

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

**RENATA PORTO MORAIS**

**GEOTECNOLOGIAS NA IDENTIFICAÇÃO DE  
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.**

CAMPO GRANDE – MS.

Junho de 2009.



## 1. INTRODUÇÃO

A discussão em torno das Áreas de Preservação Permanente - APP ganha cada vez mais espaço no cenário econômico, pois nas propriedades rurais elas são consideradas como perda de área para o cultivo e na maioria dos municípios brasileiros não há qualquer incentivo para a manutenção dessas áreas. A delimitação das Áreas de Preservação Permanente torna-se onerosa, pois atualmente envolvem idas a campo, equipamentos específicos e pessoal treinado.

A vegetação funciona como obstáculo para o escoamento superficial, favorecendo a infiltração e minimizando a erosão. Com a retirada da vegetação, tanto a qualidade como a disponibilidade das águas sofre alterações. Suas características físico-químicas são modificadas, há um acréscimo nos valores de temperatura e turbidez, alterando-se também os limites da zona eufótica afetando assim, os valores de oxigênio dissolvido, viscosidade, tensão superficial e os demais parâmetros de qualidade de água, assim como a flora e fauna aquáticas presentes (Tucci, 2002; Carrijo, 2005).

As APP podem ser consideradas ainda como refúgios para a flora e fauna (FRANCO, 2005), e funcionam como corredores da biodiversidade. Conforme PAGOTTO *et al* (2006), na região do Aporé - Sucuriú as matas ciliares e de galeria são representadas por remanescentes, que estão associadas a corpos de água, e formam corredores que geralmente ligam ou conectam as demais fitofisionomias naturais e as diferentes áreas de atividades agropastoris.

Visando a preservação e conservação dessas áreas, o Código Florestal Brasileiro caracteriza as florestas e demais formas de vegetação situadas ao longo dos corpos hídricos, nos topos de morro e nas encostas, como Áreas de Preservação Permanente ou APP, regulamentadas pelas resoluções CONAMA 302/02, 303/02 e 369/06 (Brasil, 2002a, 2002b, 2006).

A delimitação das APP é onerosa, pois envolvem levantamento de campo, equipamentos específicos e pessoal treinado. Para Stefanos (2005), a utilização das

Geotecnologias na delimitação das faixas de APP pode facilitar a análise ambiental e a gestão dos recursos naturais de uma região.

Assim, é interessante notar que o emprego das geotecnologias torna-se cada vez mais rotineiro, reduzindo custo e tempo. As geotecnologias representam uma das três áreas do conhecimento humano que mais se desenvolvem no mundo, gerando uma crescente demanda por profissionais capazes de manipular dados espaciais e imagens de satélite (Gewin, 2004, Paranhos Filho *et al*, 2008).

É importante ainda ressaltar o incremento na quantidade e qualidade dos satélites disponíveis atualmente, acarretando na diversificação das informações obtidas por sensoriamento remoto. Diferentes sensores e resoluções, aplicações, preços, facilidades na aquisição, níveis de tratamento e disponibilidade são características que devem ser analisadas no momento da definição do tipo de imagem a ser adquirida, levando-se em conta ainda, o uso para o qual será destinada e/ou o tipo de informação que já se tem disponível.

Assim, almeja-se com a análise das informações providas por diferentes sensores, a obtenção de uma ferramenta que auxilie na identificação e conseqüentemente na gestão eficiente das Áreas de Preservação Permanente.

Esta dissertação apresenta uma análise das informações fornecidas por diferentes sensores remotos, visando à obtenção de uma técnica que auxilie na gestão eficiente das Áreas de Preservação Permanente e de recursos financeiros a serem despendidos. A técnica de construção de uma base de dados, consistente e georreferenciada, contribuirá para o monitoramento dessas áreas servindo ainda como ferramenta de gestão.



## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho busca uma técnica que auxilie na melhor gestão ambiental das Áreas de Preservação Permanente identificando-as no entorno e ao longo dos corpos hídricos, além das Áreas de Preservação Permanente de declividade, auxiliando na tomada de decisão no que diz respeito à fiscalização, monitoramento, recuperação ou uso destas áreas.

Objetivos específicos:

- Construção de um banco SIG para avaliação de APP com informações adquiridas tanto a campo, como pela interpretação das imagens a serem utilizadas.
- Delimitar faixas de APP ao longo dos corpos hídricos em diferentes situações, com diferentes sensores, como estudos de caso, para avaliar independentemente a capacidade de cada sensor, analisando as características de cada um deles.
- Obter uma ferramenta para análise rápida e acurada dessas informações.
- Análise das características de cada um dos sensores utilizados.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

**RENATA PORTO MORAIS**

**GEOTECNOLOGIAS NA IDENTIFICAÇÃO DE  
ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE.**

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

**Orientador: Prof. Dr. Antonio C. Paranhos Filho**

Aprovada em:

**Banca Examinadora:**

Prof. Dr. Antonio C. Paranhos Filho  
Orientador - UFMS

Prof. Dr. Edson Kassar  
UFMS

Prof. Dr. Giancarlo Lastoria  
UFMS

CAMPO GRANDE – MS.  
Abril de 2009.

Morais, Renata Porto

Geotecnologias na identificação de áreas de preservação permanente / Renata Porto Moraes. - Campo Grande, 2009. 60p

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2009.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho.

1. Geotecnologias. 2. Áreas de Preservação Permanente. 3. Legislação. 4. Limites de uso

*A Liete, minha mãe, e  
A Prof. Dra. Leila Maria Mercê de Albuquerque (in memorian),  
exemplos de força, humildade e sabedoria.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela vida e saúde que me tem oferecido.

A minha Família, por compreender minha ausência.

Aos meus amigos, por todo apoio.

Ao Professor Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho, pela amizade, confiança e orientação.

À Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - Coordenadoria de Pesquisa, na pessoa da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marize Terezinha L.P. Perez pelo apoio.

Ao Programa de Pós Graduação em Tecnologias Ambientais - PGTA, na pessoa do Prof. Dr. Teodorico Alves Sobrinho.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS.

Agradeço à FUNDECT/CAPES, pela bolsa de apoio financeiro concedido através da chamada FUNDECT/CAPES N° 05/2006 - Mestrado.

Agradeço á FUNDECT/ CAPES pelo apoio financeiro concedido por meio da Chamada FUNDECT/CAPES N° 03/2008 - PAPOS.

À Prefeitura Municipal de Costa Rica, na pessoa do Secretário de Turismo e Meio Ambiente Sr. Wilson Matheus, pelas contribuições para a concretização deste trabalho.

À Mestra em Tecnologias Ambientais, Engenheira Florestal Martha Gilka Gutierrez Carrijo - IMASUL- Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul, Costa Rica, MS.

À Mestra em Tecnologias Ambientais, Engenheira Ambiental Thais Gisele Torres - Ministério Público Estadual - Núcleo de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (NUGEO/MPMS).

À NOVATERRA Geoprocessamento, pelo incentivo dado.

Aos membros participantes da banca, por aceitarem o convite e se disporem a contribuir com suas experiências e conhecimento, oferecendo críticas, sugestões e recomendações.

Aos colegas do Laboratório de Geoprocessamento, para Aplicações Ambientais da UFMS e aos estagiários do Núcleo de Geoprocessamento do Ministério Público Estadual - NUGEO/MS pela amizade e auxílio durante a realização deste trabalho.

À Marília, pela ajuda com as correções.





*"A natureza não faz milagres; faz revelações"*  
(Carlos Drummond de Andrade)

*O que vemos depende da maneira como observamos;  
podemos reconhecer padrões na natureza ao olharmos  
através de um telescópio ou microscópio.*  
Colin R. Townsend, Michael Began e John L. Harper, 2006.

*Um estado de espírito aberto e imparcial, ao lado de uma  
faculdade de observação desinteressada, existe de fato apenas  
no folclore intelectualista e só se pode atingi-lo através  
de um esforço moral e emocional, que a maioria não pode  
ou não quer realizar*  
Wilfred Troller

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	X
LISTA DE TABELAS .....	XI
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	XII
RESUMO .....	XV
ABSTRACT .....	XVI
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	03
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
3.1. Mata Ciliar e Mata Galeria .....	04
3.2. Aspectos Legais .....	05
3.2.1. Plano Diretor de Costa Rica.....	07
3.2.2. Padrão de Exatidão Cartográfico - PEC.....	08
3.3. Geotecnologias .....	08
3.3.1. <i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i> - CBERS.....	09
3.3.2. <i>Advanced Land Observing Satellite</i> - ALOS.....	11
3.3.3. <i>Land Remote Sensing Satellite</i> - Landsat.....	12
3.3.4. IKONOS II.....	13
3.3.6. <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM).....	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
4.1. Área de estudo .....	16
4.2. Construção da Base Georreferenciada.....	19
4.3. Áreas de Preservação Permanente .....	20
4.4. PDI - Processamento Digital de Imagens .....	23
4.5. Banco SIG.....	25

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
5.1. Áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d`água.....	26
5.2. Áreas de Preservação Permanente de declividade.....	26
5.3. LANDSAT, CBERS, ALOS E IKONOS .....	30
5.4. Exemplos de Aplicabilidade.....	35
5.5. Resolução Espacial x Escala.....	44
5.6. Custo.....	45
6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Fitofisionomias do Bioma Cerrado.....	04
Figura 3.2 - Número de passagens da nave Endeavour na coleta dos dados SRTM .....	15
Figura 4.1 - Municípios onde foram realizados estudo de caso .....	17
Figura 4.2 - Trecho do Corredor da Biodiversidade.....	18
Figura 4.3 - Hidrografia de Costa Rica, vetorializada sobre a banda PAN .....	21
Figura 4.4 - Visualização 3D do Município de Costa Rica - MS .....	22
Figura 4.5 - Visualização 3D do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari .....	23
Figura 4.6 - Algoritmo SLP - <i>Slope of Elevation Data</i> .....	24
Figura 4.7 - Banco SIG criado.....	25
Figura 5.1 - Áreas de preservação permanente, <i>buffers</i> .....	27
Figura 5.2 - <i>Zoom</i> nos dados SRTM de 90 e 30m.....	28
Figura 5.3 - Cartas de declividade geradas a partir de dados SRTM .....	28
Figura 5.4 - <i>Zoom</i> com da área de maior declividade de Costa Rica - MS .....	29
Figura 5.5 - Ponte central de Costa Rica – MS, fusão IKONOS (4,32) com 1m.....	32
Figura 5.6 - Diferentes imagens de média resolução espacial, mostrando numa mesma escala, a mesma área sobre o Rio Sucuriú .....	33
Figura 5.7 - Imagens de alta resolução espacial, mostrando numa mesma escala, a mesma área sobre o Rio Sucuriú .....	34
Figura 5.8 - Limite do PENRT sem APP .....	35
Figura 5.9 - <i>Subsets</i> das imagens ALOS (2007). .....	36
Figura 5.10 - <i>Subsets</i> das imagens CBERS 2 e 2B .....	37
Figura 5.11 - Recorte das Imagens IKONOS e SRTM em <i>3D View</i> .....	38
Figura 5.12 - <i>Subset</i> da imagem ALOS (RGB 432) e SRTM em <i>3D View</i> .....	38
Figura 5.13 - Faixa de APP ao longo do Rio Sucuriú .....	39
Figura 5.14- APP do Córregp com largura inferior a 10m .....	40
Figura 5.15 - Rio Aquidauana e Rio Dois Irmãos .....	41

Figura 5.16 - APP do Córrego Macaúba e do Rio Aquidauana.....	42
Figura 5.17 - Subset da imagem CBERS2 .....	43
Figura 5.18 - <i>Buffers</i> de APP sobre um <i>subset</i> da imagem CBERS2/CCD. ....	43
Figura 5. 19 - Subset da imagem CBERS2B/HRC .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Faixas de APP - Código Florestal Brasileiro de 1965.....	05
Tabela 3.2 - Valores de PEC e erro-padrão planimétrico (Brasil, 1984).....	08
Tabela 3.3 - Características CBERS 1, 2 e 2B .....	10
Tabela 3.4 - Características do AVNIR-2 e do PRISM.....	12
Tabela 3.5 - Características dos sensores Landsat.....	13
Tabela 3.6 - Características do IKONOS .....	14
Tabela 5.1 - Características dos sensores utilizados nesta dissertação.....	31
Tabela 5.2 - Valores de erro .....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALOS - *Advanced Land Observing Satellite*  
APP - Área de preservação permanente  
APP\_D - Área de preservação permanente de declividade  
APP\_N - Área de preservação permanente de nascentes  
APP\_R - Área de preservação permanente de rios e córregos  
ASF - *Alaska Satellite Facility*  
AVNIR - *Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2*  
CBERS - Satélite Sino -Brasileiro de Recursos Terrestres  
CCD - Câmera Imageadora de Alta Resolução  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
DOS - Unites States Department of defense  
ESA - Agência Espacial Européia  
ETM+ - *Enhanced Thematic Mapper Plus*  
GNSS - *Global Navigation Satellite System*  
GPS - Sistema de Posicionamento Global  
GTI – Grupo de Trabalho Interinstitucional  
HRC - Câmera Pancromática de Alta Resolução  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IMAZON - Instituto do homem e do meio ambiente da Amazonia  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IRSCAM - Imageador por Varredura de Média Resolução  
JAXA - *Japan Aerospace Exploration Agency*  
LANDSAT - *Land Remote Sensing Satellite*  
MDE - Modelo Digital de Elevação  
MUXCAM - Câmera Mult Espectral



NASA - *National Aeronautics and Space Administration*)  
NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index*  
NIMA - National Imagery and Mapping Agency  
NOAA - *National Oceanic & Atmospheric Administration*  
PALSAR - Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar  
PAN - Pancromática  
PDI - Processamento Digital de Imagens  
PEC - Padrão de Exatidão cartográfica  
PENRT - Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari  
PIX - formato dos arquivos do PCI *Geomatica*.  
PRISM - *Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping*  
SIG - Sistema de Informação Geográfica  
SLP - *Slope of Elevation Data*  
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação  
SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission*  
TM - Thematic Mapper  
WFICAM - Câmera Imageadora de Amplo campo de Visada

## RESUMO

Morais, R. P. (2009). *Geotecnologias na gestão de áreas de preservação permanente*. Campo Grande, 2009.55 p. *Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil.*

A discussão em torno das áreas de preservação permanente - APP ganha cada vez mais espaço no cenário econômico, pois são consideradas por alguns proprietários como perda de área de cultivo. Porém as APP contribuem para a manutenção da qualidade da água, conservação do solo, proteção de taludes e conservação da flora e fauna. As geotecnologias aplicadas ao monitoramento e fiscalização compõem uma alternativa viável e eficaz para a preservação de APP e para o cumprimento da legislação vigente. No mercado existem diversos dados de sensoriamento remoto, com características diferentes. As imagens de satélite inseridas em um SIG (Sistema de Informações Geográficas) propiciam informações essenciais à gestão dos recursos naturais. O banco de dados SIG construído nesse trabalho é composto por imagens de satélite de alta e média resolução algumas comerciais, outras gratuitas disponíveis na web (CBERS-2/CCD, CBERS-2B/CCD, CBERS-2B/HRC, LANDSAT TM, LANDSAT ETM+, ALOS/AVNIR-2, ALOS/PRISM, IKONOS-2), além de dados vetoriais, modelos digitais de elevação, informações obtidas no campo. Foram visitados 405 pontos de controle no Estado, analisados em torno de 180 pontos quanto à APP. Os polígonos das áreas de preservação permanente foram obtidos a partir da vetorialização da hidrografia sobre a imagem PAN do Landsat auxiliados por uma imagem CBERS2/CCD e por dados SRTM. As APP declividade foram obtidas através da transformação de dados raster das cartas de declividade em dados vetoriais. Com a concatenação dessas informações em um banco SIG obteve-se a delimitação das faixas de APP de recursos hídricos e APP de declividade do Município de Costa Rica, permitindo avaliar as características dos sensores remotos quando a determinação da presença ou não da vegetação ciliar. Os resultados também mostraram as limitações e o potencial de uso de cada um dos sensores analisados.

Palavras-chave: Geotecnologias, Áreas de Preservação Permanente, Legislação.

## ABSTRACT

Morais, R. P. (2009). *Geotecnologias na gestão de áreas de preservação permanente. Campo Grande, 2009. 55p. Master Dissertation - Federal University of Mato Grosso do Sul, Brazil (in Portuguese).*

The discussion on the areas of permanent preservation (APP) becomes more important every day on the economic scenario, because this kind of area is considered as a loss of farming area at the rural properties by some owners. Therefore the APP contributes for the maintenance of the water quality, soil conservation, slope protection and the conservation of fauna and flora. The geotechnologies applied on monitoring and controlling of APP becomes a reliable and efficient alternative for preservation and law enforcement. There are several remote sensed images on commercialization, with different characteristics. The satellite images inserted on a GIS (Geographic Information System) provide essential information on the management of natural resources. The GIS data bank built on this work is composed by satellite images with high and medium resolution, some commercial others available on internet for free (CBERS-2/CCD, CBERS-2B/CCD, CBERS-2B/HRC, LANDSAT TM, LANDSAT ETM+, ALOS/AVNIR-2, ALOS/PRISM, IKONOS-2), and also composed by vector data, digital elevation model and information gathered on the field work. It has been visited 405 ground control points over the State and has been chosen and analyzed 180 points about the APP status. The APP polygons have been obtained by the vectorizing the hydrograph over a Landsat Pan image, supported by a multispectral CBERS2/CCD image and SRTM data. The declivity APP has been obtained by the transformation of raster data from slope charts on vector polygonal data. These information have been assembled on GIS bank, providing the delimitation of hydric resources APP and declivity APP at the Costa Rica Municipality, allowing the evaluation of the characteristics of the remote sensors on the determination of the presence or absence of riparian vegetation. The results have also shown the utilization limitations and potential of each analyzed sensor.

Key words: geotechnologies; permanent preservation areas; law



## 1. INTRODUÇÃO

A discussão em torno das Áreas de Preservação Permanente - APP ganha cada vez mais espaço no cenário econômico, pois nas propriedades rurais elas são consideradas como perda de área para o cultivo e na maioria dos municípios brasileiros não há qualquer incentivo para a manutenção dessas áreas. A delimitação das Áreas de Preservação Permanente torna-se onerosa, pois atualmente envolvem idas a campo, equipamentos específicos e pessoal treinado.

A vegetação funciona como obstáculo para o escoamento superficial, favorecendo a infiltração e minimizando a erosão. Com a retirada da vegetação, tanto a qualidade como a disponibilidade das águas sofre alterações. Suas características físico-químicas são modificadas, há um acréscimo nos valores de temperatura e turbidez, alterando-se também os limites da zona eufótica afetando assim, os valores de oxigênio dissolvido, viscosidade, tensão superficial e os demais parâmetros de qualidade de água, assim como a flora e fauna aquáticas presentes (Tucci, 2002; Carrijo, 2005).

As APP podem ser consideradas ainda como refúgios para a flora e fauna (FRANCO, 2005), e funcionam como corredores da biodiversidade. Conforme PAGOTTO *et al* (2006), na região do Aporé - Sucuriú as matas ciliares e de galeria são representadas por remanescentes, que estão associadas a corpos de água, e formam corredores que geralmente ligam ou conectam as demais fitofisionomias naturais e as diferentes áreas de atividades agropastoris.

Visando a preservação e conservação dessas áreas, o Código Florestal Brasileiro caracteriza as florestas e demais formas de vegetação situadas ao longo dos corpos hídricos, nos topos de morro e nas encostas, como Áreas de Preservação Permanente ou APP, regulamentadas pelas resoluções CONAMA 302/02, 303/02 e 369/06 (Brasil, 2002a, 2002b, 2006).

A delimitação das APP é onerosa, pois envolvem levantamento de campo, equipamentos específicos e pessoal treinado. Para Stefanos (2005), a utilização das

Geotecnologias na delimitação das faixas de APP pode facilitar a análise ambiental e a gestão dos recursos naturais de uma região.

Assim, é interessante notar que o emprego das geotecnologias torna-se cada vez mais rotineiro, reduzindo custo e tempo. As geotecnologias representam uma das três áreas do conhecimento humano que mais se desenvolvem no mundo, gerando uma crescente demanda por profissionais capazes de manipular dados espaciais e imagens de satélite (Gewin, 2004, Paranhos Filho *et al*, 2008).

É importante ainda ressaltar o incremento na quantidade e qualidade dos satélites disponíveis atualmente, acarretando na diversificação das informações obtidas por sensoriamento remoto. Diferentes sensores e resoluções, aplicações, preços, facilidades na aquisição, níveis de tratamento e disponibilidade são características que devem ser analisadas no momento da definição do tipo de imagem a ser adquirida, levando-se em conta ainda, o uso para o qual será destinada e/ou o tipo de informação que já se tem disponível.

Assim, almeja-se com a análise das informações providas por diferentes sensores, a obtenção de uma ferramenta que auxilie na identificação e conseqüentemente na gestão eficiente das Áreas de Preservação Permanente.

Esta dissertação apresenta uma análise das informações fornecidas por diferentes sensores remotos, visando à obtenção de uma técnica que auxilie na gestão eficiente das Áreas de Preservação Permanente e de recursos financeiros a serem despendidos. A técnica de construção de uma base de dados, consistente e georreferenciada, contribuirá para o monitoramento dessas áreas servindo ainda como ferramenta de gestão.



## 2. OBJETIVOS

O presente trabalho busca uma técnica que auxilie na melhor gestão ambiental das Áreas de Preservação Permanente identificando-as no entorno e ao longo dos corpos hídricos, além das Áreas de Preservação Permanente de declividade, auxiliando na tomada de decisão no que diz respeito à fiscalização, monitoramento, recuperação ou uso destas áreas.

