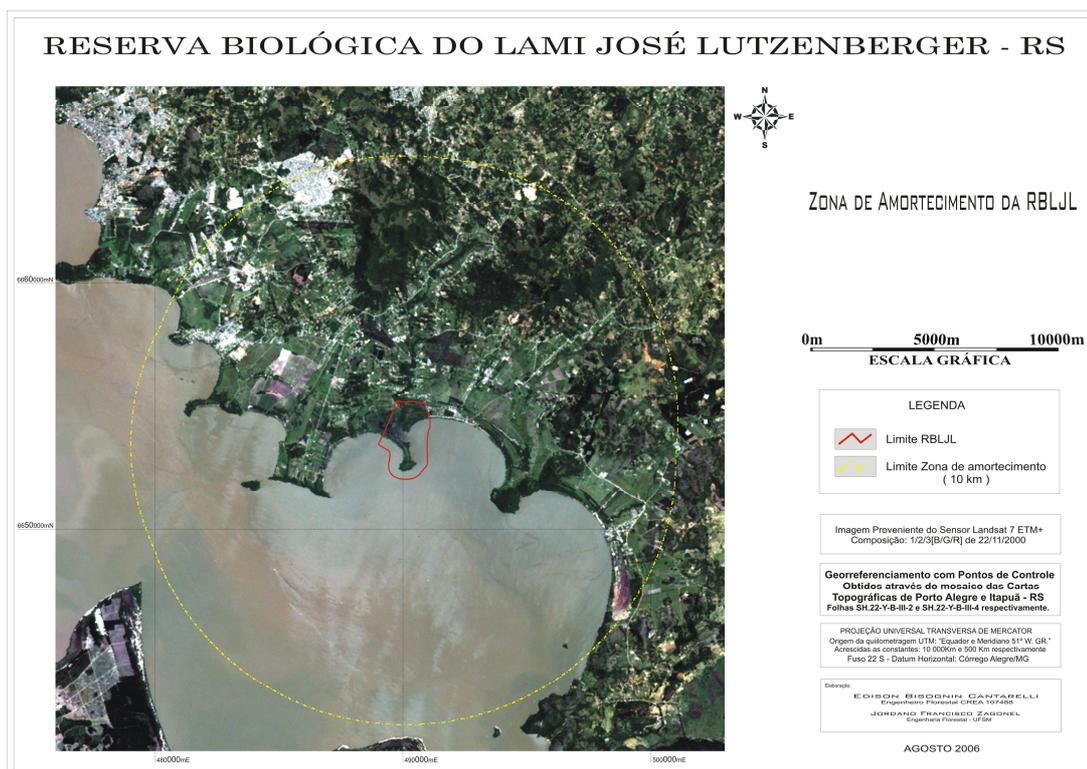


Figura 10 – Mapa da Zona de amortecimento da RBLJL, Landsat-7.

Fonte: Zagonel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR

O mapa da Figura 10 auxilia no monitoramento da expansão da urbanização no entorno da Reserva Biológica e, sua atualização permite identificar os problemas mais expressivos pela ocupação de áreas impróprias para a urbanização e para agricultura.

A elaboração do mapa da Distribuição espacial do Uso da terra na Reserva Biológica teve por objetivo a identificação das zonas de usos internos. Figura 11.