Objetivos específicos:

- Construção de um banco SIG para avaliação de APP com informações adquiridas tanto a campo, como pela interpretação das imagens a serem utilizadas.
- Delimitar faixas de APP ao longo dos corpos hídricos em diferentes situações, com diferentes sensores, como estudos de caso, para avaliar independentemente a capacidade de cada sensor, analisando as características de cada um deles.
- Obter uma ferramenta para análise rápida e acurada dessas informações.
- Análise das características de cada um dos sensores utilizados.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Mata Ciliar e Mata Galeria

O termo Mata Ciliar vem sendo popularizado para definir qualquer tipo de vegetação ao longo dos corpos hídricos, independentemente da fitofisionomia à qual pertence. Segundo FRANCO (2005), dependendo da área de conhecimento, do tipo de solo e até da região, existem diversas nomenclaturas conhecidas: floresta ripária, floresta paludosa ou de brejo, mata galeria, floresta de várzea e floresta aluvial.

O Bioma Cerrado é constituído por formações florestais, savânicas e campestres, cada uma com diferentes tipos fitofisionômicos, totalizando 11 tipos principais: as formações florestais (Mata Ciliar, Mata Galeria, Mata Seca e Cerradão), formações savânicas (Cerrado, Sentido Restrito, Parque Cerrado, Palmeiral e Vereda), Campestres (Campo Sujo, Campo Limpo e Campo Rupestre) (RIBEIRO & WALTER, 1998). A figura 3.1 apresenta as principais fisionomias do Cerrado.

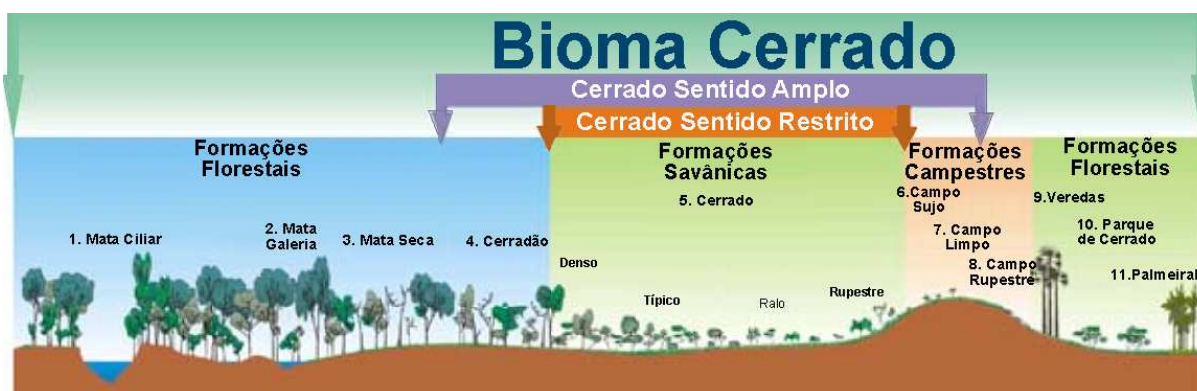


Figura 3.1 – Fitofisionomias do Bioma Cerrado (Ribeiro *et al*, 2001).

De acordo com a Chave de Identificação dos tipos fitofisionômicos do Cerrado apresentado por RIBEIRO *et al* (1998), considera-se:

Mata Ciliar, a Mata que acompanha rios de médio e grande porte, sem formação de galeria sobre o curso d'água, geralmente com transição discreta para outras fisionomias florestais. Árvores predominantemente eretas, altura média de 20 e 25 metros. Vários graus de caducifolia na estação seca. Cobertura arbórea de 50% a 90%.

“Mata Galeria é a vegetação florestal que acompanha os riachos de pequeno porte e córregos.” Podendo ser inundável ou não-inundável. Mata de galeria não-inundável: na maior parte dos trechos o lençol freático não está próximo à superfície do terreno o ano todo, mesmo na estação chuvosa. Possui trechos longos com topografia acidentada, e uns poucos locais planos, boa drenagem. Presença de muitas espécies de leguminosas arbóreas. Mata de galeria inundável, o lençol freático está próximo ou sobre a superfície do terreno na maior parte dos trechos o ano todo, mesmo na estação seca. Possui trechos com topografia plana, e poucos locais acidentados, drenagem deficiente. Presenças de poucas espécies de Leguminosas arbóreas.

Conforme LOPES *et al* (1998) considera-se Mata Ciliar a vegetação existente ao longo dos rios e de outros corpos d'água, mesmo em regiões com pouca pluviosidade, funcionando como proteção dos corpos d'água, do solo e dos lençóis freáticos, além de suavizar os efeitos da erosão das áreas mais altas, A vegetação Ciliar é caracterizada pela Lei nº 4.771/65, o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), como área de preservação permanente – APP e regulamentada pelas resoluções CONAMA 302/02, 303/02 e 369/06 (CONAMA, 2002a, 2002b, 2006).

No Bioma Cerrado, tanto a mata Ciliar quanto a Mata Galeria compõem as Áreas de Preservação Permanente.

### 3.2. Aspectos Legais

O Código Florestal Brasileiro de 1934 previa a proteção das áreas marginais aos cursos d'água; revogado e alterado em 1965, sofreu alterações em 1986 e 1989 que modificaram as larguras das faixas das Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água, visando à maior proteção e estabelecendo como área de preservação permanente as florestas e demais formas de vegetação situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água, desde o seu nível mais alto em faixa marginal, cuja largura mínima deve ser igual às apresentadas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Faixas de APP - Código Florestal Brasileiro 1965.

<b>Largura do rio</b>	< 10 m	10 a 50 m	50 a 200 m	200 a 600 m	> 600
<b>Faixa de APP</b>	30 m	50 m	100 m	200 m	500 m



- b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;
- c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras, sendo:

“morro: elevação do terreno com cota do topo em relação à base entre cinquenta e trezentos metros e encostas com declividade superior a trinta por cento (aproximadamente dezessete graus) na linha de maior declividade;

“montanha: elevação do terreno com cota em relação à base superior a trezentos metros”;

“base de morro ou montanha: plano horizontal definido por planície ou superfície de lençol d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota da depressão mais baixa ao seu redor”;

- e) nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) Nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) Nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros, em projeções horizontais;
- h) em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação (Brasil, 1965).

A Resolução CONAMA 302/02 (CONAMA, 2002a) trata dos parâmetros e limites das APP de reservatórios artificiais e o regime de seu entorno. O Art. 3º define a largura mínima em projeção horizontal das APP. Já a CONAMA 303/02 (CONAMA, 2002b) trata de parâmetros, definições e limites das Áreas de Preservação Permanente. Ressalta-se que a supressão total ou parcial da vegetação natural das APP, pela sua importância, só é permitida mediante prévia autorização dos órgãos ambientais, por ocasião de empreendimentos considerados de utilidade pública ou interesse social, sem dispensa do licenciamento de acordo com a legislação vigente (CONAMA 369, 2006). No caso de áreas urbanas, e nas regiões metropolitanas, deve ser considerado o disposto nos planos diretores e leis de uso do solo.

Deve-se observar inclusive que as Áreas de Preservação Permanente só podem ser integradas à Reserva Legal quando a soma das áreas das APP e Reserva Legal ultrapassarem 50% da propriedade rural localizada no Bioma Cerrado. (Brasil, 1965) (Brasil, 2001).

A discussão acerca da legislação que trata das Áreas de Preservação Permanente tem trazido à tona diversos problemas quanto à delimitação e a melhor forma de fiscalização

dessas áreas. Atualmente, o Ministério do Meio Ambiente conta com um grupo de discussão, o Grupo de Trabalho Interinstitucional sobre Restauração e Preservação de Áreas de Preservação Permanente - GTI/APP, instituído em 2006, Portaria nº354/2006, que busca diretrizes, programas, instrumentos e ações direcionadas a estimular a restauração e a preservação das Áreas de Preservação Permanente – APP, propondo estratégias e instrumentos para o monitoramento das APP (MMA, 2008).

### **3.2.1. – Plano Diretor de Costa Rica**

Segundo o Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965), as APP em áreas urbanas devem observar o disposto no plano diretor das cidades e na lei de uso dos solos.

A Lei Complementar nº 18/2006 institui o Plano Diretor do Município de Costa Rica-MS (COSTA RICA, 2006).

Art. 23 define as estratégias para gestão de recursos naturais do município: o estudo e indicação de áreas para a pesquisa, preservação e recuperação ambiental, a elaboração de plano de manejo dos mananciais, a proteção, fiscalização e monitoramento das áreas legalmente protegidas; confecção de um mapa de remanescentes de vegetação e declividade para identificar as áreas legalmente protegidas.

Considerando o uso e ocupação do solo a partir das características dos seus ambientes, Art. 38, o município foi dividido em quatro zonas: Zona Urbana Central, Zona Urbana Deslocada, Zona Rural e Zona de Proteção Ambiental. Esta correspondendo às Unidades de Conservação existentes, previstas no SNUC-Sistema Nacional de Unidades de Conservação e as Áreas de Preservação Permanente.

Os objetivos da Área de Conservação Ambiental estão apresentados em seu Art. 53: Conservar os recursos naturais disponíveis, ampliar os espaços destinados à conservação ambiental, recuperar a mata ciliar, prioritariamente na Bacia do Rio Sucuriú, proibir ocupações em áreas ambientalmente fragilizadas e outras.

Dentre os principais objetivos da zona rural, Art. 54, Salienta-se a preocupação quanto às trilhas formadas pelos rebanhos bovinos ao deslocarem-se aos cursos fluviais, pois essas trilhas canalizam as águas superficiais provocando assoreamento; garantir a utilização adequada dos recursos naturais evitando a formação de erosões e o desmatamento das áreas de nascentes e das matas ciliares.

Na zona urbana, Art. 78, Não será permitido o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundação, em áreas de preservação ecológicas ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis ou até a sua correção, em áreas não inferiores a 100 m das nascentes de cursos fluviais ou lagoas.

### 3.2.2. Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC

O decreto nº 88.917 de 20 de junho de 1984 estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da Cartografia Nacional (Brasil, 1984), alterado pelo decreto nº 5.334 de 6 de janeiro de 2005 (Brasil, 2005), que dá novo texto ao Art. 21 e revoga o Art. 22.

De acordo com o Art. 8º, o Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC é um indicador estatístico de dispersão relativo a 90% de probabilidade, definindo a exatidão dos trabalhos cartográficos; 90% dos pontos devem estar bem definidos na carta quando testados no terreno e não devem ter um erro superior ao PEC – planimétrico estabelecido, Tabela 3.2.

Tabela 3.2 - Valores de PEC e erro-padrão planimétrico (Brasil, 1984).

	Classe A	Classe B	Classe C
PEC	0,05 cm	0,08 cm	0,1 cm
Erro-padrão	0,03 cm	0,05 cm	0,06 cm

Na escolha de uma escala de trabalho adequada, deve-se considerar os limites de uso de cada imagem e as classes estabelecidas nas normas técnicas da cartografia digital, considerando a relação entre o PEC, a resolução espacial e a acurácia do seu georreferenciamento para a definição da escala (Paranhos Filho *et al.*, 2008).

### 3.3. Geotecnologias

SIG, CBERS, LANDSAT, PIX, CCD, HRC, ALOS, PRISM, AVNIR, INPE, NASA e GNSS representam uma “sopa” de siglas decorrentes do crescimento e ampliação do uso das geotecnologias aplicadas aos principais setores da economia mundial.

As geotecnologias são representadas principalmente pelo Sistema de Informação Geográfica (SIG), pelo Sensoriamento Remoto, pela Cartografia e pelo Global Navigation by Satellite Systems (GNSS), os quais propiciam a coleta, armazenamento e análise de grande quantidade de dados, permitindo a produção de informações em pouco tempo e com baixo custo.

Segundo Paranhos Filho *et al.* (2008), um Sistema de Informação Geográfica - SIG é o ambiente ideal para integrar dados, informações e cartas de naturezas e escalas diferentes.

Sensoriamento remoto é a arte de obter informação sobre um objeto, área, ou fenômeno por meio da análise dos dados adquiridos por um dispositivo que não esteja em contato com o objeto, área, ou fenômeno sob investigação (LILLESAND *et al.*, 2004). O uso de sensoriamento remoto representa economia de tempo e recursos (PARANHOS FILHO *et al.*, 2006). A utilização dos dados obtidos por sensoriamento acarreta avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão e em outros aspectos relacionados à questão espacial (UNISALLE, 2008).

### **3.3.1. China-Brazil Earth Resources Satellite – CBERS**

Em abril de 2006, o Unites States Geological Survey, órgão do Departamento do Interior dos Estados Unidos, divulgou as imagens do CBERS-2, captadas durante os testes que ocorreram no *Eros Data Center*, na cidade de *Sioux Falls*, Dakota do Sul, na primeira transmissão de imagens que o CBERS realizou outro país além de Brasil ou China (INPE, 2006a).

Segundo BACELLAR (INPE, 2006a), coordenador das atividades nos Estados Unidos, esta primeira missão CBERS fora do Brasil foi de extrema relevância para o futuro do Programa CBERS, que pretende internacionalizar-se, oferecendo dados relevantes para os cientistas e até mesmo leigos do mundo inteiro possam realizar um melhor monitoramento dos sistemas terrestres, avaliando as conseqüências das ações humanas sobre o planeta.

Dispondo de recursos financeiros e de especialistas da China e do Brasil, o programa de Satélites Sinobrasileiros de Recursos Terrestres (CBERS) completou 20 anos em 2008. (INPE, 2008). Este Programa contempla a construção e o desenvolvimento de satélites, os CBERS-1, CBERS-2 e CBERS-2B, que são similares entre si e foram colocados em órbita em 1999, 2003 e 2007, respectivamente, Tabela 3.3. Além disso, a expansão do Programa prevê o desenvolvimento dos satélites CBERS- 3 e 4.

As bandas do sensor CCD estão situadas na faixa espectral do visível e do infravermelho próximo, o que permite bom contraste entre vegetação e outros tipos de objetos (INPE, 2005).

Tabela 3.3 - Características CBERS 1, 2 e 2B

Satélite	Sensor	Resolução				Bandas	Tamanho da cena (Km)
		Espacial (m)	Temporal (dias)	Radiométrica (bits)	Esppectral ( $\mu\text{m}$ )		
	CCD	20	26	8	0,45 a 0,89	R, G, B, NIR, PAN	120
CBERS-1	IR-MSS	90 (PAN)	26	8	0,50a 12,50	SWIR (2), TIR, PAN	120
		160 (termal)	26	8			120
	WFI	260	3/mai	8		R, NIR	900
CBERS-2	CCD	20	26	8	0,45 a 0,89	R, G, B, NIR, PAN	120
CBERS-2B	CCD	20	26	8	0,45 a 0,89	R, G, B, NIR, PAN	120
	HRC	2,5	130			PAN	27

Fonte: INPE, (2007).

Em setembro de 2007 o CBERS-2B partiu da base de lançamento de Taiwan, na China (INPE, 2008), com características semelhantes ao CBERS-2 (inoperante desde 15 de janeiro de 2009), resolução temporal de 26 dias, com ciclos intercalados, obtendo-se imagens a cada 13 dias de um mesmo ponto. As imagens CBERS são distribuídas gratuitamente pelo INPE (INPE, 2009).

O satélite CBERS-2B é muito semelhante ao CBERS-2. No entanto, podem-se destacar algumas alterações: a substituição do escaner IRMSS por uma Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC), com 2,7 m de resolução espacial, numa faixa de 27 km de largura (1/25 de uma cena CCD). O modo operacional do CBERS-2B faz com que o ciclo de revisita desta câmera seja de 130 dias. Foram incorporadas melhorias relacionadas ao controle de posicionamento do satélite e ao sistema de gravação a bordo (INPE, 2005).

O lançamento do CBERS-3 está previsto para 2010 e o do CBERS-4, para 2011. Os novos satélites possuirão quatro câmeras: PANMUX (Câmera PanMux), MUXCAM (Câmera Multi Espectral), IRSCAM (imageador por varredura de media resolução) e WVICAM (câmera imageadora de amplo campo de visada), com desempenhos geométricos e radiométricos melhorados.

### 3.3.2. *Advanced Land Observing Satellite - ALOS*

A *Japan Aerospace Exploration Agency – JAXA* lançou em janeiro de 2006 o satélite ALOS, com três sensores a bordo:

- *Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping (PRISM)*.
- *Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2 (AVNIR-2)*.
- *Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar (PALSAR)*.

Com o intuito de utilizar plenamente os dados obtidos por esses sensores, o ALOS foi projetado com duas tecnologias avançadas. A primeira representada pela alta velocidade e grande capacidade de manipulação dos dados coletados e a segunda com a capacidade de determinação de posição e altitude com precisão. Estas tecnologias são essenciais para a construção de satélites de alta resolução (CHENG, 2007).

Devido ao grande volume de dados gerados e transmitidos (cerca de 1 Terabyte por dia), a JAXA montou um esquema descentralizado de distribuição de dados, através dos chamados *ALOS Data Nodes*. Cada nó de distribuição é responsável pelo recebimento em fita, processamento e distribuição dos dados, em uma área de abrangência pré-definida. Assim, a *Alaska Satellite Facility (ASF)* e a *National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA)* dos Estados Unidos, ficaram responsáveis pelas Américas; a Agência Espacial Européia (ESA), pela Europa e África; a *Geoscience Austrália*, pela Oceania, e a JAXA pela Ásia (ASF, 2007).

Em outubro de 2006 o ALOS entrou na fase operacional depois de um período de nove meses de calibração, do qual o IBGE participou com atividades de campo na Amazônia, para o posicionamento de refletores de sinais de radar. Em 2006, o IBGE e a *Alaska Satellite Facility (ASF)* assinaram um acordo de cooperação científica, estabelecendo uma parceria através da qual o IBGE tornou-se o responsável pela distribuição das imagens ALOS para os órgãos do Governo Federal, instituições de pesquisa e demais usuários não comerciais do Brasil (IBGE, 2007).

As imagens do sensor AVNIR-2 são úteis para o mapeamento do uso e cobertura do solo para fins de monitoramento ambiental regional, sendo capazes de variar a inclinação da visada lateralmente, possibilitando imagear rapidamente situações de desastres naturais. O sensor PRISM opera na faixa da luz visível, com uma banda pancromática e resolução espacial de 2,5 m. A Tabela 3.4 mostra algumas características do AVNIR-2 e do PRISM (IBGE, 2007).

Tabela 3.4 - Características do AVNIR-2 e do PRISM

	<b>AVNIR-2</b>	<b>PRISM</b>
Bandas Espectrais/comp. de onda (microns)	1 - 0.42-0.50 2 - 0.52-0.60 3 - 0.61-0.69 4 - 0.76-0.89	1 Pancromática 0,52- 0,77
Resolução Espacial	10 m (nadir)	2,5m
Largura da Faixa	70 km (nadir)	35 km (modo triplet) 70 km (apenas nadir)
Limite de Inclinação	Lateral da Visada +/-44° (direita/esquerda)	.de -1,5 a +1,5 graus (transversal à trajetória no modo triplet)
Resolução Radiométrica	8 bits	8 bits
		Nadir e modo triplet

Fonte: IBGE (2007).

### 3.3.3. Land Remote Sensing Satellite – LANDSAT

A série LANDSAT - *Land Remote Sensing Satellite*, Tabela 3.6, foi iniciada no final da década de 60, a partir de um projeto desenvolvido pela Agência Espacial Americana – NASA dedicado exclusivamente à observação dos recursos naturais terrestres (SAUSEN, 2004). O primeiro satélite da série começou a operar em 1972 e a última atualização ocorreu em 1999, com o lançamento do Landsat 7. O Landsat 5, lançado no início de 1984, o único ainda ativo, mas já com problemas, leva a bordo o sensor TM (Thematic Mapper) e contribui para o mapeamento temático da superfície terrestre. O Landsat 7 iniciou suas atividades em abril de 1999 e encerrou em maio de 2003, utilizando o sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) (SAUSEN, 2004).

As imagens Landsat (TM e ETM+) têm sido um meio útil e preciso na identificação dos diferentes tipos de cobertura vegetal de Mato Grosso do Sul (CARRIJO *et al.*, 2002a; CARRIJO *et al.*, 2002b).

As principais aplicações das imagens dos satélites Landsat são: acompanhamento do uso agrícola das terras; apoio ao monitoramento de áreas de preservação; atividades energético-mineradoras; cartografia e atualização de mapas; desmatamentos; detecção de invasões em áreas indígenas; dinâmica de urbanização; estimativas de fitomassa; monitoramento da cobertura vegetal; queimadas, secas e inundações e sedimentos em suspensão nos rios e estuários (BATISTELLA, 2005).

Tabela 3.5 - Características dos Sensores Landsat, que possuem resolução radiométrica de 8 bits e temporal de 16 dias com uma cena 185 Km x 185 Km.

Sensor	Resolução		
	Espacial (m)	Espectral ( $\mu\text{m}$ )	
TM	30	Azul	0,45 - 0,52
ETM+		Verde	0,50 - 0,60
		Vermelho	0,63 - 0,69
		NIR	0,76 - 0,90
		MIR	1,55 - 1,75
TM	120	Termal	10,4 - 12,5
ETM+	60		
	30	FIR	2,08 - 2,35
ETM+	15	PAN	0,50 - 0,90

Fonte: ENGESAT (2007); PARANHOS FILHO *et al.* (2008).

### 3.3.4. IKONOS II

O IKONOS possui sensores que podem ser programados para adquirir imagens stereo visando a elaboração de Modelos de Elevação Digital (DEM) ou Modelos Digitais de Superfície (MDS).

As imagens IKONOS são de alta resolução, operando no visível e infravermelho próximo e obtém imagens pancromáticas e multiespectrais com resolução espacial de 1 metro e 4 metros respectivamente. É possível fundir a banda pan e os canais multiespectrais, obtendo-se assim uma imagem colorida com resolução espacial de 1 m. A Tabela 3.6 apresenta as características das imagens IKONOS.



Tabela 3.6 - Características do IKONOS

Altitude	680 km
Inclinação	98,1°
Velocidade	7Km/s
Sentido da Órbita	Descendente
Duração da Órbita	98 minutos
Tipo de órbita	Sol-síncrona
Resolução Espacial	Pancromática: 1m/Multiespectral: 4m
Bandas Espectrais	Pan 0,45- 0,90 $\mu$ ; Azul 0,45 -- 0,52 $\mu$ ; Verde 0,52 - 0,60 $\mu$ ; Vermelho 0,63 - 0,69 $\mu$ Infravermelho próximo 0,76 - 0,90 $\mu$
Imageamento	Cenas de 13 Km por 13 Km
Resolução Temporal	2,9 dias no modo pancromático 1,5 dias no modo multispectral Esses valores valem para latitude de +/- 40°

Fonte: ENGESAT, 2007

### 3.3.5. SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION (SRTM)

O projeto da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) foi realizado através de uma ação conjunta da Agência Norte Americana de Mapas e Imagens (NIMA), da Agência Espacial norte-americana (NASA), do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DOS) e das agências espaciais da Alemanha e da Itália, com o objetivo de produzir dados digitais de topografia para 80% da superfície terrestre emergida (toda área entre as latitudes 60° Norte e 56° Sul). Nessa área as passagens realizadas variaram de uma a quatro, de acordo com a figura 3.2.

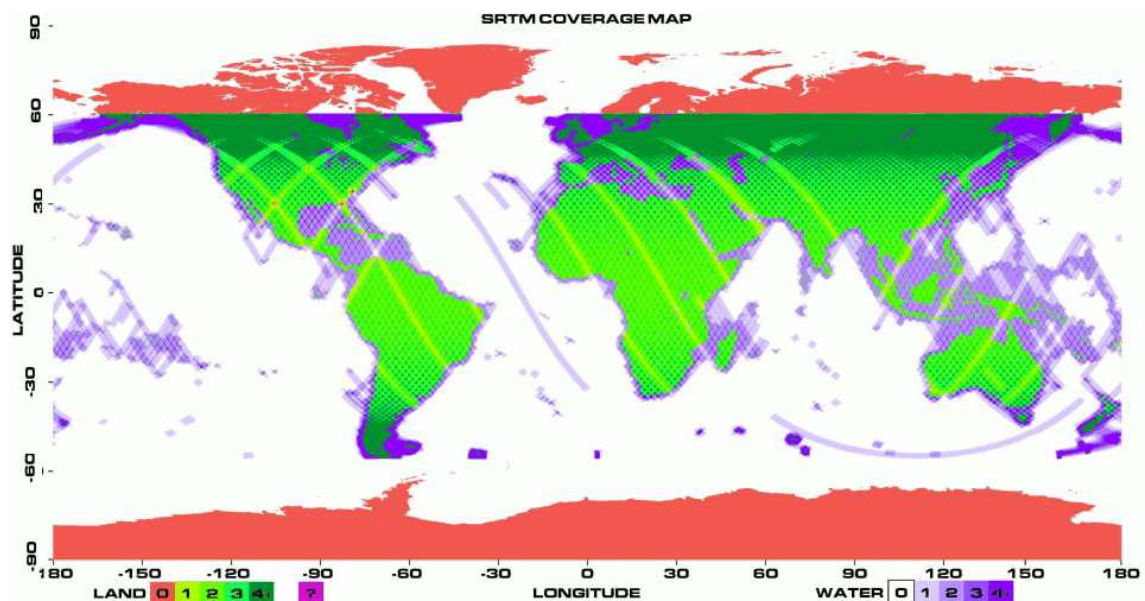


Figura 3.2 – Número de passagens da nave Endeavour, na coleta dos dados SRTM sobre a superfície terrestre (VALERIANO, 2002).

Os dados gerados na missão SRTM disponibilizaram ao usuário final um MDE com uma resolução espacial de 90 m, ou 3 arc-segundos (3''), para todo o mundo, com exceção da área dos Estados Unidos, à qual foram disponibilizados com uma resolução maior, 30, ou 1 arc-segundo (1''). Estes dados estão disponíveis gratuitamente na internet, pelo site do USGS Eros Data Center - Centro de Dados do Departamento de Levantamento Geológico dos Estados Unidos, disponível em <http://srtm.usgs.gov/>. O datum e o elipsoide de referência são o WGS84, com dados altimétricos em valores inteiros. A acurácia vertical das elevações são de 16 metros, com 90% de confiança (USGS, 2003).

O modelo vem sendo intensamente utilizado por pesquisadores no mundo todo. VALERIANO (2002) reamostrou os dados de 90 m para 30 m, utilizando a krigagem e observou significativa melhoria na qualidade do modelo. TORRES (2008) também utilizou-se dos dados krigados com resolução espacial de 30 m para gerar automaticamente os divisores de água da bacia do Rio Formoso - MS.

HIGA (2009), também por krigagem, reamostrou os dados SRTM da região do Município de Costa Rica de 90 para 30 m. Aumentando a resolução espacial obtêm-se informações com maior grau de detalhamento, mais compatível com a realidade de campo em escalas mais adequadas.



## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1. Área de estudo

Foram realizadas várias etapas de campo entre 2006 e 2009, visando obter um maior número de estudos de caso nos Biomas Cerrado e Pantanal, para comprovar a aplicabilidade das ferramentas, abrangendo 18% da área total do Estado de Mato Grosso do Sul, Figura 4.1, percorrendo-se:

- As principais Rodovias do Município de Costa Rica e entorno; (nordeste de MS).
- A área do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari – PENRT e região de entorno (nordeste de MS).
- As rodovias no polígono que se tem partindo de Campo Grande a Rochedo (MS-080), para Jaraguari (MS-244) e novamente para Campo Grande (BR-163).
- As rodovias entre Campo Grande - Miranda ao longo da BR-262. (oeste de MS).
- As rodovias entre Campo Grande e Ponta Porã. (sudoeste de MS).

Ao todo foram visitados 405 pontos no Estado, sendo analisados em torno de 180 pontos quanto à APP, dos quais se selecionou alguns estudos de caso

Com uma extensão de 2.036.448 km<sup>2</sup>, o Bioma Cerrado ocupa 23,92 % do território nacional. Localizado na porção central do País, mantém áreas de transição com os outros biomas brasileiros. Possui cerca de 320 mil espécies, alguns dados indicam a ocorrência de 11.046 espécies de plantas, 212 de mamíferos, 837 de aves, 1.200 de peixes, 184 de répteis e 113 de anfíbios. Com relação aos insetos, estima-se cerca de 90 mil espécies (EMBRAPA CERRADO, 2008).

Climaticamente caracteriza-se por uma estação seca (abril a setembro) e outra chuvosa (setembro a abril), bem definidas.

De acordo com RIBEIRO & WALTER (1998) o Cerrado é uma das ecorregiões mais importantes do país, tendo, entre outras, a característica de apresentar um mosaico de vegetação que vai desde plantas lenhosas (árvores e arbustos) até herbáceas (sobretudo poáceas) tornando-se, assim, uma região peculiar e muito diversificada fisionomicamente.

### Mato Grosso do Sul

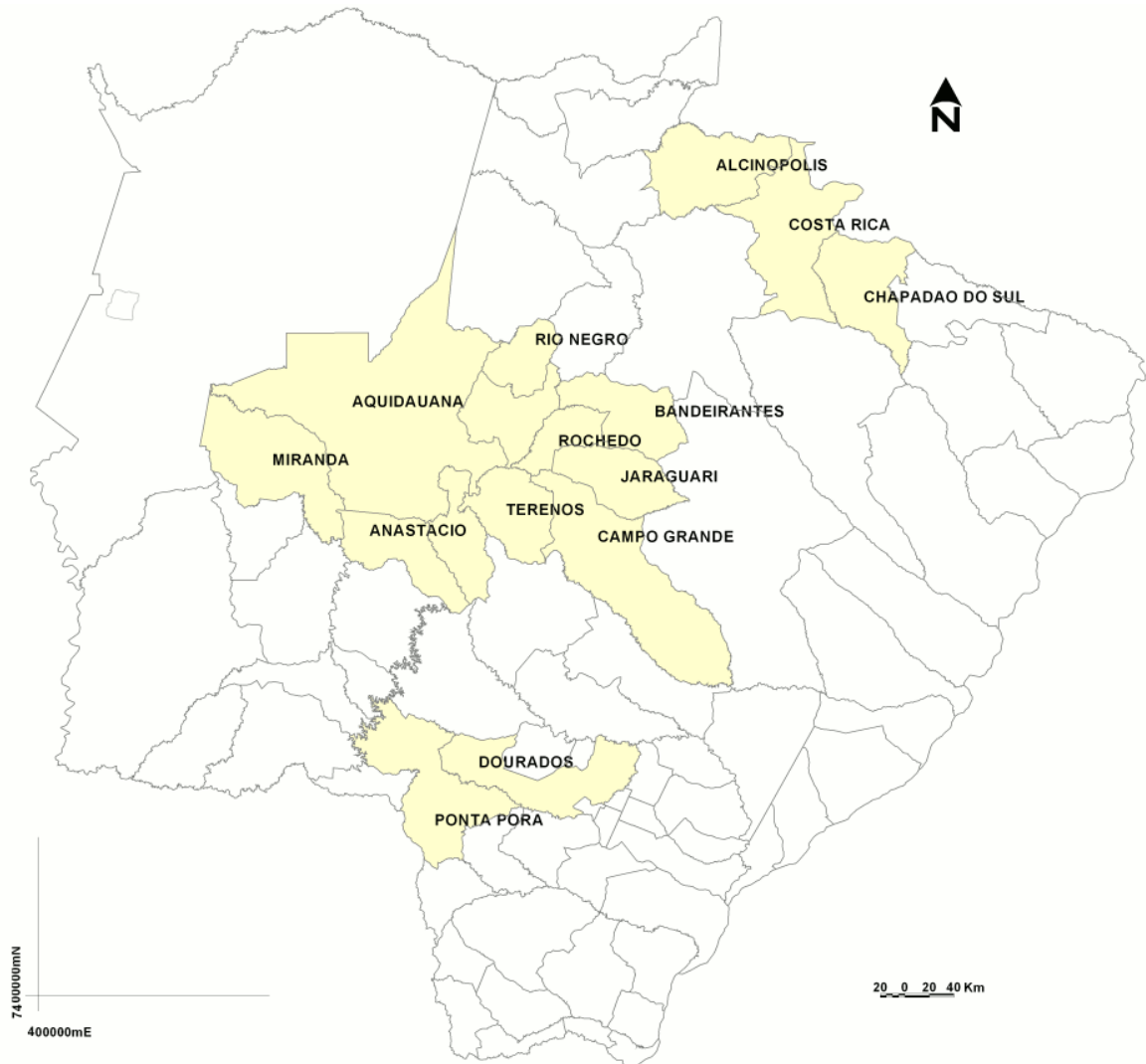
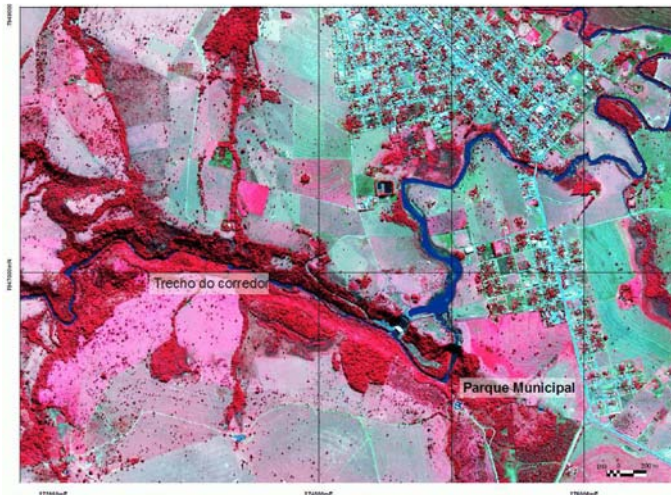


Figura 4.1. - Municípios visitados

Além disso, no Cerrado estão as nascentes e cursos d'água das principais bacias hidrográficas da América do Sul, como a dos rios Paraná e Paraguai, Parnaíba, Amazonas, Tocantins e São Francisco, constituindo, assim, importante região ligada à manutenção de fontes de água do país (PAGOTTO *et al.*, 2006).

As formações florestais existentes junto aos corpos hídricos, Mata Ciliar e Mata Galeria, podem ser utilizadas como Corredores da Biodiversidade. Em Costa Rica - MS, o Parque Municipal Natural do Salto do Sucuriú (Figura 4.2), está interligado através do corredor da biodiversidade ao Parque Nacional das Emas (GO/MS), distante deste 26 km, e ao Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari (MS), distante 37 km (Melo, 2002).



(a)



(b)

Figura 4.2 - Trecho do corredor de Biodiversidade que cobre a região próxima ao Parque Natural Municipal Salto do Sucuriú no Município de Costa Rica – MS, imagem IKONOS II (SPACE IMAGING, 2003) em composição falsa cor RGB 432 com resolução espacial de 4m (a) e uma fotografia panorâmica do trecho próximo ao Salto Majestoso no Parque Municipal de Costa Rica - MS. 2007b.

#### 4.2. Construção da base georreferenciada

Na construção da base georreferenciada, a partir da qual foram efetuadas todas as operações espaciais necessárias para construção do SIG, foram utilizados os seguintes *softwares*:

- Erdas Imagine 9.1 (ERDAS, 2006), PCI Geomática 10 (PCI, 2007) para a manipulação dos dados espaciais, georreferenciamento, cruzamento e PDI;
- Freehand 9 (Macromedia, 2001) e Mapublisher (Avenza, 2001) na manipulação dos dados, conversão e importação da base pré - existente para os Softwares SIGs;
- Global Mapper v.10 (Global Mapper Software, LLC, 2008), para PDI, geração de 3D;
- GIMP 2.6.1 (1995 - 2008), na editoração das imagens para a apresentação e
- Map ready (ASF, 2006) para conversão das imagens ALOS.

Os dados de sensoriamento remoto agregados a base elaborada são de diferentes períodos, totalizando dados de 4 satélites e 10 sensores diferentes. Com todas as imagens tendo sido reprojetaadas para um mesmo *Datum* e sistema de projeção (UTM, Zona 22, Datum Córrego Alegre - Brasil):

- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_D/121\_1 (INPE, 2008a);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_D/121\_2 (INPE, 2008b);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_D/121\_3 (INPE, 2008c);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_D/121\_4 (INPE, 2008d);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_D/121\_5 (INPE, 2008e);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_E/120\_4 (INPE, 2008f);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_E/120\_5 (INPE, 2008g);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_E/121\_2 (INPE, 2008h);
- Imagens CBERS-2B/HRC, órbitas 162\_E/121\_5 (INPE, 2008i);
- Imagens CBERS-2/CCD, órbitas 162/120 (INPE, 2006b) e 162/121 (INPE, 2006c);
- Imagens CBERS-2B/CCD, órbitas 162/120 (INPE, 2009) e 162/121 (INPE, 2009);
- Imagens LANDSAT ETM+ órbita/ponto 224/074 de 06/05/2001; (INPE, 2001);
- Imagens LANDSAT ETM+, órbita 224/73 (INPE, 2001);

- Imagem LANDSAT TM+, (INPE, 2007) (INPE, 2008) (INPE, 2009);
- Imagem IKONOS II (SPACE IMAGINE, 2002);
- Imagem ALOS/PRISM e ALOS/AVNIR2 (IBGE, 2007);
- SRTM (USGS, 2007), com resolução espacial de 90 m;
- SRTM (HIGA, 2009), com resolução espacial de 30 m.
- Imagens CBERS 2/ CCD órbita/ponto 163/123 (INPE, 2007);
- Imagens CBERS-2/CCD 163/123 (INPE, 2006c);
- Imagens CBERS-2/CCD 164/123 (INPE, 2006d);
- Imagens CBERS\_2B\_HRC 163\_D\_123\_3 (INPE, 2008j)
- Imagens LANDSAT ETM+, órbita 225/75 (INPE, 2001a);
- Imagens LANDSAT ETM+, órbita 225/76 (INPE, 200b1);
- Imagens LANDSAT ETM+ 225/074 (LANDSAT, 2002),

#### 4.3. Áreas de Preservação Permanente

Para a delimitação das APP ao longo dos corpos hídricos e das nascentes, utilizou-se a vetorização da hidrografia, Figura 4.3, a qual foi realizada com a fotointerpretação da banda pancromática LANDSAT ortorretificada (15 m) e com o mosaico da CBERS-2/CCD (20 m) utilizando o software PCI Geomática 10. Em seguida, foram gerados *buffers*, delimitando as faixas de APP ao longo dos rios e córregos (APP-R - 30m - 50m ou 100m, conforme a largura do rio) e das nascentes (APP-N - 50m).

Os *buffers* foram traçados automaticamente a partir da vetorização da malha hidrográfica fotointerpretadas em imagens LANDSAT/PAN, com resolução espacial de 15m, individualizando-se as margens dos rios, sempre que possível. A vetorização dos rios com larguras inferiores a 15 m mostrou-se limitada, pois não foi possível individualizar as margens, gerando-se então *buffers* de 30m a partir do eixo principal. Para as nascentes utilizou-se um *buffer* com raio de 50m, de acordo com a legislação vigente.

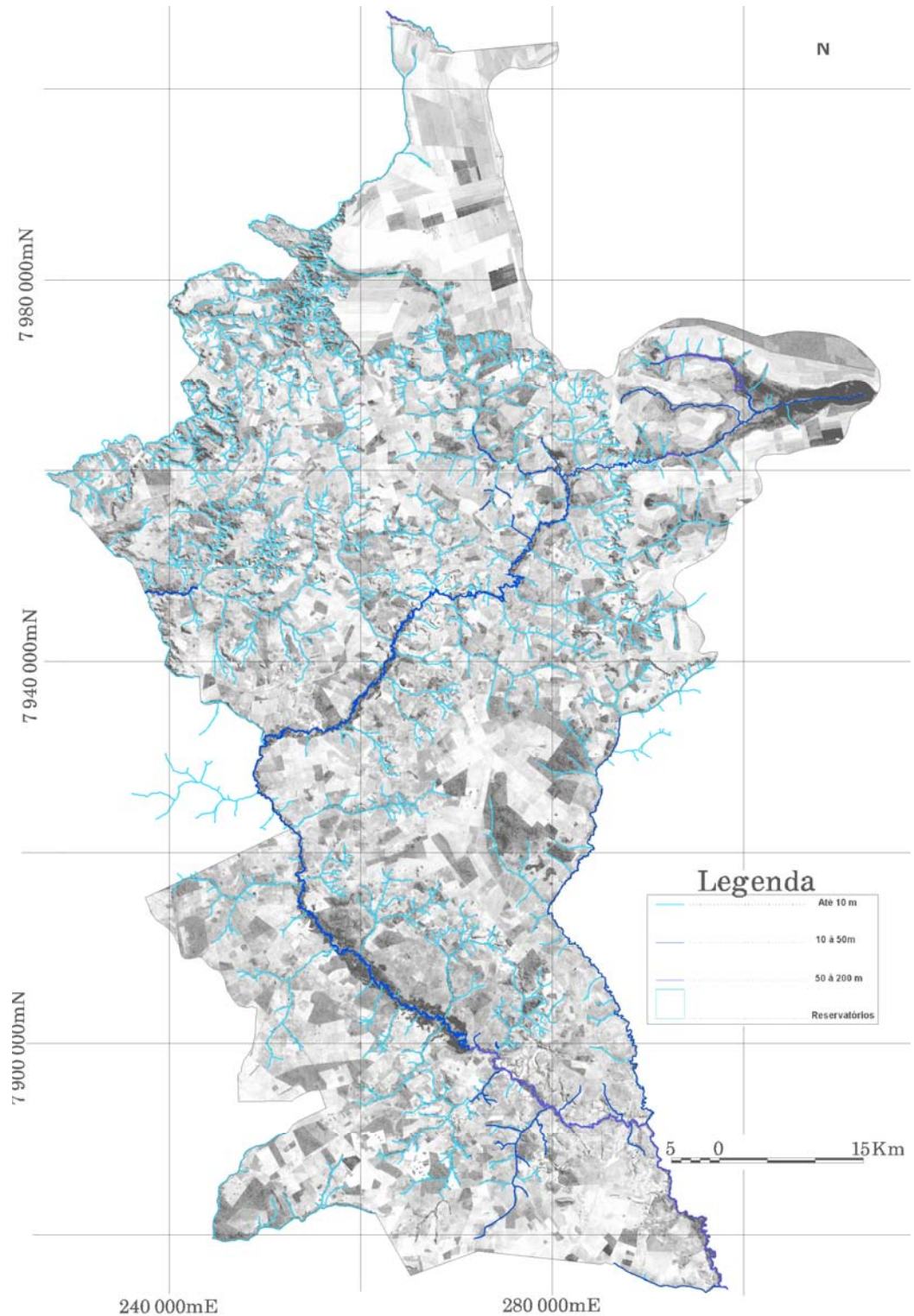


Figura 4.3 - Hidrografia de Costa Rica em azul, vetorializada sobre uma banda pancromática LANDSAT, com resolução espacial de 15m, ao fundo.

Estabelecidas as faixas de APP, identificaram-se as áreas onde havia vegetação nativa e onde não. Avaliou-se ainda, as características e capacidades dos diferentes sensores quanto à identificação das APP e de sua condição de preservação.



Para a identificação das áreas de preservação de declividade foram utilizados os dados altimétricos do modelo SRTM (USGS, 2003) com resolução espacial de 90m, para a área do Município de Costa Rica (Figura 4.4) e do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari/PENRT (Figura 4.5) foram utilizados os dados SRTM de HIGA (2009) com resolução espacial de 30 m, através dos *softwares* PCI Geomática 10 e Global Mapper 10.