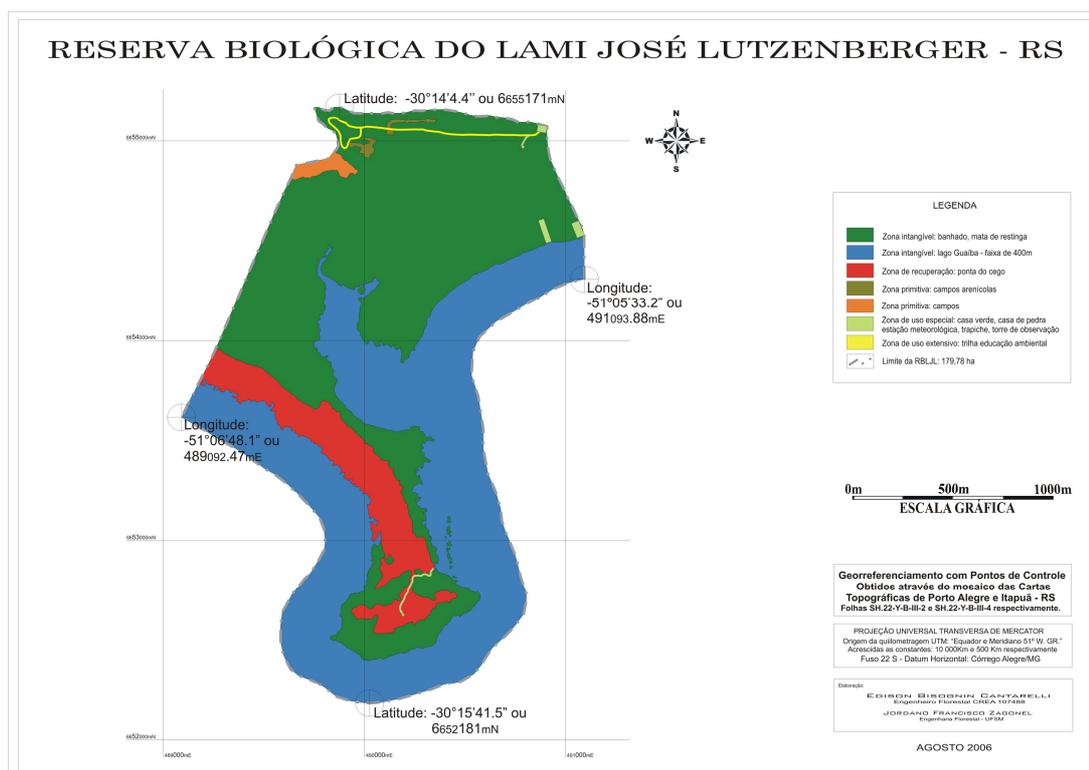


Figura 11 – Mapa da Distribuição espacial do Uso da terra na RBLJL.

Fonte: Zaganel, Jordano F. - Laboratório de Geoprocessamento/DER/CCR.

Esse mapa auxilia no monitoramento dos usos da ocupação interna da Unidade de Conservação, contribuir para ações de educação ambiental, como a preservação e restauração da diversidade de ecossistemas naturais.

O mapa da distribuição espacial do Uso da terra torna-se uma importante ferramenta na elaboração do Plano de Manejo da Reserva Biológica, permitindo o zoneamento da Unidade, caracterizando cada uma de suas zonas e propondo seu desenvolvimento físico de acordo com suas finalidades.

Além disso, tal mapa permite elaborar um conjunto de ações e atividades necessárias ao alcance dos objetivos de conservação de áreas protegidas, incluindo as atividades afins, tais como: proteção, recreação, educação, pesquisa e manejo dos recursos, bem como as atividades de administração ou gerenciamento.

5 CONCLUSÃO

I - A imagem IKONOS II apresenta grande importância para localizar e mapear pontos de extração de amostras do solo, visando identificar e caracterizar as classes de solo;

II - O uso de imagem Landsat apresenta-se de grande importância para delimitar e quantificar o uso e cobertura da terra;

III - A aplicabilidade de mosaico digital por meio do uso de imagem de alta resolução e de resolução de 30mts contribui para análise do uso da terra e, da zona de amortecimento na Unidade de Conservação;

IV – Nas atividades executadas nos três projetos, a melhor interação entre aplicativos computacionais foi por meio dos formatos .WMF (Windows MetaFile) e .EMF (Enhanced MetaFile), além das rotinas de importação e exportação comumente utilizadas entre o Idrisi 32 e CartaLinx 1.2.

V - Para fins de manutenção de banco de dados, recomenda-se a reambulação de dados e informações atuais, bem como a elaboração de classificação do uso da terra por meio de imagem com data mais atual possível.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALIJURI, M. L.; RÖHM, S. A. **Sistemas de informações geográficas**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994.

DECIAN, V. S. **Uso do geoprocessamento e imagem de alta resolução no planejamento de unidades de conservação. Estudo de caso: Floresta Nacional de São Francisco de Paula/RS**. 2003. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: www.ibama.gov.br. Acesso em: 06 de fevereiro de 2007.

MELLO FILHO, J. A. **Qualidade de vida na região da Tiguja, RJ, por geoprocessamento**. 2003. 288 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

AGUIRRE, A. J.; MELLO FILHO, J. A. **Introdução à cartografia**. 2006. 78 p. Santa Maria: UFSM, Departamento de Engenharia Rural. (Caderno Didático).

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas**. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 2. ed. Viçosa : UFV, 2003. 307 p.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 2. ed. São José dos Campos: E. Blücher, 1999. 307 p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000. 220 p.

SILVA, A. B. **Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos.** Campinas: Ed. da Unicamp, 1999. 236 p.