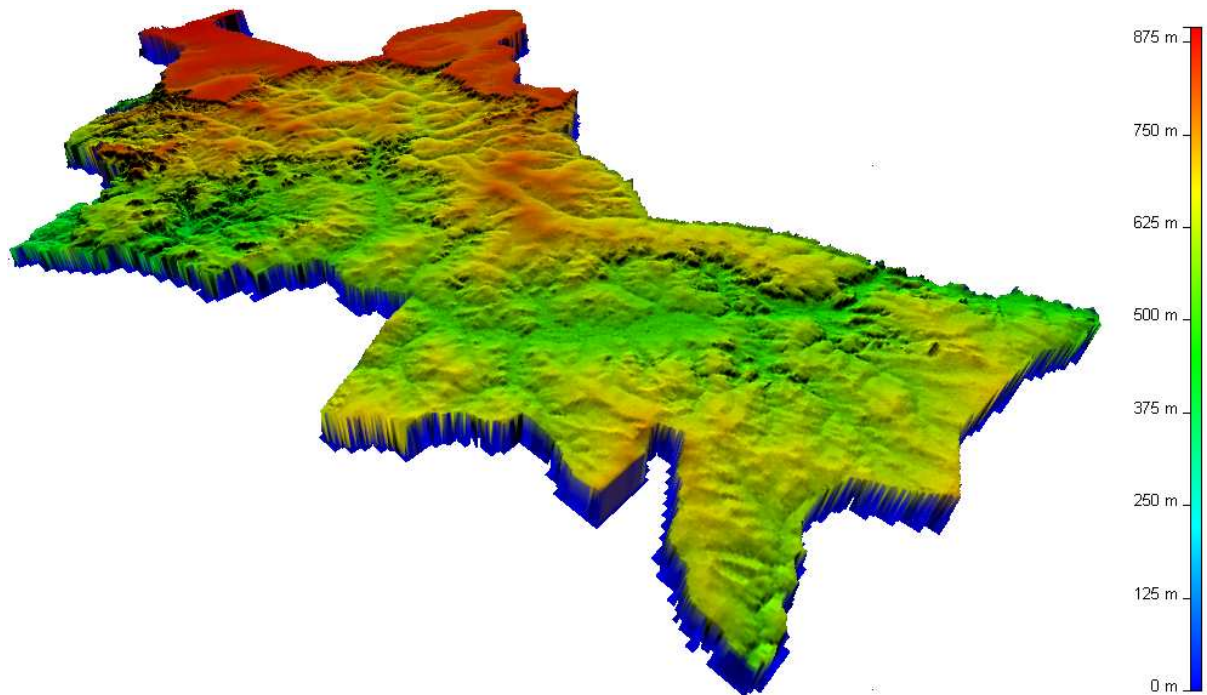


Figura 4.4 – Visualização 3D do Município de Costa Rica – MS em cores hipsométricas no *software* Global Mapper 10 (Global Mapper, 2008).

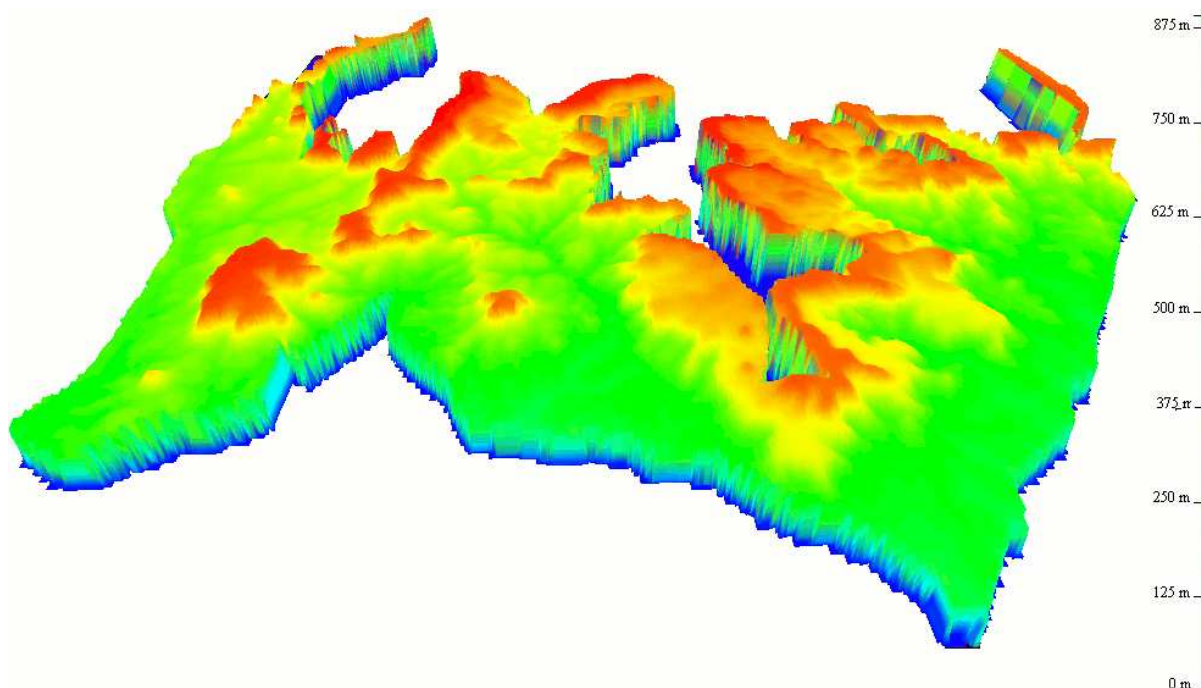


Figura 4.5 - Visualização 3D do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari - PENRT no *software* Global Mapper 10. (Global Mapper, 2008).

As cartas de declividade de Costa Rica foram produzidas executando-se o algoritmo SLP - *Slope of Elevation Data* do Geomática (PCI, 2007), Figura 4.6. Como as cartas geradas estão no formato raster, estas foram reclassificadas de modo a se obterem polígonos que delimitam as áreas com declividade acima de 45°, áreas de APP de declividade (APP\_D).

#### 4.4. PDI - Processamento Digital de Imagens

Com os dados CCD originais, utilizando-se as bandas do vermelho e infravermelho próximo, foi gerado um NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) obtendo-se assim mais informações sobre a cobertura vegetal. Gerou-se também um mosaico das imagens CBERS/CCD, incluindo o NDVI como uma banda a mais, com o intuito de cobrir todo o município em uma só cena, que foi acrescentada a um *layer* do banco SIG.

Foram realizadas também as fusões das imagens ALOS/AVNIR com as ALOS/PRISM; entre as CBERS-2B/HRC e CBERS-2/CCD ou CBERS-2B/CCD; entre CBERS-2/CCD com LANDSAT/ETM+; visando um realce da resolução espacial e, com isto, uma maior facilidade na individualização da vegetação ao longo dos corpos hídricos.

Estas operações de fusão envolvem uma imagem de alta resolução espacial, normalmente a banda PAN, com outras de menor resolução espacial, porém com maior resolução espectral (multiespectral). Na maioria dos softwares, tenta-se preservar ao máximo as características espectrais, obtendo-se como resultado uma imagem colorida (em três bandas), com melhor resolução espacial.

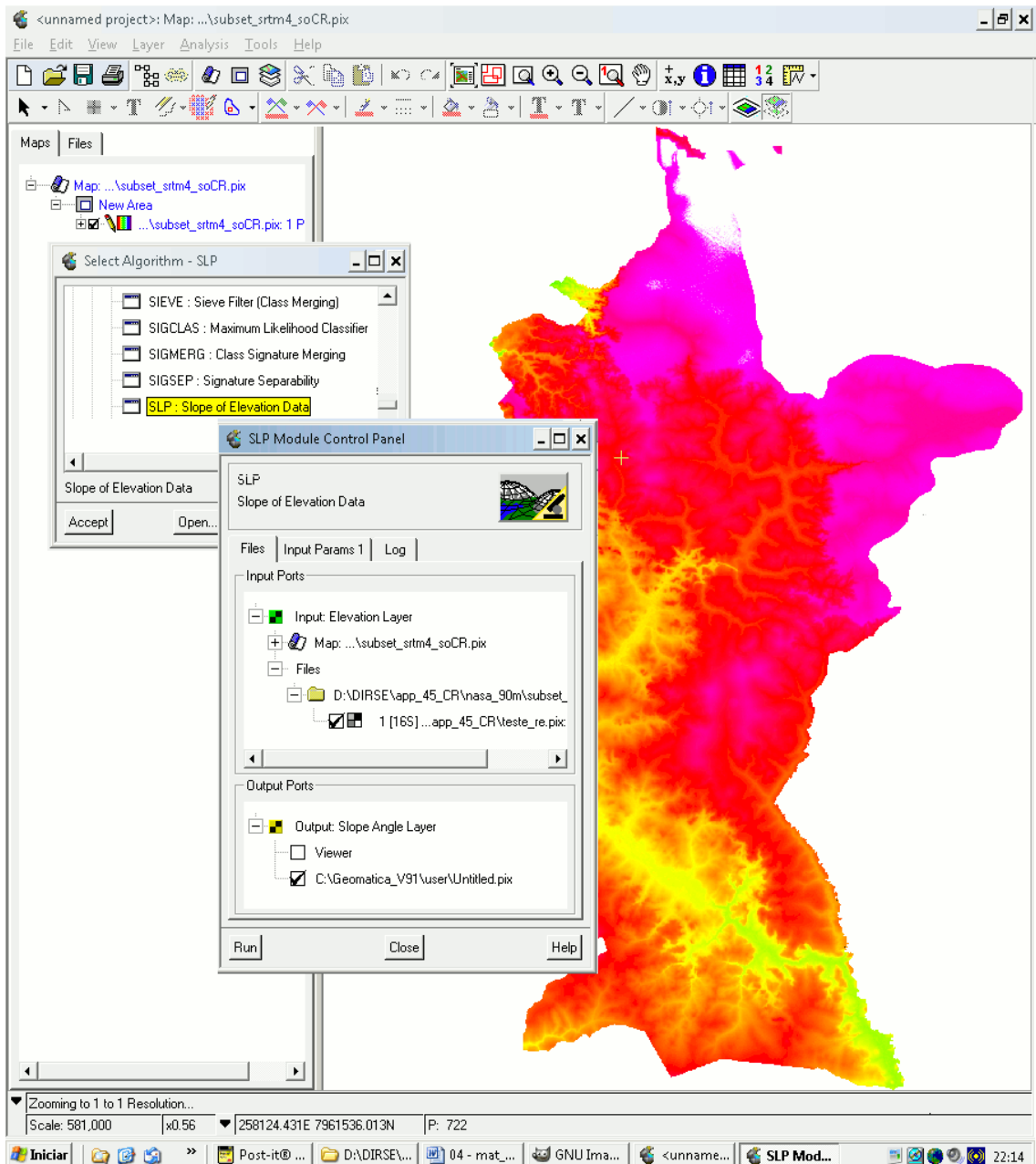


Figura 4.6 - Algoritmo SLP - *Slope of Elevation Data* do Geomatica (PCI, 2007), utilizado na geração da carta de declividade do município de Costa Rica - MS.

#### 4.5. Banco SIG

O banco SIG criado neste trabalho (Figura 4.7) integra a hidrografia no formato vetorial, os *buffers* que representam as APP, bem como os polígonos com as APP de declividade, o mosaico CBERS/CCD +NDVI, as imagens dos sensores de média e alta resolução utilizados e as diversas fusões, cada qual em um *layer*.

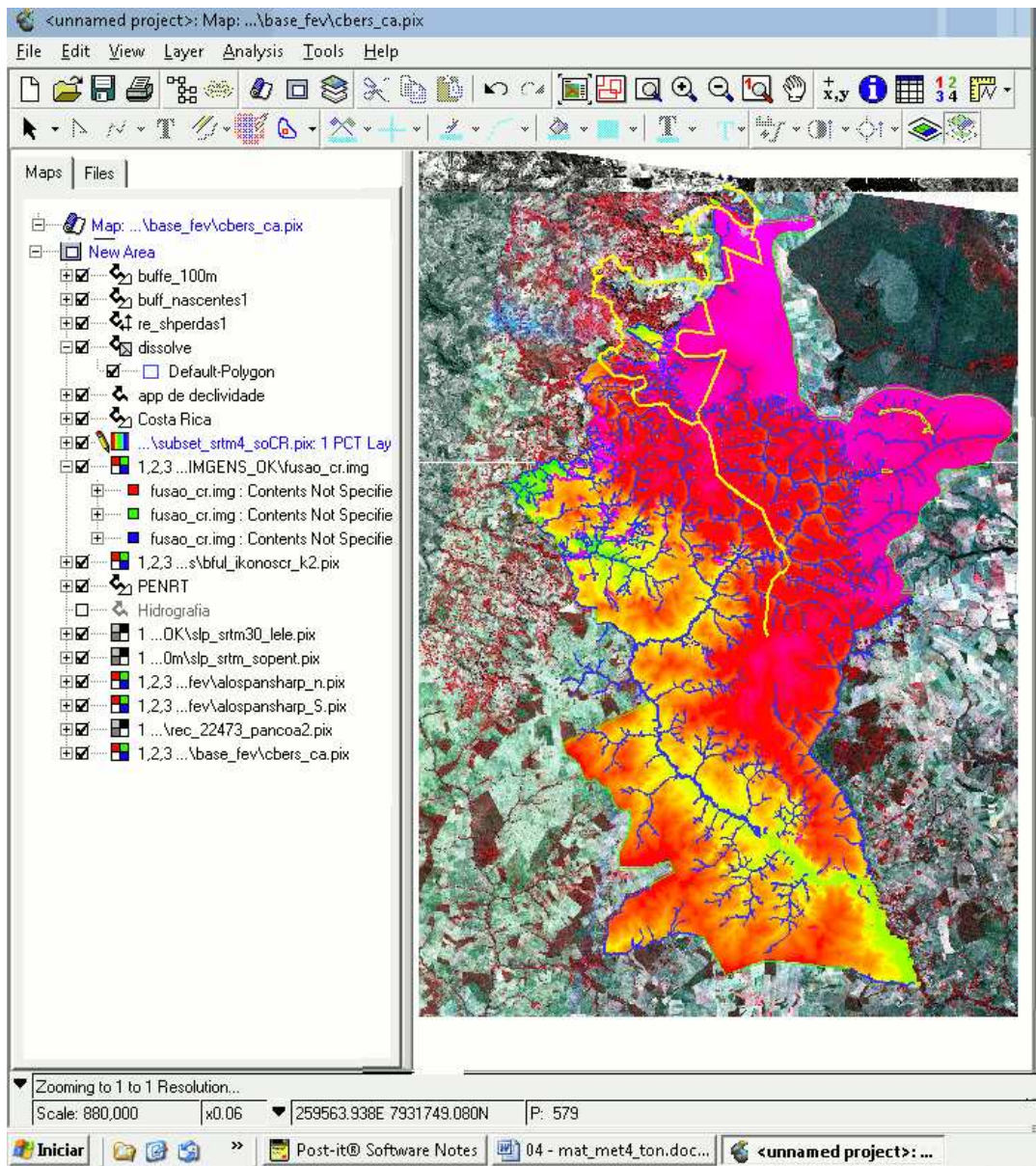


Figura 4.7 - Banco SIG gerado nesta dissertação, no lado esquerdo observa-se a estrutura dos *layers* e a direita o *Map View* do Geomática (PCI, 2007) sendo possível visualizar parte das informações que compõem o SIG: os dados SRTM, *shapes* de hidrografia, percurso de campo, imagem CBERS e LANDSAT.



## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em algumas Cidades lúgares, como Nova Iorque - NY e Extrema - MG, parcerias envolvendo proprietários e governantes foram estabelecidas visando à preservação das APP, pois isto tem reflexo direto na qualidade da água utilizada no abastecimento público das cidades. Enquanto que em outros locais ocorre um retrocesso, recentemente o Estado de Santa Catarina aprovou nova legislação permitindo a redução da largura das faixas de APP, caminhando na contramão da preservação ambiental.

A ausência de técnicas para o monitoramento das Áreas de Preservação Permanente e as constantes discussões em torno da legislação que trata destas áreas contribuí cada vez mais para a sua degradação e o não cumprimento das leis.

### 5.1. Áreas de Preservação Permanente ao longo dos cursos d'água

Quando analisadas como superfície, as faixas de APP-R (APP ao longo dos cursos d'água) e APP-N (APP das nascentes) representam 18,11% e 0,13% da área do território municipal de Costa Rica - MS.

Considerando que a fotointerpretação da rede de drenagem foi realizada sobre uma imagem LANDSAT/ PAN, com resolução espacial de 15 metros, estes percentuais de área podem ser incrementados utilizando-se as imagens com maior resolução.

Os *buffers* delimitando os polígonos que representam as faixas de APP ao longo dos corpos hídricos (APP-R) e das nascentes (APP-N). Uma área com raio de 50 m para as Áreas de Preservação Permanente no entorno das nascentes e, ao longo dos rios, de 30m, 50m e 100m ao longo dos cursos hídricos (CONAMA, 2002a, CONAMA, 2002b).

Os *buffers* delimitando os polígonos que representam as faixas de APP ao longo dos corpos hídricos (APP-R) e das nascentes (APP-N) são representados na Figura 5.1. No detalhe

é possível identificar esses polígonos. Uma área com raio de 50 m para as APP no entorno das nascentes e as APP ao longo dos rios de 30m, 50m e 100m ao longo dos cursos hídricos.

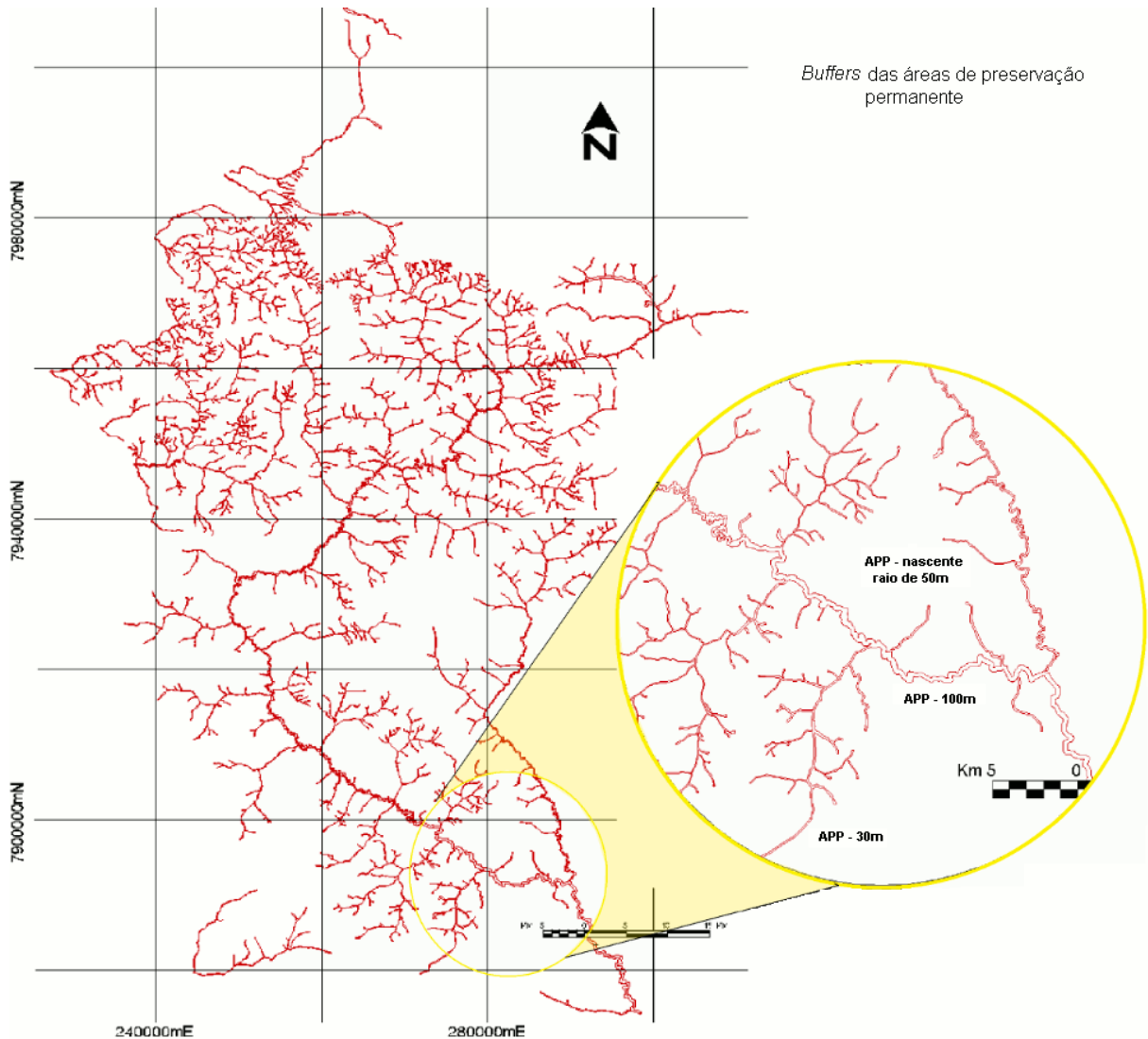


Figura 5.1 - Buffers das Áreas de Preservação Permanente dos corpos hídricos, no detalhe um trecho do Rio Sucuriú e alguns de seus afluentes.

Fatores como as dimensões dos cursos d'água, resolução espacial das imagens utilizadas e fitofisionomias presentes na região podem restringir a delimitação das faixas de APP.

## 5.2. Áreas de Preservação Permanente de declividade

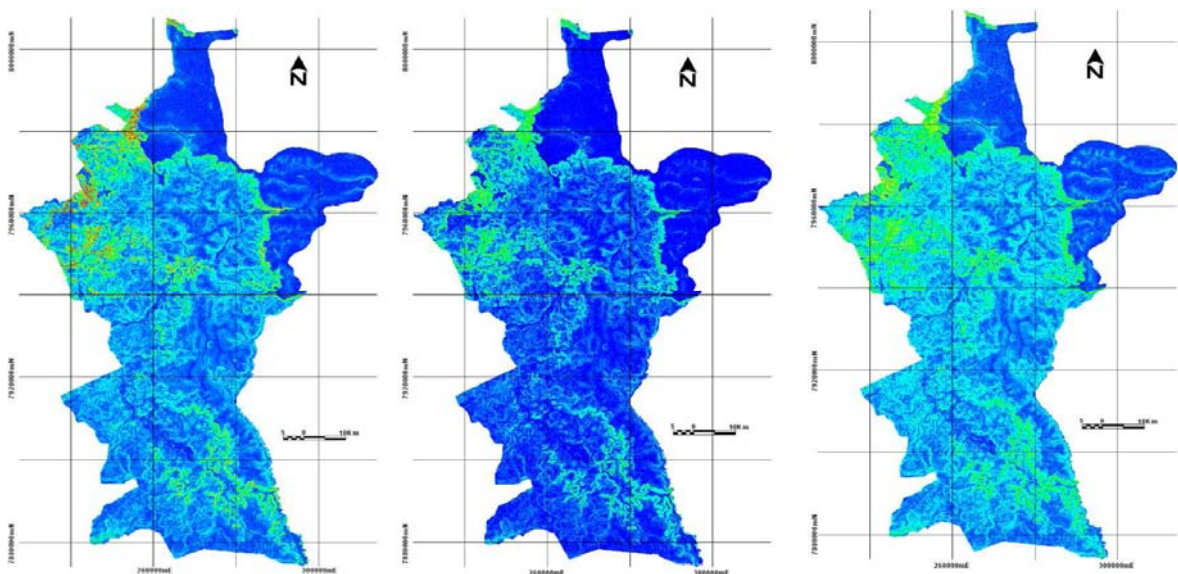
Os dados SRTM utilizados para a geração das cartas de declividade são os dados SRTM de 90 m (USGS, 2003), 30m (VALERIANO, 2005 e HIGA, 2009) apresentados na Figura 5.2



(a) SRTM 90m (USGS, 2008). (b) SRTM, 30m (VALERIANO, 2008) (c) SRTM 30m (HIGA, 2009)  
 Figura 5.2 - Zoom nos dados SRTM de 90 e 30m, evidenciando as diferenças em consequência da reamostragem. Com os dados SRTM de 30m, (b) e (c), é possível um melhor delineamento das feições.

Foi possível perceber com os dados SRTM reamostrados para 30 m que as informações obtidas apresentam um maior grau de detalhamento.

Na figura 5.3 estão às cartas de declividade geradas a partir dos dados SRTM de 90 m (USGS, 2003) e 30m (VALERIANO, 2005 e HIGA, 2009) utilizando o *Algoritmo SLOPE* do PCI Geomática.



(a) SRTM 90m (USGS, 2008). (b) SRTM 30m (VALERIANO, 2005) (c) SRTM 30m (HIGA, 2009)  
 Figuras 5.3 - Cartas de declividade geradas com o *Algoritmo SLOPE* do PCI Geomática a partir dos dados SRTM.

As informações raster das cartas de declividade foram convertidas para o formato vetorial, identificando-se assim os polígonos com onde a declividade é maior ou igual a  $45^\circ$ , as APP de declividade, Figura 5.4.

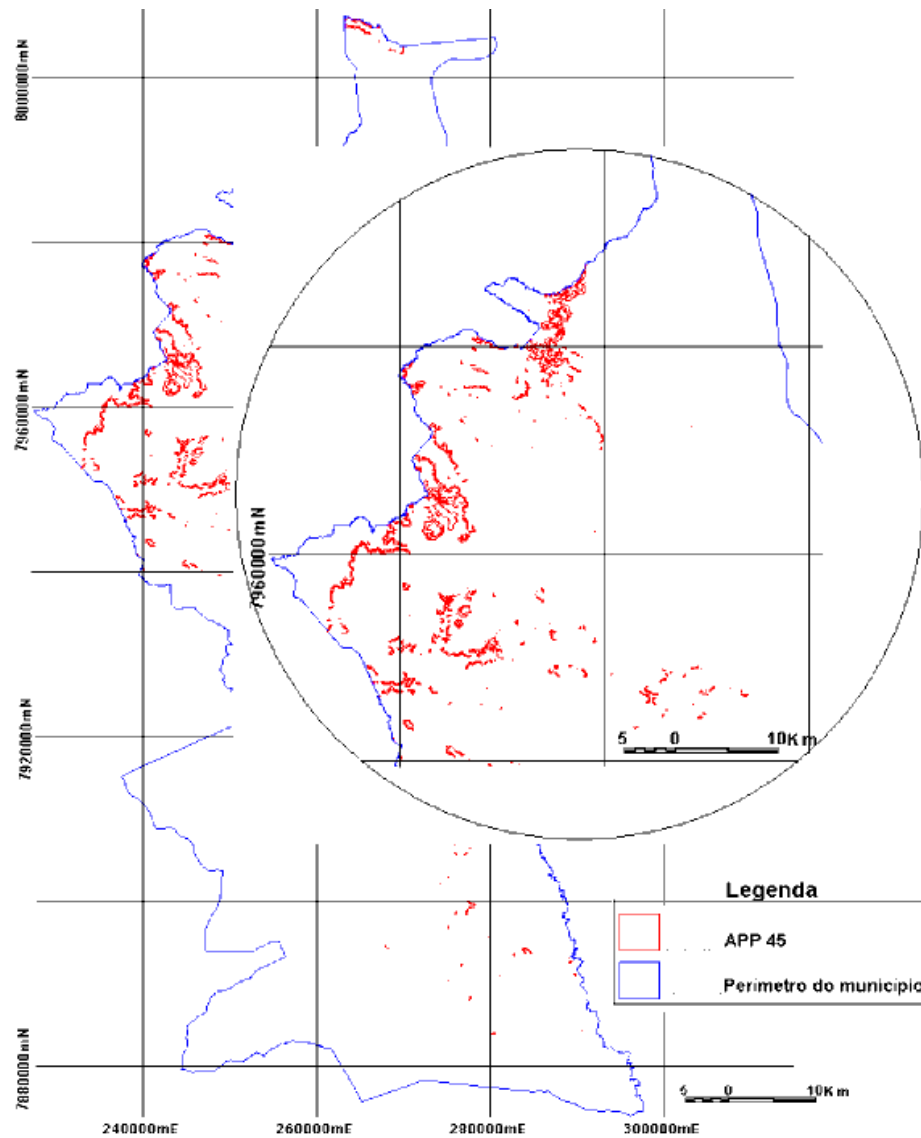


Figura 5.4 – Polígonos das áreas com declividade superior a  $45^\circ$ , gerados a partir dos dados raster da carta de declividade. As linhas em vermelho delimitam as APP\_D.



### 5.3. LANDSAT, CBERS, ALOS E IKONOS.

As imagens dos satélites LANDSAT sensores TM e ETM+, CBERS-2 sensor CCD, CBERS-2B sensores CCD e HRC, ALOS sensores AVNIR2 e PRISM e IKONOS, podem ser utilizadas para o apoio ao monitoramento de unidades de conservação, terras indígenas, queimadas, inundações, secas, cartografia e atualizações de mapas, dentre outros.

De acordo com PONZONI & SHIMABUKURO (2007), sempre que a atividade abranger dados de sensoriamento remoto, seja na coleta, na definição da escala de trabalho, ou no estudo da vegetação é preciso antes conhecer e analisar as suas potencialidades e limitações.

Quais imagens estão disponíveis?

Qual o tempo de revisita do satélite para essa área?

Quanto pode-se despende de tempo e recursos para esse projeto?

Qual a disponibilidade desses dados?

São perguntas que podem ser respondidas a partir da análise de cada sensor.

As imagens ALOS mesmo sendo consideradas de alta resolução espacial e de baixo custo, deixam de ser atraente quando se trata da resolução temporal, sua programação de imagens para o Brasil é para a estação chuvosa (janeiro a abril) o que dificulta a utilização desse tipo de imagem. Além de não possuir um padrão em se tratando da órbita-ponto, as cenas de um mesmo lugar e épocas diferentes não possui a mesma órbita-ponto.

Assim, conhecendo as características e limitações dos diferentes sensores, Tabela 5.1, pode-se identificar quais atendem melhor as necessidades para cada produto:

Tabela 5.1 - Características dos sensores utilizados.

	Sensores	Resolução				Bandas	R\$	tamanho da cena (Km)
		espacial (m)	temporal (dias)	radiométrica (bits)	espectral ( $\mu\text{m}$ )			
Satélites								
L5	TM	30	16	8	0,45 a 2,35	7	Gratuitas (INPE)	185
L7	ETM+	30	16	8	0,45 a 2,35	7	Gratuitas (INPE)	183
		15	16	8	0,5 a 0,90	1	Gratuitas (INPE)	183
	CCD	20	26	8	0,45 a 0,89	4	Gratuitas (INPE)	120
CBERS 2B	HRC	2,5	130			1	Gratuitas (INPE)	27
CBERS 2	CCD	20	26	8	0,45 a 0,89	1	Gratuitas (INPE)	120
IKONOS		1	2,9	11	0,45 a 0,90	1	R\$40,00 a 120,00/ Km <sup>2</sup>	13
		4	1,5	11	0,45 a 0,90	4	R\$40,00 a 120,00/ Km <sup>2</sup>	13
ALOS	AVNIR-2	10	Jaxa	8	0,42 a 0,89	4	*250,00/cena 2800,00/cena	70
	PRISM	2,5	Jaxa	8	0,55 a 0,77	1	*250,00/cena 2800,00/cena	35

Fonte: (ENGESAT, 2007) (INPE, 2007) (INPE, 2008)(IBGE, 2007)

\* De acordo com TERMO E CONDIÇÕES DE USO DOS PRODUTOS ALOS (IBGE, 2007).

São ditas de alta resolução as imagens com resolução espacial superiores a 10 m, e de média resolução com pixel maior que 10m.

As Áreas de Preservação Permanente ao longo dos corpos hídricos dependem da largura do rio (BRASIL, 1965), a vetorialização da hidrografia e a delimitação das APP ficam restringidas a natureza do dado de sensoriamento remoto. Conforme a resolução espacial da imagem sobre a qual foi feita a vetorialização e a escala desses dados vetoriais serão ou não limitadores do uso da imagem para esse fim.

Com as imagens de média resolução, não foi possível vetorializar as margens de rios ou córregos com menos de 15 m de largura, considerando ainda que a Mata Galeria recobrem, agravando mais o problema. Já com as imagens de alta resolução espacial a vetorialização das margens foi possível. Nas imagens de média resolução espacial foi vetorializado apenas o eixo principal do rio. Para rios mais largos, como o Rio Sucuriú, foi possível delimitar as margens com uma maior facilidade.

De acordo Lilesand et al. (2004), a reflectância da vegetação saudável aumenta consideravelmente na porção do infravermelho próximo do espectro eletromagnético, que compreende comprimentos de onda de cerca de 0,7  $\mu\text{m}$ . Considerando que no sensor TM do Landsat 5 a banda espectral que fornece as informações mais próximas desta faixa do espectro

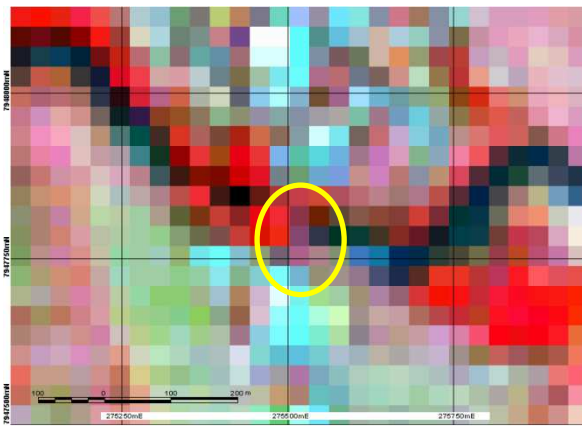
é a banda 4, verificando-se o mesmo para a banda 4 do sensor CCD do CBERS 2B, optou-se pela composição de bandas 432 para a análise visual de todas as imagens em estudo.

A figura 5.5 mostra a ponte sobre o Rio Sucuriú no centro de Costa Rica, em imagem fusionada IKONOS (RGB 432) com resolução espacial de 1m e serve como referência para a análise das figuras 5.6 e 5.7, sendo possível visualizar alguns pontos onde a APP está fragmentada ou não existe.

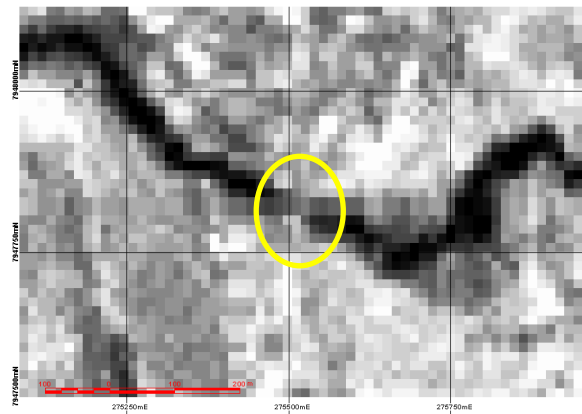


Figura 5.5 – Ponte central de Costa Rica – MS, com a delimitação das faixas de APP em amarelo, com 30m de largura em cada margem sobre uma imagem fusionada IKONOS (RGB 432) com resolução espacial de 1m, servindo ainda, como referência para a análise das figuras 3 e 4.

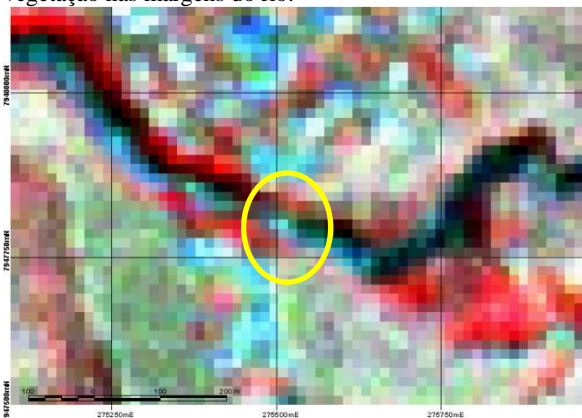
Na figura 5.6 e 5.7 têm-se esse mesmo ponto visto em diferentes sensores.



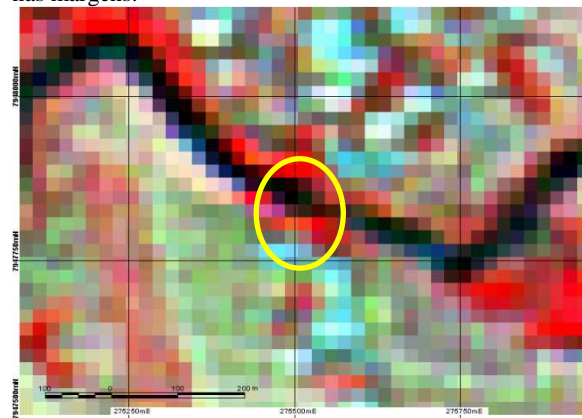
Landsat 5 (2007), RGB 432, pixel de 30m.  
 Não se individualiza arruamento, a ponte e mesmo o eixo do rio. A resposta espectral auxilia a identificar a presença de vegetação nas margens do rio.



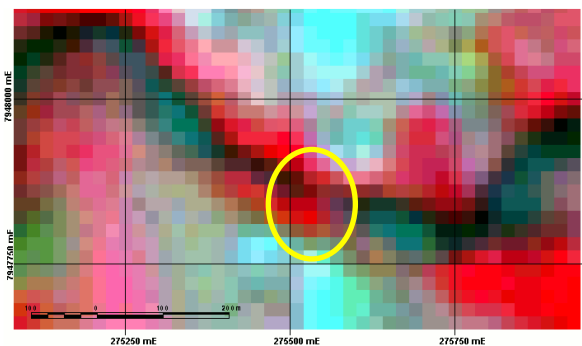
Landsat 7 (2001), PAN, pixel de 15m.  
 Pode-se individualizar o eixo do rio. Mas a falta de informação espectral não possibilita a detecção da vegetação nas margens.



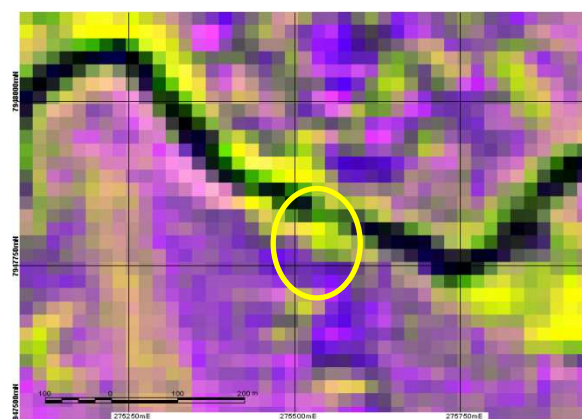
Fusão das bandas multiespectrais Landsat5 (2007) com a PAN Landsat 7 (2001), com 15m. Comparativamente com as imagens L5 de 30m ou com a PAN de 15m, a fusão contém mais informações, permitindo a identificação do eixo do rio e mesmo da vegetação nas suas margens, e o local da ponte.



CBERS 2 (2006), sensor CCD, RGB 432, pixel de 20m.  
 Possui resolução espacial maior do que a Landsat multiespectral, permitindo assim uma individualização pouco melhor do eixo do rio, apresentando também resultado pouco melhor para a identificação da vegetação ripária.

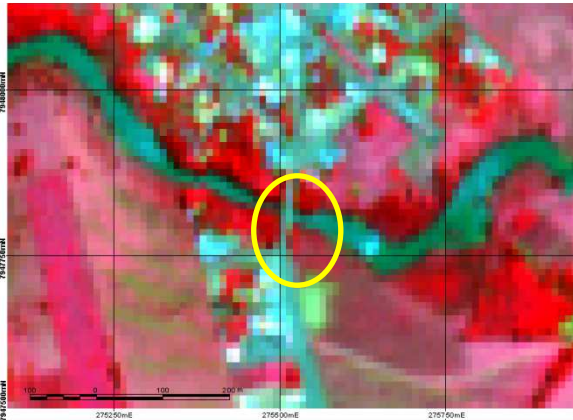


CBERS 2B (2008), sensor CCD, RGB 432, pixel de 20m.  
 Resultado equivalente ao CBERS-2 sensor CCD.



CBERS 2 (2006), composição falsa-cor utilizando o NDVI, o vermelho e o infravermelho próximo, pixel de 20m.  
 Este tipo de realce radiométrico auxilia na identificação do eixo do rio e da vegetação ciliar.

Figura 5.6- *Subsets* de diferentes imagens de média resolução espacial gratuitas, mostrando numa mesma escala, a mesma área sobre o Rio Sucuriu em Costa Rica, MS.



ALOS, AVNIR2, RGB 432, pixel de 10m.

Esta resolução espacial permite individualizar as margens do rio, relativamente à trama urbana e a ponte sobre o rio. Pode-se identificar e mensurar a vegetação ciliar.



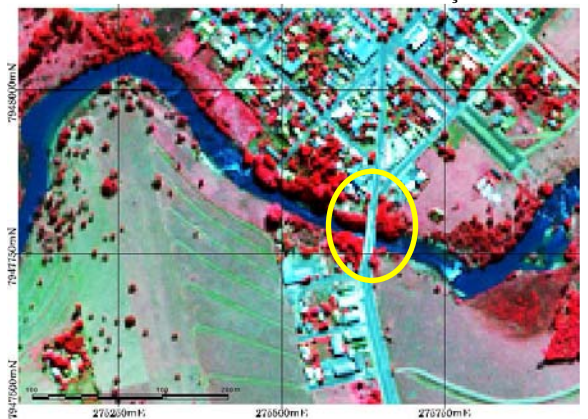
ALOS, PRISM, pan, pixel de 2,5m.

Individualizam-se as margens do rio, a trama urbana e a ponte sobre o rio. Mesmo somente em pancromático pode-se identificar e mensurar alguns elementos da vegetação. São individualizáveis as maiores árvores e construções.



Fusão ALOS, AV NIR-2, RGB 321 com ALOS, PRISM, pan, pixel de 2,5m.

Resultado equivalente ao do sensor prism, porém a composição colorida facilita a identificação da cobertura vegetal.



Ikonos-2, MSS, RGB 432, pixel de 4m.

Individualizam-se as margens do rio, a trama urbana e a ponte sobre o rio. Mesmo somente em pancromático pode-se identificar e mensurar alguns elementos da vegetação. São individualizáveis as maiores árvores e construções. A composição falsa-cor permite uma melhor identificação da cobertura vegetal.



Ikonos-2, MSS, banda vermelho, pixel de 1m.

Imagem de maior resolução de todas as analisadas. Mesmo somente em pancromático podem-se identificar as fitofisnomias e se mensurar os elementos de cobertura do solo.



Fusão Ikonos-2, MSS e banda pan, pixel de 1m.

Imagem de maior resolução de todas as analisadas, com a "facilidade" da composição colorida.

Figura 5.7 - *Subsets* de diferentes Imagens de alta resolução espacial não-gratuitas mostrando numa mesma escala, a mesma área sobre o Rio Sucuriu em Costa Rica, MS.

## 5.4. Exemplos de aplicabilidade

Dentre os pontos analisados foram escolhidos os pontos mais relevantes para a análise dos diferentes tipos de sensores quanto à identificação das áreas de preservação permanente. Apresentados nas Figuras 5.8 a 5.19.

### a) Ponto de ruptura de relevo no Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari - PENRT

A APP na borda do tabuleiro deve ter uma faixa com 100 m de largura a partir do ponto de ruptura do relevo. A presença de vegetação nesses locais contribui para a conservação das nascentes, da qualidade da água e estabilidade dos taludes. Na Figura 5.8 na área do PENRT verificou-se que a faixa de APP inexistente e em seu lugar existe atividade agrícola intensa.

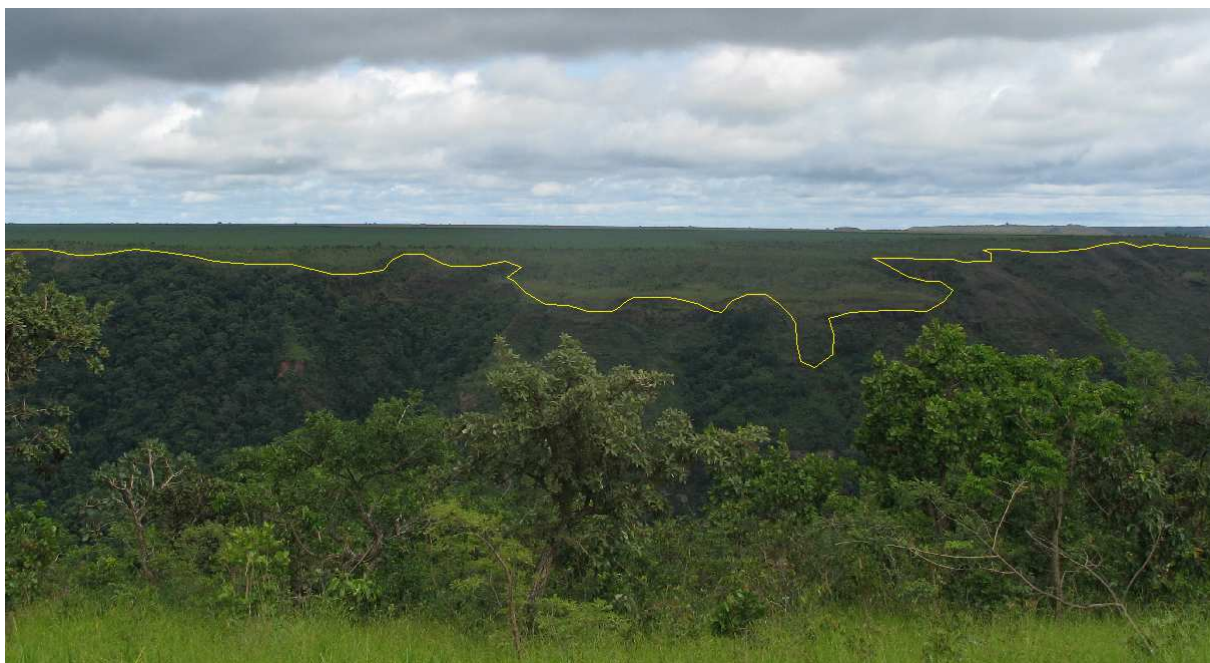
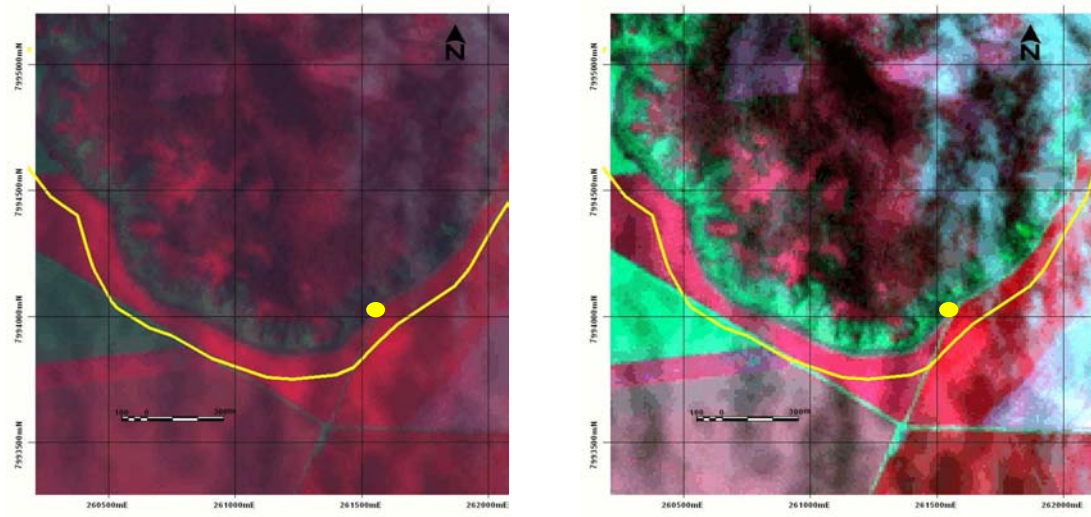


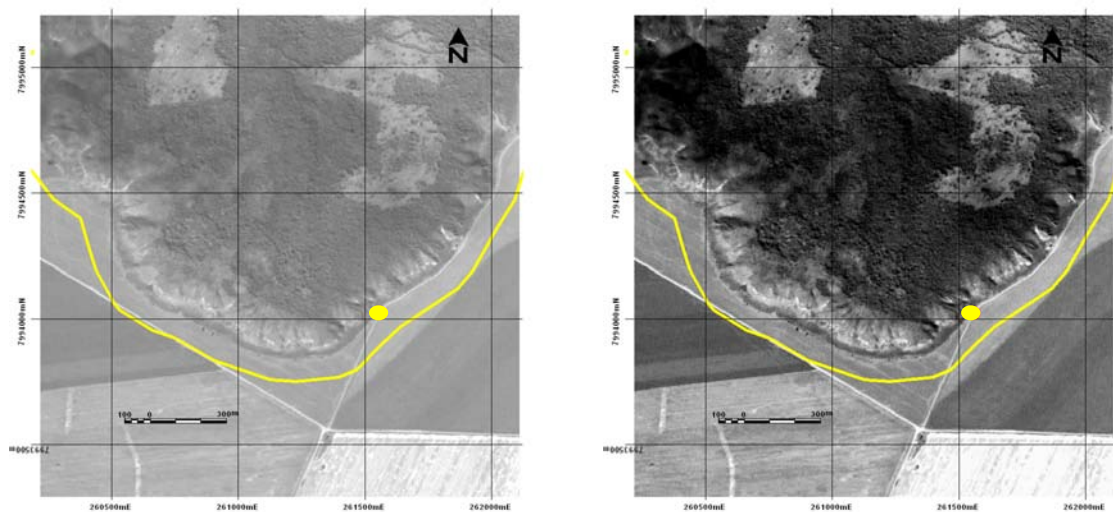
Figura 5.8 - Limite do PENRT - Borda sem APP; ao invés disso, na área existe intensa atividade agrícola. A linha em amarelo define a linha de ruptura.

Efetuada-se um *subset* deste ponto com os diferentes sensores disponíveis e com uma faixa de APP de 100m delimitada pela linha amarela, Figura 5.9 e Figura 5.10, facilmente percebe-se a inexistência da APP.

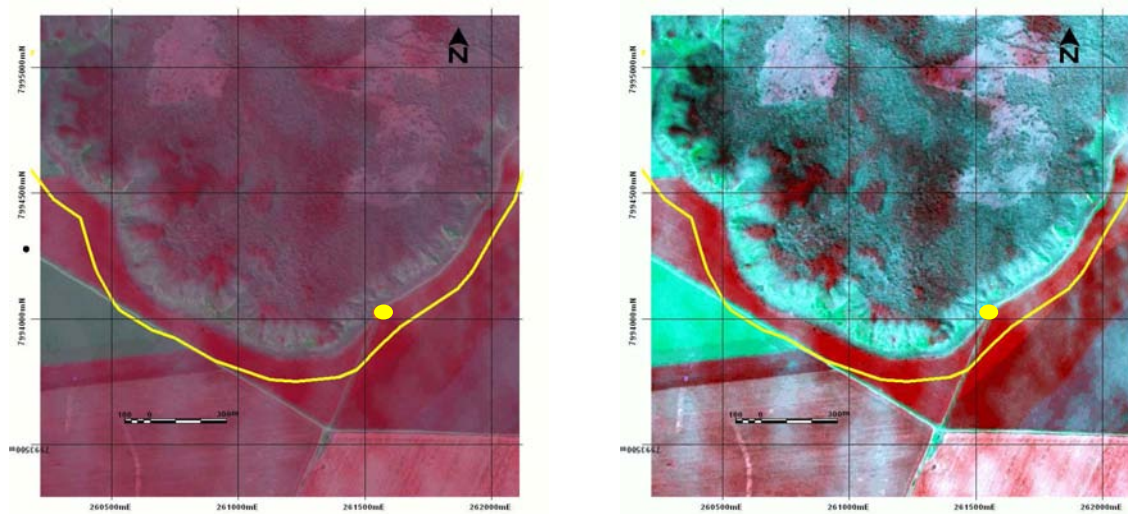
Na figura 5.9, as imagens dos sensores AVNIR2 (a), PRISM (b) e a fusão destes sensores(c), permitem a constatar a ausência de APP nos limite do PENRT, na zona de amortecimento. É possível visualizar ainda a atividade agrícola existente no entorno.



(a) Sensor Avnir-2/ALOS (4,3,2) com resolução espacial de 10m, na imagem da esquerda utilizou-se o filtro Adaptive no PCI Geomática (PCI, 2007)



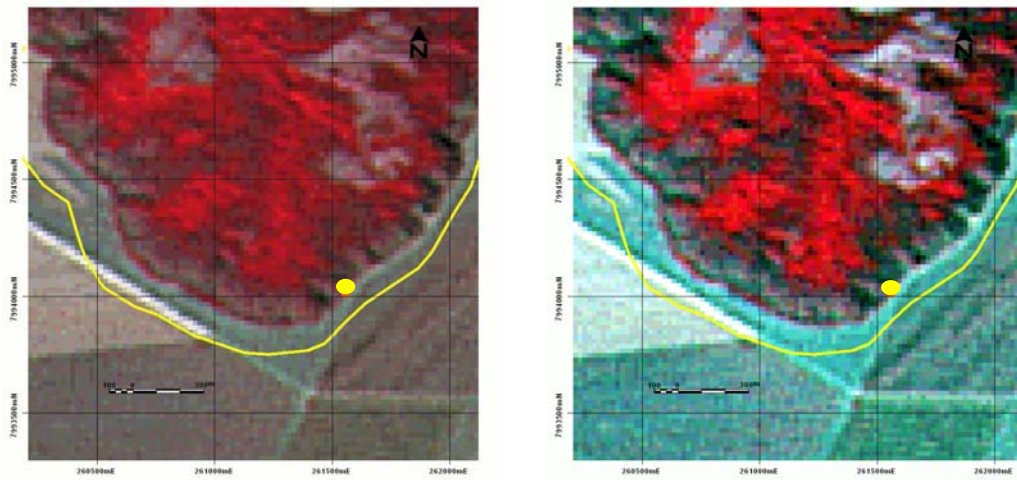
(b) PRISM/ALOS com resolução de 2,5 m, na imagem da esquerda utilizou-se o filtro Adaptive no PCI Geomática (PCI, 2007).



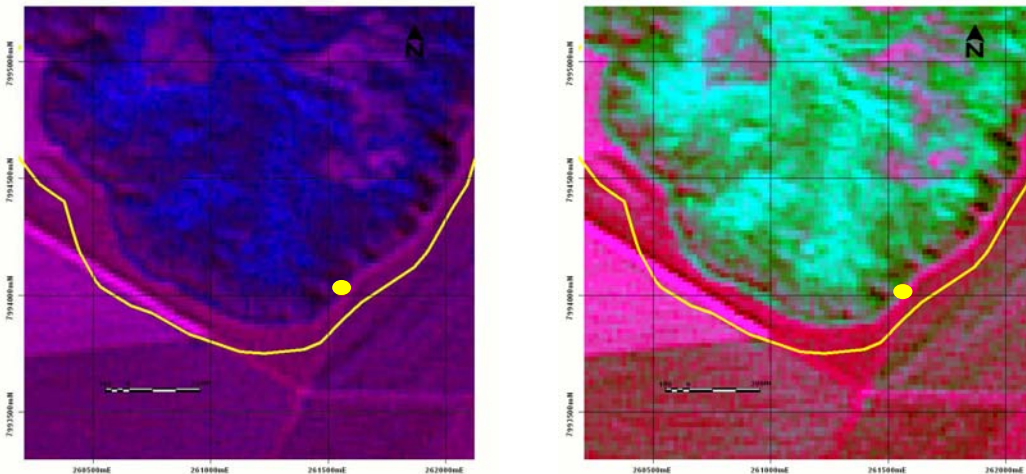
C) Fusão PRISM e AVNIR -2 utilizando o algoritmo PANSHARP com resolução espacial de 2,5 m. na imagem da esquerda utilizaram-se o filtro Adaptive no PCI Geomática. (PCI, 2007).

Figura 5.9 - *Subset* das imagens ALOS com resolução espacial de 10m, 2,5m e estas fusionadas com resolução espacial (2007). Permitindo individualizar as margens do rio, relativamente a trama urbana e a ponte sobre o rio. Sendo possível ainda, identificar e mensurar a vegetação ciliar.

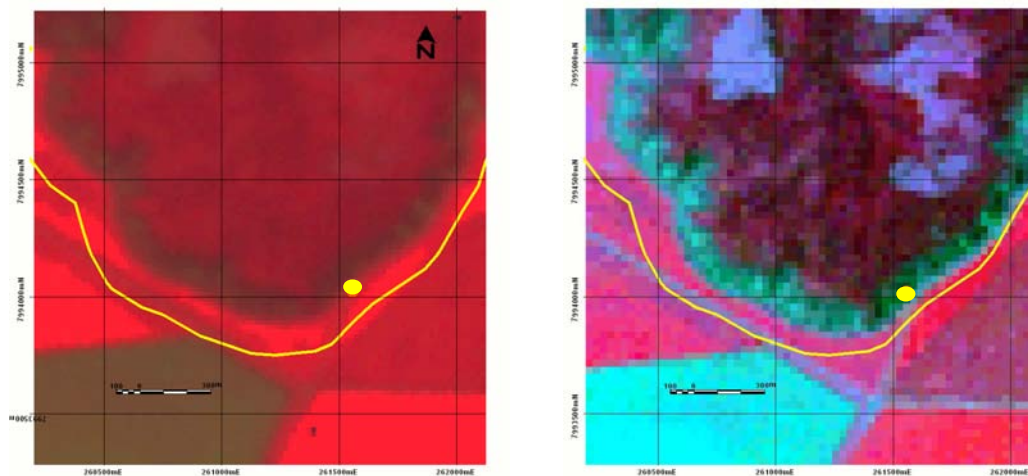
Na figura 5.10, são apresentados exemplos de imagens do sensor CCD, satélite CBERS- 2 (a e b) e 2B (c), evidenciando a ausência de APP nos limites do PENRT.



(a) Imagem CCD/CBERS-2 de 2006 com resolução espacial 20m, no *subset* da esquerda aplicou-se o filtro *Adaptive* no PCI Geomática. (PCI, 2007).



(b) Imagem da imagem CBERS-2/CCD de 2006 combinação RGB usando o NDVI no Azul, individualizando ainda mais a vegetação. No *subset* da esquerda aplicou-se o filtro *Adaptive* no PCI Geomática. (PCI, 2007).



(c) Imagem CCD/CBERS-2B de 2009 com resolução espacial de 20m. No *subset* da esquerda aplicou-se o filtro *Adaptive* no PCI Geomática. (PCI, 2007).

Figura 5.10 - *Subset* das Imagens CBERS-2 e 2B, mostrando um trecho da região do entorno do PENRT sem a preservação das APP.



b) Município de Costa Rica

Na Figura 5.11 tem-se um *subset* da Imagem IKONOS multiespectral sobre os dados SRTM em 3D View, no software *Global Mapper*. Sendo possível identificar as áreas onde não há vegetação ciliar.

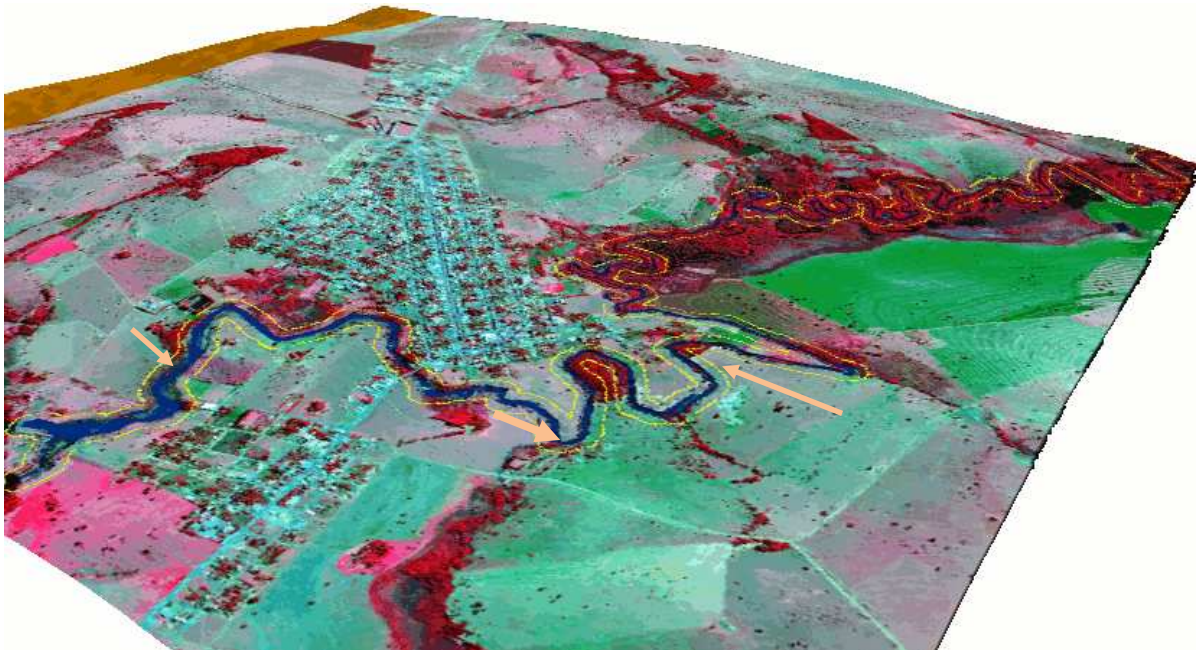


Figura 5.11 - Recorte da imagem IKONOS e SRTM em “3D View”, as linhas amarelas representam as faixas de APP de um trecho do Rio Sucuriú.

Inserindo as imagens ALOS sensor AVNIR-2 sobre os dados SRTM, figura 5.12, podem-se observar as Faixas de APP em um trecho do Rio Sucuriú próximo à sede do município de Costa Rica. Apresentam-se diversos trechos sem a vegetação ciliar.

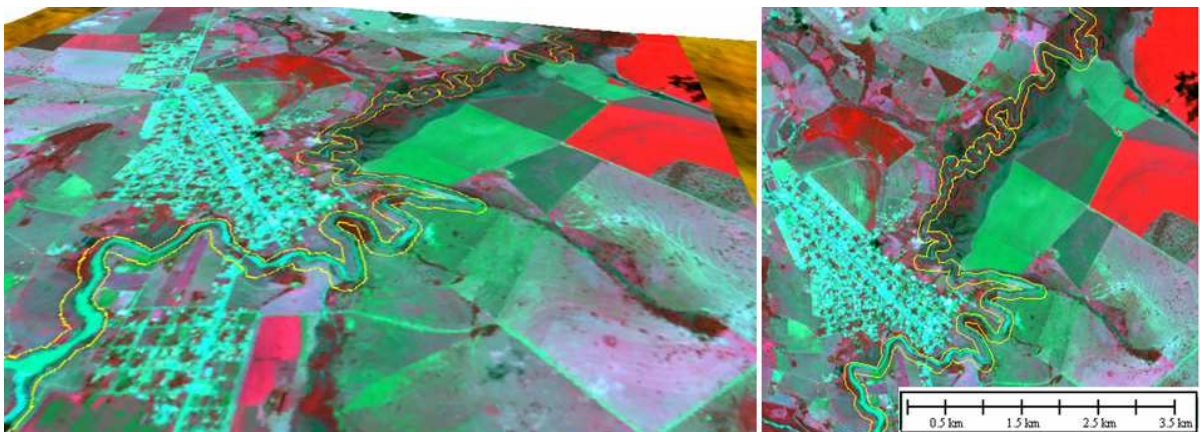


Figura 5.12 – Recorte da imagem ALOS (RGB 432) e SRTM em “3D View”, as linhas amarelas representam as faixas de APP de um trecho do Rio Sucuriú.

Na região delimitada pelo círculo amarelo, apresenta-se um trecho do Rio Sucuriú (Figura 5.13) em que foi possível perceber a inexistência e a fragmentação da vegetação ciliar. Em (b) tem-se o realce espacial utilizando a imagem ALOS, sensor AVNIR-2 (RGB 432) com resolução espacial igual a 10m (a) e o sensor ALOS/PRISM com resolução espacial de 2,5 m (c).

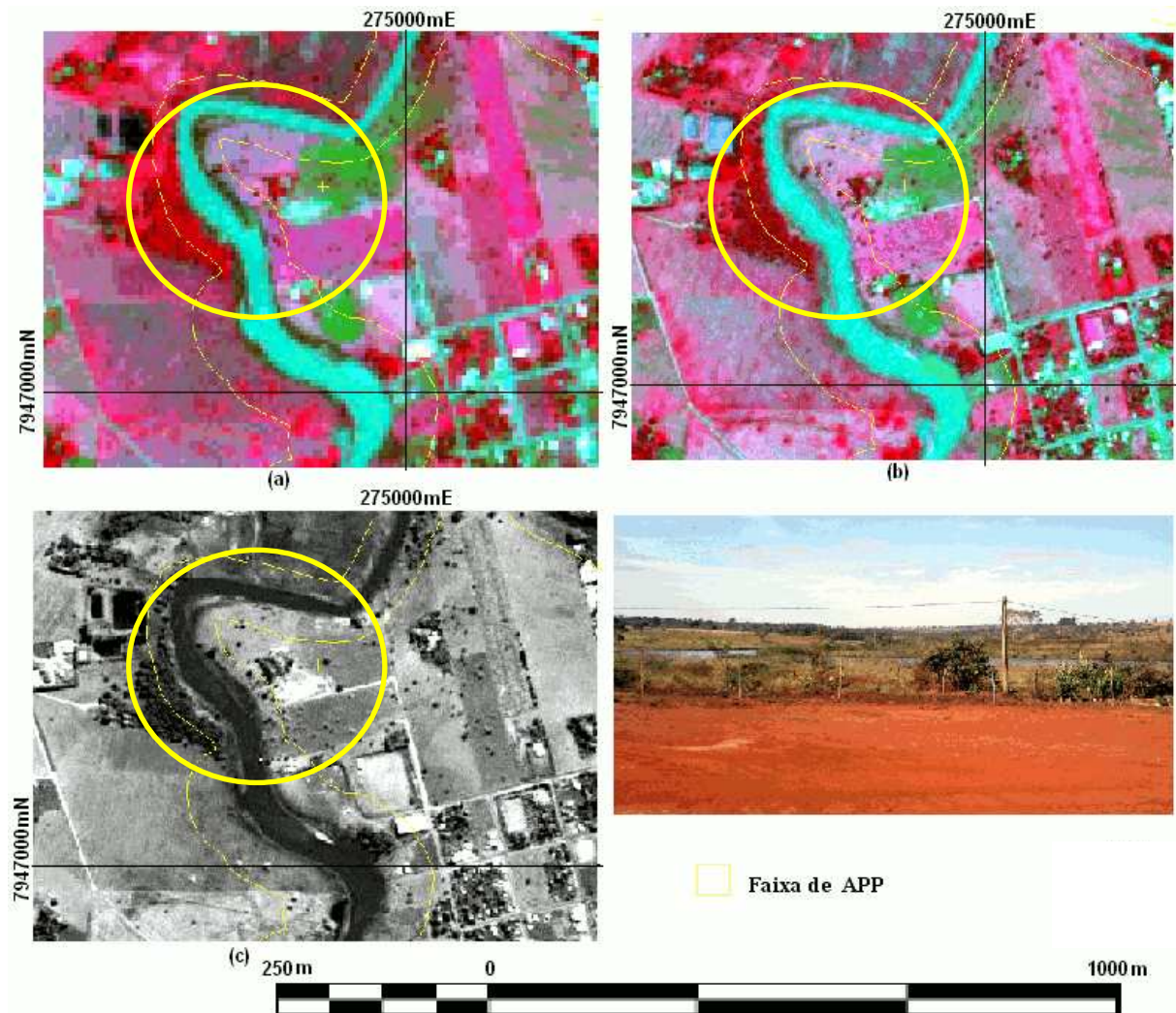


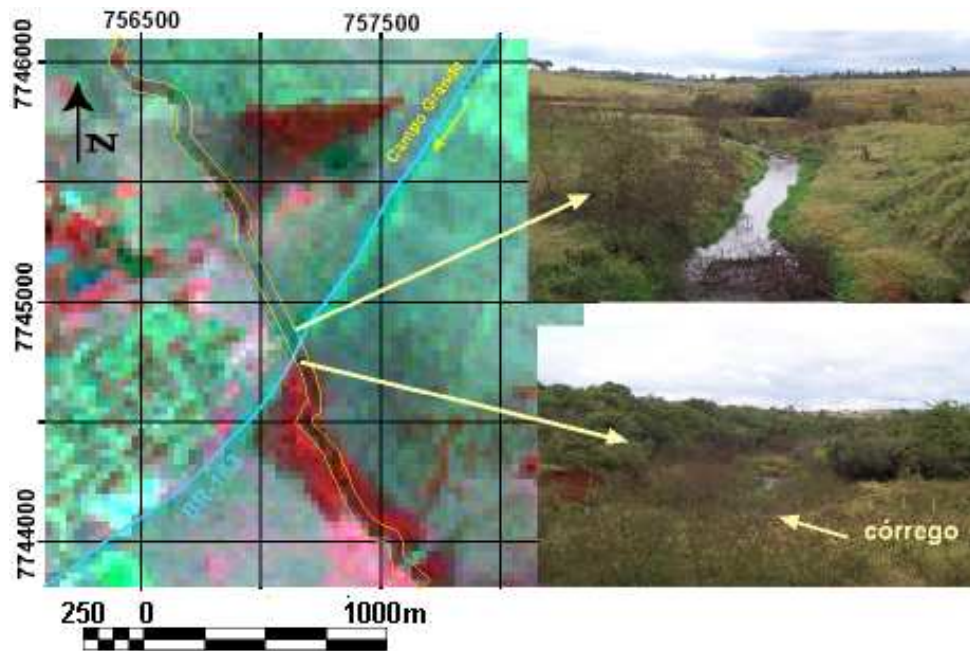
Figura 5.13 Faixa de APP ao longo do Sucuriú, na região delimitada pelo círculo amarelo, em que foi possível perceber a inexistência e a fragmentação da vegetação ciliar. Em (b) tem-se o realce espacial utilizando a imagem ALOS, sensor AVNIR-2 (RGB 432) com resolução espacial igual a 10m (a) e o sensor ALOS/PRISM com resolução espacial de 2,5 m (c).

Assim, é possível identificar a presença ou ausência de vegetação utilizando imagens de alta resolução espacial do ALOS (10m) ou com as imagens de média resolução CBERS/CCD de 20m gratuitas, verificando-se ainda a condição da preservação das APP.

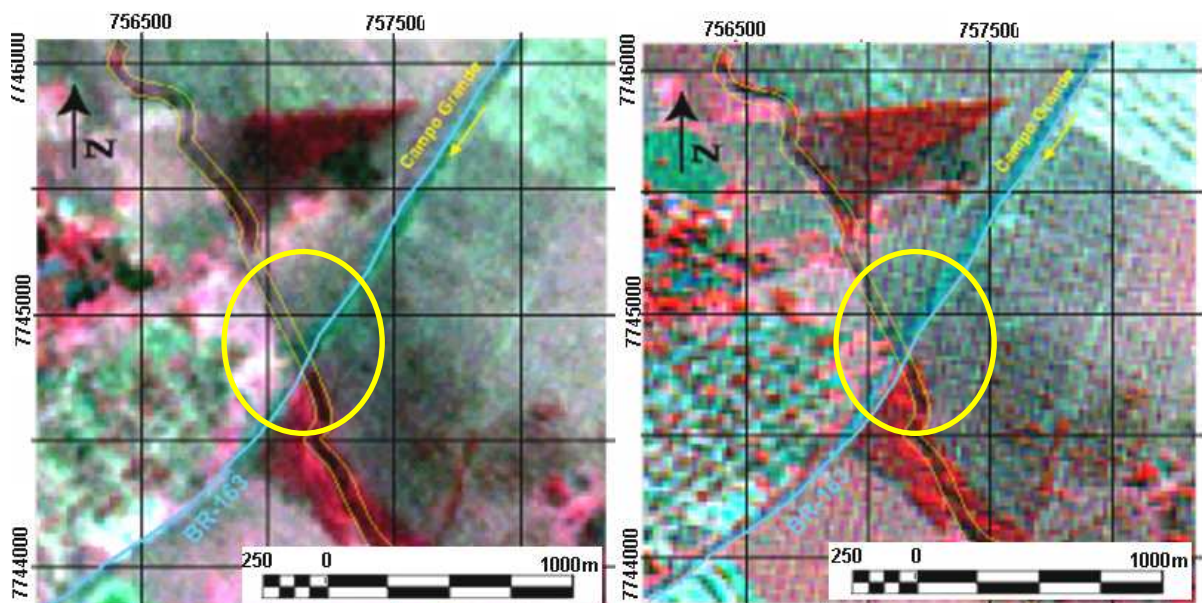
A ruptura de relevo tornou-se perceptível através das sombras das imagens e por meio dos dados SRTM.

## c) Região de Campo Grande

Na Figura 5.14, rodovia BR-163 - Km 493, próximo ao perímetro urbano de Campo Grande, onde foi possível identificar com clareza a ausência de APP, mesmo a largura do córrego sendo menor que 10 m. Tanto com a imagem fusionada, como Na LANDSAT, na CBERS-2 ou 2B foi possível observar as características reais do ponto analisado.



(a) Imagem Multiespectral LANDSAT/ETM+, com resolução espacial de 30m.

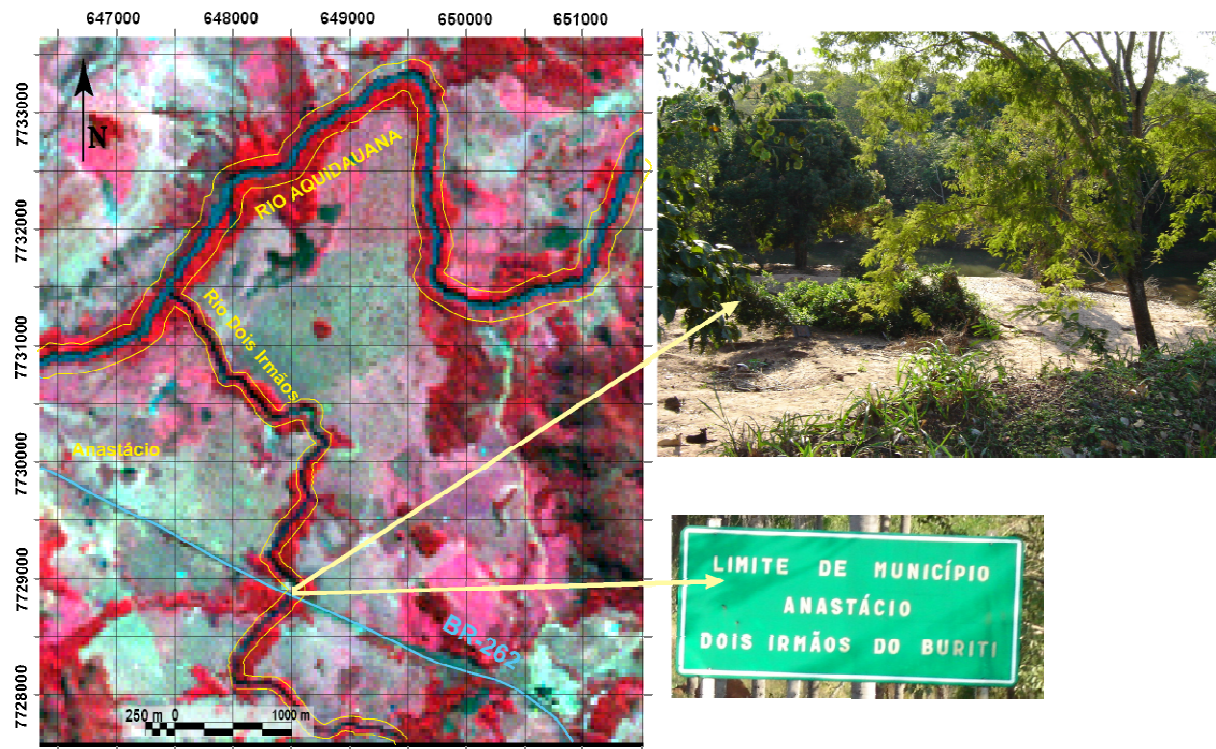


(b) Fusão utilizando o método Multiplicativo, com resolução espacial de 15 m.

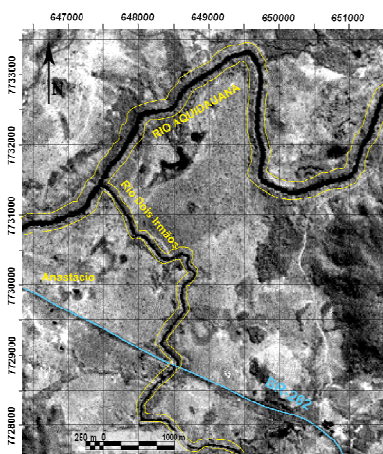
(c) Imagem Multiespectral CBERS-2/CCD (21/07/2006), com resolução espacial de 20 m.

Figura 5.14 - APP do córrego com largura menor que 10 m, as linhas em amarelo representam as APP. À direita da rodovia observa-se o trecho sem APP e na esquerda existe um trecho onde há a fragmentação da APP.

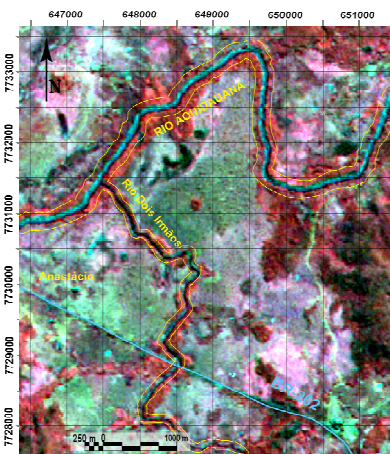
Em alguns pontos analisados, verificaram - se a ausência da faixa de APP e a presença de algum tipo de empreendimento. A Figura 5.15 evidencia um desses casos. Através das imagens, é possível observar a falta de vegetação junto à ponte.



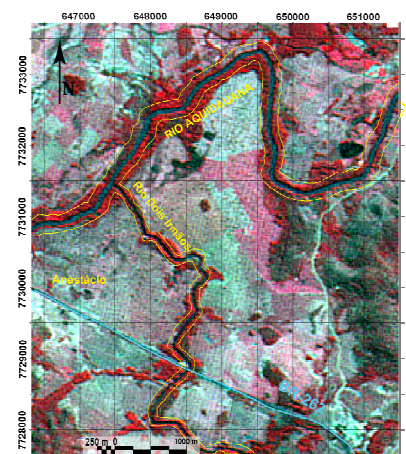
(a) Imagem Multiespectral LANDSAT/ETM+, com resolução espacial de 30 m.



(b) Imagem Pancromática LANDSAT/ETM+, com resolução espacial de 15 m.



(c) Fusão utilizando o método multiplicativo com resolução espacial de 15 m.

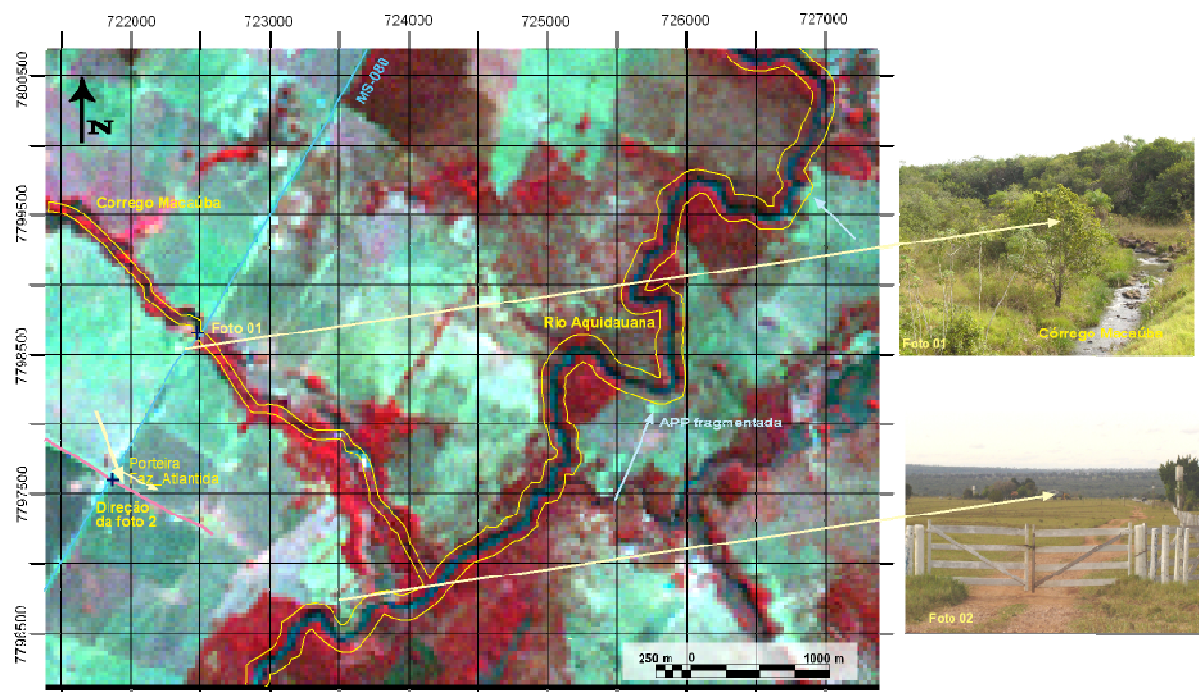


(d) Imagem Multiespectral CBERS-2/CCD (07/2006), com resolução espacial de 20m.

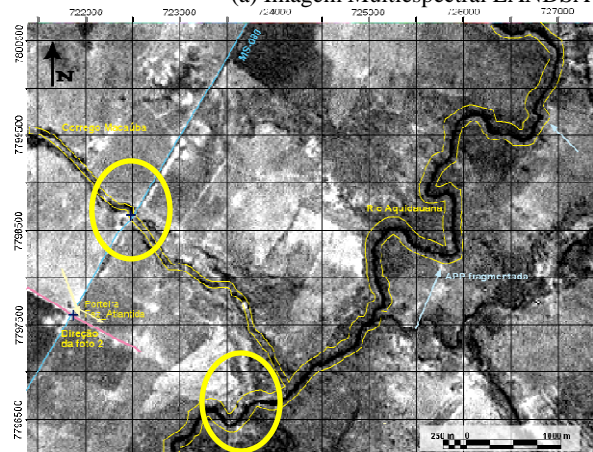
Figura 5.15 - Rio Aquidauana e Rio Dois Irmãos. Em (a), (b), (c) e (d) identifica-se diversos pontos onde as APP estão fragmentadas ou inexistem.

A Figura 5.16 apresenta um trecho da APP do Córrego Macaúba e do Rio Aquidauana, (a) evidenciando alguns pontos onde a vegetação da APP do Rio Aquidauana está fragmentada e a vegetação no Córrego Macaúba reduzida próximo à ponte e na sede da

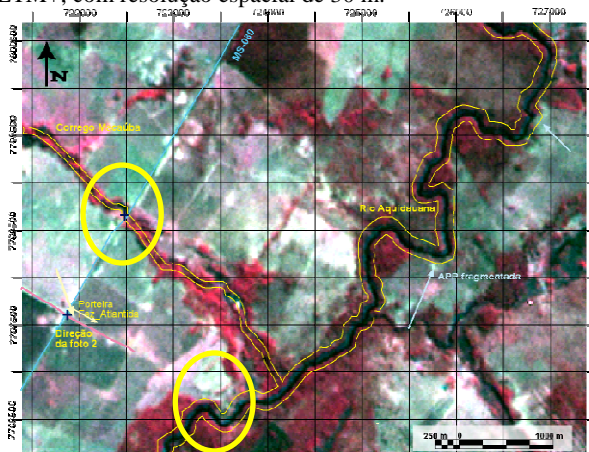
fazenda. Através da banda PAN (b) é possível vetorializar as margens do rio e estimar a faixa da APP, porém não é possível visualizar sua condição de preservação. Na fusão em (c) é possível identificar a condição da APP.



(a) Imagem Multiespectral LANDSAT/ETM+, com resolução espacial de 30 m.



(b) Imagem Pancromática LANDSAT/ETM+, com resolução espacial de 15 m.



(c) Fusão utilizando o método Multiplicativo, com resolução espacial de 15 m.

Figura 5.16 - APP do Córrego Macaúba e do Rio Aquidauana.

#### d) Bacia do Guariroba

A Sub-Bacia hidrográfica do Córrego Guariroba, cuja foz é no Córrego Botas, inserida na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná desempenha um importante papel no abastecimento de água da população urbana do Município de Campo Grande-MS.

Na Figura 5.17, tem-se um outro ponto da Sub-Bacia do Guariroba onde a vegetação ciliar se mostra fragmentada em alguns trechos e ausente em outros.

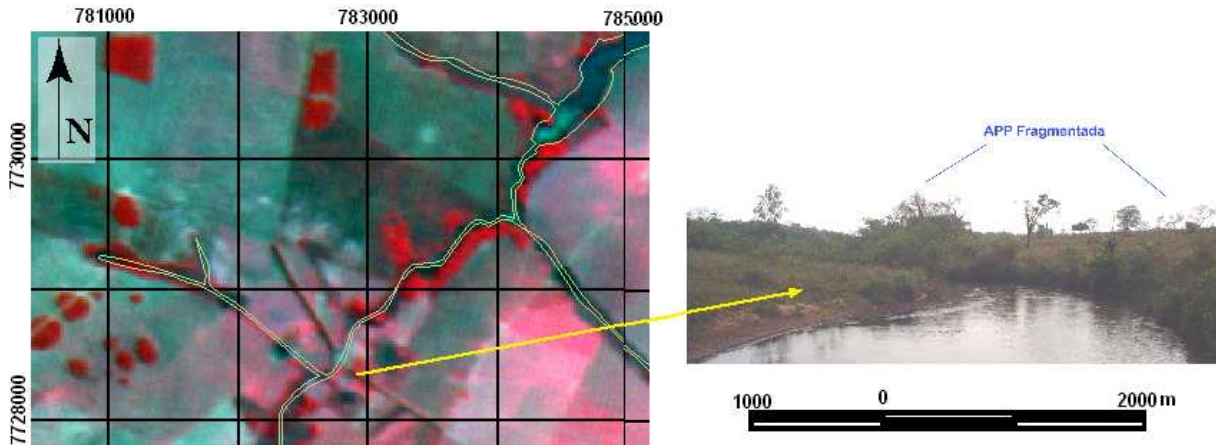


Figura 5.17 - Delimitação dos *buffers* de APP sobre um *Subset* da imagem CBERS-2/CCD de 2007.

Na figura 5.18, tem-se a um *subset* da imagem CBERS-2/CCD de 2007, e à esquerda, a foto de parte do reservatório e de um dos afluentes do Córrego Guariroba. Pode-se perceber a ausência da vegetação ciliar ao longo das margens e no entorno do reservatório, estando ocupadas por pastagens.

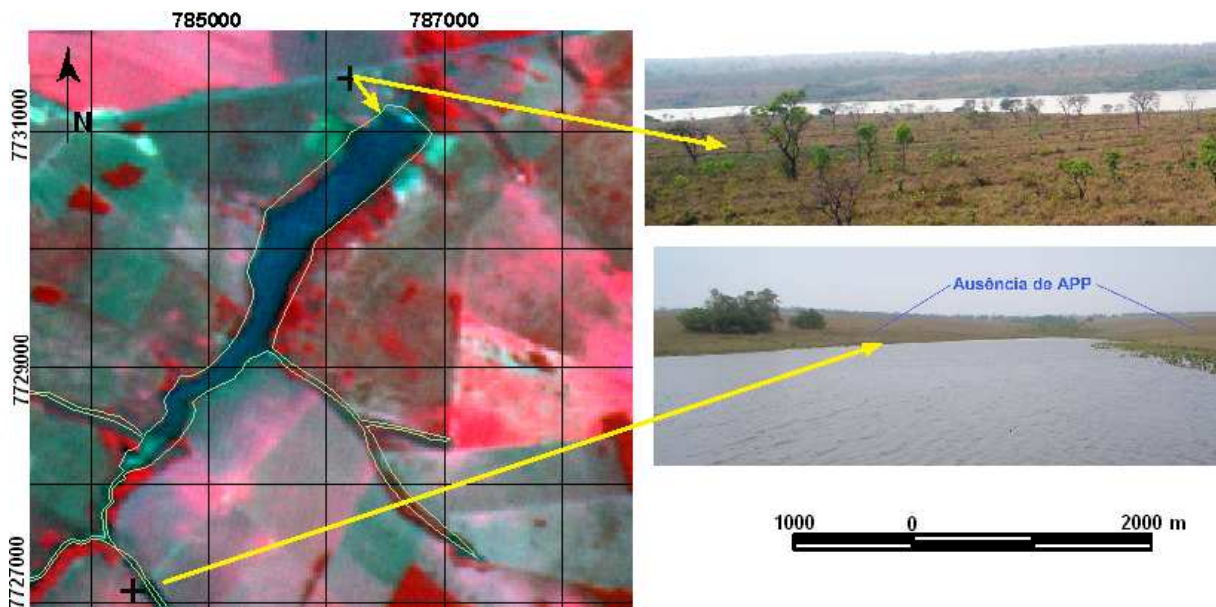


Figura 5.18 - Delimitação dos *buffers* de APP sobre um *subset* da imagem CBERS-2/CCD de 2007

A imagem CBERS-2B/HRC de 2009, figura 5.19, mostra parte da Sub-Bacia do Guariroba, praticamente sem vegetação ciliar, tanto a área do entorno do reservatório quanto aquela das margens dos afluentes estão sem APP, ou com pouca vegetação.

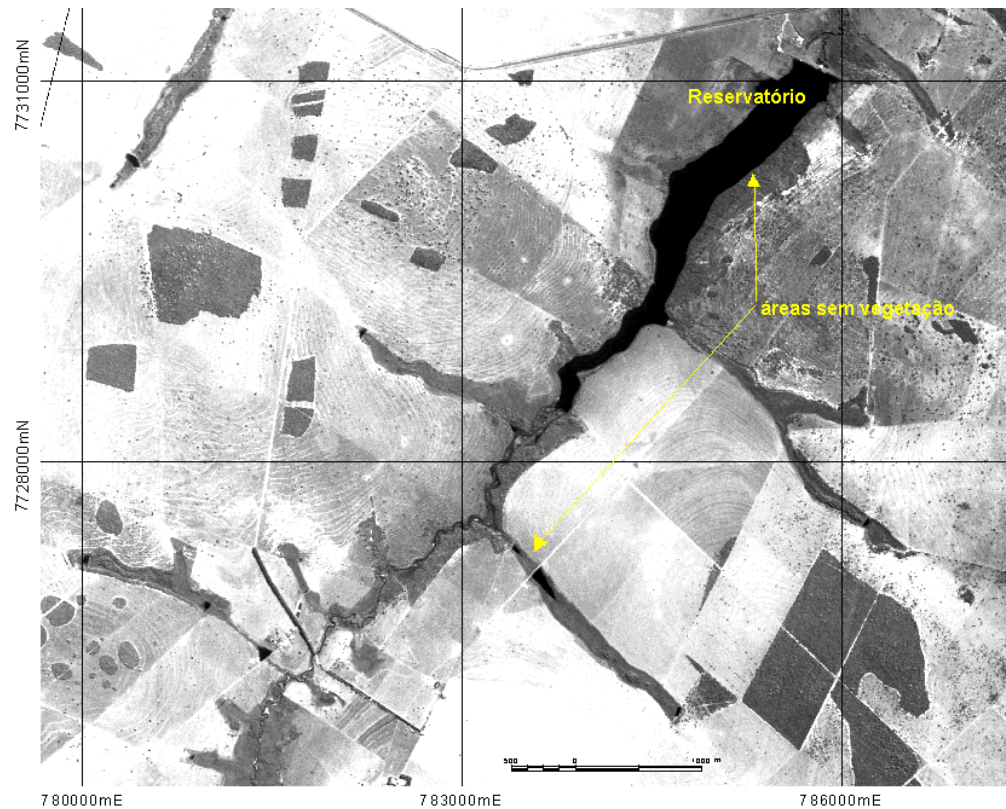


Figura 5.19 - *Subset* da imagem CBERS-2B/HRC com resolução espacial de 2,5 m mostrando parte da Sub-Bacia do Guariroba.

## 5.5. Resolução Espacial x Escala

De acordo com a PEC, *noventa por cento dos pontos definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica-Planimétrico. Para a Classe A o PEC- planimétrico é igual 0,5 mm, na escala da carta, sendo de 0,3mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.*

Na tabela 5.2 apresentam-se os valores de erro para algumas escalas e revela-se se é possível ou não atender ao PEC. (Considerando como erro máximo um pixel).

Tabela 5.2 - Valores de erro para algumas escalas

Sensor	Escola	250000		150000		100000		50000		25000		10000	
	RE (m)	0,05	atende?	0,05	atende?	0,05	atende?	0,05	atende?	0,05	atende?	0,05	atende?
CBERS-2/CCD	20	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	nao	5	não
CBERS-2B/HRC	2,5	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim
FUSÃO CBERS	2,5	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim
LANDSAT7	30	125	sim	75	sim	50	sim	25	não	12,5	não	5	não
LANDSAT7/PAN	15	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	não	5	não
FUSAO L7	15	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	não	5	não
LANDSAT5/MSS	30	125	sim	75	sim	50	sim	25	não	12,5	não	5	não
ALOS/PRISM	2,5	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim
ALOS/AVNIR2	10	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	não
FUSÃO ALOS	2,5	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim
IKONOS	4	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim
IKONOS	1	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim
FUSAO IKONOS	1	125	sim	75	sim	50	sim	25	sim	12,5	sim	5	sim

Para se ter uma noção da escala máxima de trabalho adequada, divide-se o valor da resolução espacial pelo erro gráfico ou erro de graficismo que é 0,02 cm, o mínimo que se consegue traçar sem o auxílio de qualquer equipamento. Porém, deve-se levar em conta ainda, o Padrão de Exatidão cartográfico que é subdividido em classes. Para a classe A, o erro padrão planimétrico não deve ultrapassar a 0,05 cm. No momento da definição da escala, é preciso levar-se em conta também o meio pelo qual serão exibidas, dispostas essas cartas.

Por exemplo, o CBERS-2 possui resolução espacial igual a 20 m, sendo esta sua escala máxima de trabalho: 1:100000.

Observando-se o erro padrão da PEC classe A, 0,05 cm a escalas máxima são de 1:40000.

Segundo Paranhos et al (2008), os produtos cartográficos gerados a partir das imagens de satélite devem considerar o erro de graficismo, o PEC e ainda a precisão da correção geométrica paliçada a cada imagem quando da definição da escala de trabalho.

## 5.6. Custo

A demanda por dados de sensoriamento remoto é crescente, há novos satélites, novos softwares, e novas áreas ocupadas por esse tipo de ferramenta. Durante as etapas de definição



do produto final e planejamento, é importante agregar informações acerca dos custos. Considerando também a relevância de se estabelecer qual é o produto a ser gerado.

Existem dados de sensoriamento remoto e softwares capazes de manipulá-los disponíveis gratuitamente na web. Eles atendem, em escala adequada, os diversos usos requeridos, há ainda imagens de baixo custo, como as ALOS, que, para o território brasileiro, tem como restrição do uso o período de captura das imagens, a estação chuvosa..

Para a realização deste trabalho apenas as imagens ALOS e IKONOS foram adquiridas. As imagens ALOS comercializadas entre US\$ 125,00 e US\$ 2800,00 e as IKONOS distribuídas por em torno de R\$ 50,00 o Km<sup>2</sup> considerando que a imagem já esteja em acervo.

## 6. CONCLUSÃO

As imagens dos vários sensores remotos de diferentes períodos e os dados SRTM, concatenados em um SIG, permitiram a identificação das limitações e capacidades destes sensores quanto à determinação da condição de preservação das APP.

A metodologia aplicada aqui pode ser reproduzida para outras regiões com vegetação análoga, sendo possível utilizar tanto dados de sensoriamento remoto como *softwares* disponíveis gratuitamente na *web*, reduzindo custos.

As imagens de média resolução CBERS e LANDSAT permitiram a determinação da presença ou não de vegetação nas áreas de preservação permanente, propiciando bons resultados. São ainda atuais e requerem menos recursos financeiros, pois são disponibilizadas gratuitamente pelo INPE, muito embora precisem algum nível de correção e tratamento para serem utilizadas.

Na análise dos sensores isoladamente, as imagens CBERS-2B sensor HRC, embora de alta resolução espacial (2,5 m), têm como principal desvantagem a resolução temporal de 130 dias, que pode impedir seu uso para um monitoramento contínuo. Apesar das imagens IKONOS se mostrarem as melhores entre as analisadas, pois são as de maior resolução espacial (chegando a 1m), são comercializadas por Km<sup>2</sup> e sendo assim também as mais caras analisadas.

Os sensores do satélite ALOS considerados de alta resolução (chegando a 2,5m) não são tão caros como as IKONOS e possuem preços diferenciados para atividades de pesquisa. Sua desvantagem está no período de captação das imagens, que para o Brasil, ocorre no período das chuvas, tornando raras as imagens sem nuvens.

A banda Pan do LANSAT 7 utilizada nas fusões, mesmo sendo de 2001, permitiu o realce espacial das imagens Landsat 5 e CBERS-CCD, ambas mais atuais. Com a fusão dos dados de alta e média resolução foram geradas imagens de alta resolução coloridas, contribuindo para a verificação da condição de preservação das APP. O fusionamento de

imagens é um processo simples, porém as imagens devem estar perfeitamente registradas entre si.

Para os cursos d'água com largura inferior a 10 m, os sensores de média resolução não permitiram a individualização de suas margens. No entanto, mesmo assim foi possível delimitar e avaliar as faixas de APP. Já a delimitação das APP dos cursos d'água com largura superior a 30m foi bastante satisfatória, pois foi possível caracterizar as faixas a partir das margens e evidenciar alguns usos das áreas.

Tanto com os dados SRTM com resolução de 90 m quanto para os dados com resolução de 30m, foi possível a identificação da condição das áreas de APP de declividade. A qualidade dos dados SRTM é inquestionável, sendo que, com os dados reamostrados para 30, tem-se um maior detalhamento.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AQUINO, F.G, OLIVEIRA, M.C. **Uso da Reserva Legal no bioma Cerrado uso e preservação - Documentos issn 1517-511 158.** EMBRAPA, 2006.

ASF - Alaska Satellite Facility. **America ALOS Data Nodes.** 2006. Disponível em <http://aadn.asf.alaska.edu/>. Último acesso em dezembro de 2007.

ASF - Alaska Satellite Facility **Mapready 2.1.11.** Disponível em <http://www.asf.alaska.edu/sardatacenter/softwaretools>. Último acesso em dezembro de 2007.

Avenza Systems Inc. **Mapublisher version 4.0, for Macromedia FreeHand user, for Windows and Macintosh Avenza Systems. Inc.** 2000-2001. Colorado USA.

BATISTELLA, M.; CRISCUOLA, C.; MIRANDA, E. E.; FILALARDI, A. L. **Satélites de Monitoramento.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br>. Acesso dezembro de 2005.

BRASIL, Leis. **Lei nº 4.771 15 de setembro de 1965 – Institui o novo Código Florestal.** DOU 16/09/1965.

BRASIL. **Lei Federal nº. 9.985, de 18 de julho de 2000.** Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza e dá outras providências. 2000.

BRASIL. Leis. **Decreto nº 5.334 de 6 de janeiro de 2005. Dá nova redação ao art. 21 e revoga o art. 22 do Decreto no 89.817, de 20 de junho de 1984, que estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.** DOU 07/01/2005.

BRASIL. Leis. **Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional.** DOU 22/06/1984.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Presidência da República – Casa Civil. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.htm). Acessado em dezembro de 2007.

BRASIL, Leis. **Medida Provisória nº 2.166-67 de 24 de Agosto de 2.001**. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº 9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências.

CARRIJO, M.G.G. **Vulnerabilidade ambiental: O Caso do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari - MS**. . Campo Grande 2005. 98 p. (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

CARRIJO, M. G. G.; PARANHOS FILHO, A. C.; IDE, C. N.; VAL, L. A. A.; LASTORIA, G.; OLIVEIRA, J. M. Z. P.S.; MONTEIRO, C. S. **Levantamento de aspectos físicos do Parque Estadual das Nascentes do Rio Taquari (MS - Brasil)**. In: II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Campo Grande: UFMS (a), 2002. Anais.

CARRIJO, M. G. G.; PARANHOS FILHO, A. C.; IDE, C. N.; VAL, L. A. A.; LASTORIA, G.; SEIXAS, G. H. F.; TORRECILHA, S.; MONTEIRO, C. S. **Utilização da legenda CORINE na caracterização do tipo de uso e cobertura do solo (Land Cover) do Parque Estadual das Nascentes do Taquari - MS**. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. Fortaleza, 2002. Anais.p. 195.(b). v. 1.

CHENG, P. **Automated High-Accuracy Orthorectification and Mosaicking of PALSAR Data without Ground Control Points**. GEOinformatics, p. 36-38, outubro de 2007. Disponível em <http://www.pcigeomatics.com/pdfs/P36-38%20GEO76LR.pdf> . Acessado em dezembro de 2007.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. . **Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**.2002a Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> . Acesso em: 06 de janeiro. 2007.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. . **Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. 2002b.Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 06 de janeiro. 2007

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. . **Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006.. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de**

**vegetação em Área de Preservação Permanente-APP.** 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> . Acesso em: 06 de janeiro. 2007

**COSTA RICA. Prefeitura Municipal de Costa Rica Lei Complementar nº 18 de outubro de 2006**, institui o Plano Diretor do Município de Costa Rica - MS. 2006. Disponível em <http://www.costarica.ms.gov.br/?pagina=legislacao.download&legislacao=10>. Acessado em novembro de 2007.

Embrapa Cerrados. **IV Plano Diretor da Embrapa Cerrados 2008 - 2011 - 2023** / - Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008.42 p.

ENGESAT. **Alos amostras.** 2007. Disponível em <http://www2.engesat.com.br/?system=news&eid=375>. Acessado em 2007.

ERDAS Inc. **Erdas Imagine version 9.1.** LEICA Geosystems Geospatial Imagine, LCC. Atlanta – Geórgia. 2006. 1 CD-ROM.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**, Rio de Janeiro– RJ, 2ª edição Interciência. 603p,1998.

FRANCO, J.G.O. **Direito Ambiental - Matas Ciliares: Conteúdo Jurídico e Biodiversidade.** Paraná – PR, Juruá Editora,191p, 2005.

FreeHand version 9. **Macromedia Inc.** San Francisco – Califórnia. 2000. 1 CD-ROM.

GEWIN, V. **Carers and Recrument - Mapping opportunities Revista Nature**, V. 427, p.376-377, janeiro de 2004. Disponível em [www.nature.com/nature](http://www.nature.com/nature). Acesso em junho de 2007.

**GIMP 2.6.5** GNU Image Manipulation Programopyright (C) 1995-2008

Global Mapper. **Global Mapper Software LLC** - Versão 10.0, 2008.

HIGA, L. **Utilização de imagens CBERS-2/CCD e dados SRTM na geração da Carta de Vulnerabilidade Ambiental, através da aplicação da Equação Universal das Perdas de Solo.** Campo Grande, 2009. 90p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE **.Imagens do Satélite ALOS.** Disponível <http://www.ibge.gov.br/alos/>. Acesso dezembro de 2007.

Instituto Brasileiro de geografia e estatística - IBGE. **Geocidades** , disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. ultimo acesso em janeiro de 2009.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Câmeras imageadora, 2005** Disponível em <http://www.cbbers.inpe.br/?content=cameras1e2e2b>. Acesso 2007.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **América do Sul passa a receber imagens CBERS**. Disponível em [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=604](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=604) . Último acesso em abril de 2006a.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/CCD Bandas 1, 2, 3, 4 e 5. São José dos Campos Imagem de Satélite**. Órbita 164 ponto 123. 2006a Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Último acesso em: 01 de novembro de 2006. (2006d).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/CCD Bandas 1, 2, 3, 4 e 5. São José dos Campos Imagem de Satélite**. Órbita 163 ponto 123. 2006a Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2006. (2006c).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_D ponto 121\_1**. Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008a).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_D ponto 121\_2** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008b).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_D ponto 121\_3** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008c).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_D ponto 121\_4** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008d).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_D ponto 121\_5** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008e).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_E ponto 120\_4** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008f).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_E ponto 120\_5** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008g).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_E ponto 121\_2** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008h)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162\_E ponto 121\_5** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008i)

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/ HRC Bandas 1. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 163\_D ponto 123\_3** Disponível em: [www.dgi.inpe.br/catalogo](http://www.dgi.inpe.br/catalogo). Último acesso em: 01 de novembro de 2008. (2008j).

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/CCD Bandas 1, 2, 3, 4 e 5. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162 ponto 120.** 2006a Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso junho de 2006.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **CBERS-2/CCD Bandas 1, 2, 3, 4 e 5. São José dos Campos Imagem de Satélite. Órbita 162 ponto 121.** 2006b. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso junho de 2006.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **LANDSAT 7 ETM Canais 1, 2, 3, 4, 5, e 7.** São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Imagem de Satélite. Órbita 224 ponto 073. CD ROM. 26/06/2002.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Geodesastres.** Disponível em [www.inpe.br](http://www.inpe.br). Último acesso em abril de 2007a.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Satélite CBERS - Histórico.** Disponível em <http://www.cbbers.inpe.br/?content=historico.2005>. Último acesso abril de 2007.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **Câmeras Imageadoras.** Disponível em <http://www.cbbers.inpe.br/?content=cameras1e2e2b> .Último acesso abril de 2009.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. **USGS divulga imagens do CBERS feitas nos EUA** Disponível em [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=599](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=599). Último acesso abril de 2006.



JPL.Jet Propulsion Laboratory. NASA - National Aeronautics and Space Administration. **SRTM**. Disponível em: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm>. Acesso em junho de 2006.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote Sensing and Image Interpretation**. 5.ed. New York:John Wiley & Sons, Inc. 2004. 763 p.

LOPES, I.V *et al.* **Gestão Ambiental no Brasil – Experiência e sucesso**, Rio de Janeiro, 377p, 1998.

MACROMEDIA INC. **FreeHand version 9**. San Francisco – Califórnia. 2000.1 CD ROM.

MELO R.B; **ICMS Ecológico para o Município de Costa Rica**. Costa Rica – MS. 2002.

PAGOTTO, T. C. S.; CAMILOTTI, D. C.; LONGO, J. M. & SOUZA, P.R. **Bioma Cerrado**. In: Pagotto, T.C.S. & Souza, P.R. (org.). **Biodiversidade do Complexo Aporé-Sucuriú: subsídios à conservação e manejo do bioma Cerrado**. Editora UFMS. Campo Grande, MS. 18 – 30 p. 2006.

PARANHOS FILHO *et al.* **Sensoriamento Remoto do Complexo Apo ré**. In: PAGOTTO, T.C. S; SOUZA, P.R.E. **Biodiversidade do Complexo Apo ré – Sucuriú: Subsídios à Conservação e manejo do bioma**. Ed. UFMS. Campo Grande - MS. 2006. 308p.

PARANHOS FILHO, A. C.; TORRES, T. G.; LASTORIA, G. **Sensoriamento Remoto Ambiental Aplicado: Introdução as Geotecnologias**. Campo Grande – MS. Editora UFMS. 1º ed. 198 p. 2008.

PCI GEOMATICS Inc. **PCI Geomatica version 10.1.2**. PCI Geomatics, Richmond Hill, Ontario - Canadá. 2007. 1 CD-ROM.

PONZONI, F.J.;SHIMABUKURO, Y.E. **Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação**. São José dos Campos, SP. A.Silva Vieira Ed., 2007.

PREFEITURA MUNICIPAL DE COSTA RICA. **Informações Gerais**. Disponível em <http://www.costarica.ms.gov.br/?pagina=info.tur.list>. Ultimo acesso em Abril de 2007.

RIBEIRO, J.P.; FONSECA, C.E.L.; SILVA, J.C.S.; **Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. EMBRAPA: Planaltina-DF, 2001.

RIBEIRO, J.P.;Walter, M.T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In SANO,. S.M.; ALMEIDA, S.P. (Eds.). **Cerrado. ambiente e flora**. Planaltina: Embrapa, 1998.cap. 3.p. 89-166.

SAUSEN, T. M. **Sensoriamento Remoto e suas Aplicações para Recursos Naturais São José dos Campos-SP**. INPE 2004. Disponível em <http://www.dgi.inpe.br>. Acesso em agosto de 2007.

STEFANES, M., **Estudo de caso: Utilização do satélite CBERS-2 para a caracterização da cobertura de solo na bacia do Rio Serrote, MS**. Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais - UFMS, Campo Grande - MS, 94p. 2005.

SPACE IMAGING. 2003. **Imagem IKONOS II, Canais 1, 2, 3, 4 e pan**. CD-ROM. 2003

TAGLIANI, C.R.A. 2002. **Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações**. Galeria de artigos acadêmicos. Disponível em [www.fatorgis.com.br](http://www.fatorgis.com.br). Acesso em janeiro de 2003.

TORRES, T. G. **Aplicação de geotecnologias na geração do divisor de bacias hidrográficas: uma ferramenta para a política de recursos hídricos** Campo grande. 2008. 103p. Dissertação (Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos). Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais – DHT – CCET - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

TUCCI, C.E. M. **Hidrologia - Ciência e Aplicação**. 3 ed. Porto Alegre Ed. da Universidade. ABRH. 2002.

UNILASALLE - Unilasalle Canoas - Centro Universitário La Salle **Pesquisa** Disponível em <http://www.pesquisa.unilasalle.edu.br/grupos/geoinformacao>. Acesso em março de 2008.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. **Shuttle Radar Topography Mission mission summary**. 2003. Disponível em <http://srtm.usgs.gov/Mission/missionsummary.html>. Último acesso em março de 2007.

VALERIANO, M. M. **Modelos digitais de elevação de microbacias elaborados com Krigagem**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos - SP. 2002. INPE-9364-RPQ/736.