

# Identificação de áreas de mata ciliar em região do Pontal do Paranapanema-SP utilizando fusão de imagens CCD/CBERS-2B e HRC/CBERS-2B

Érika Akemi Saito <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
erika@dpi.inpe.br

**Abstract.** The ciliary forests are indispensable to the balance between production systems and way of life, and especially to provide water quality and keep the gene flow between species. Despite their great environmental importance, the ciliary forests have been degraded in many parts of Brazil. The region of study, the Pontal of Paranapanema went through a process of deforestation, where the wild areas were replaced by pastures and agricultural crops, with the intention to expand the territory. The process of deforestation has led to the degradation of soil erosion and silting causing river channels. Data from remote sensing can aid in tracking and targets in representation of the land surface, so an important tool in environmental analysis. Accordingly, the objective was to identify areas of riparian fusion of images using CCD and HRC's sino-brazilian satellite CBERS-2B, and will benefit in the management as appropriate in the recovery of ciliary forests of a region of Pontal do Paranapanema. The technique used to make the fusion of images was the transformation IHS (Intensity, Hue and Saturation). The identification of areas of riparian vegetation was done by classification and interpretation of images with the aid of a drainage network extracted from radar images from Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

**Palavras-chave:** remote sensing, ciliary forests, Pontal of Paranapanema, image fusion, sensoriamento remoto, mata ciliar, Pontal do Paranapanema, fusão de imagens.

## 1. Introdução

As matas ciliares são indispensáveis para o equilíbrio entre os sistemas produtivos e o modo de vida das pessoas, e principalmente para propiciar a qualidade da água e manter o fluxo gênico entre as espécies da flora e da fauna (Andrade et al., 2005). A função das matas ciliares é de abrigar inúmeras espécies, fornecer alimentos à fauna, proteger os cursos d'água, evitar erosões nos solos e preservar a biodiversidade, pois não há floresta sem água, nem água sem floresta (Leandro e Viveiros, 2003).

A importância das matas ciliares foi citada na Lei 4.771/65 – Código Florestal Brasileiro, em que define a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e de flora, a proteção do solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Apesar de sua grande importância ambiental, as matas ciliares vêm sendo degradadas em várias partes do Brasil. Andrade et al. (2005) relatam que dentre os fatores que contribuem para a degradação das matas ciliares destacam-se os desmatamentos, incêndios e represamentos.

Recentemente, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) liberou recursos financeiros destinados a obras, estudos, projetos, que envolvam a recuperação de matas ciliares entre outras questões ambientais para diversos municípios do Estado de São Paulo. Dentre os contemplados com este benefício estão alguns municípios pertencentes ao Pontal do Paranapanema-SP (SEMA, 2008). A região do Pontal do Paranapanema passou por um processo de desmatamento, em que as áreas nativas foram substituídas por pastagens e áreas de cultivos agrícolas, resultantes da expansão territorial. O processo de desmatamento culminou na degradação do solo dando origem às erosões e assoreando as redes de drenagem.

Os dados de sensoriamento remoto podem dar auxílio no monitoramento e na representação de alvos na superfície terrestre, sendo assim, uma ferramenta de grande importância na análise ambiental. Diante da importância do conhecimento da situação das matas ciliares o objetivo deste trabalho foi identificar áreas de mata ciliar utilizando fusão de imagens CCD e HRC do satélite sino brasileiro CBERS-2B e contribuir como subsídio no

manejo adequado no processo de recuperação das matas ciliares de uma região do Pontal do Paranapanema.

### 1.1 Área de Estudo

A área de estudo, cobre um trecho do município de Mirante do Paranapanema, na região do Pontal do Paranapanema no extremo oeste do Estado de São Paulo entre a confluência do Rio Paraná e Rio Paranapanema. A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo.

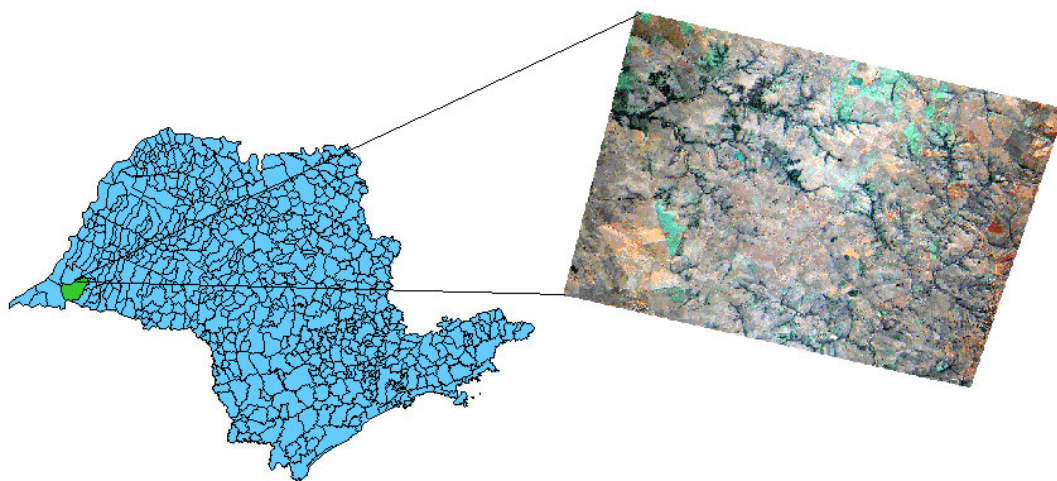


Figura 1. Localização da área de estudo.

De acordo com o mapa geológico do Estado de São Paulo produzido pelo do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)-1981 os solos da região do Pontal do Paranapanema pertence ao grupo de arenitos sedimentares de Bauru do Mesozóico. Os solos se caracterizam pela elevada concentração de areia, fertilidade natural baixa, boa permeabilidade e drenagem excessiva (ITESP, 2001).

A combinação entre a fragilidade dos solos, a concentração de chuvas num curto período do ano e a exposição das encostas, alijadas da cobertura vegetal durante as operações agrícolas inadequadas, sem preocupações conservacionistas, à forma desordenada de ocupação das terras do Pontal, levaram a região a se configurar; mais degradadas do Estado do ponto de vista ambiental (ITESP, 2001). Em virtude da degradação dessa região é importante a existência de estudos que busquem metodologias para dar subsídios ao manejo adequado do meio ambiente.

### 2. Metodologia

A primeira etapa do estudo foi a aquisição dos dados geográficos (imagens orbitais CCD/CBERS-2B e HRC/CBERS-2B). Para mapear as regiões com mata ciliar foram adquiridas uma cena da câmara CCD/CBERS-2B com resolução espacial de 20 metros na órbita/ponto 160/125 referentes ao dia 21 de julho de 2008 e uma cena da câmara HRC/CBERS-2B com resolução espacial de 2,5 metros obtidas na mesma data de aquisição das cenas CCD/CBERS-2B, para obter tais dados foi necessário consultar o catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) disponível gratuitamente em < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>.

Os processamentos envolvidos neste trabalho foram realizados no software Spring (Câmara et al., 1996), no qual foi criado um banco de dados geográficos no sistema de projeção *Universal Transverse Mercator* (UTM) e datum de referência *International Terrestrial Reference Frame* (ITRF)/*World Geodetic System 84* (WGS84) na zona 22 Sul.

Resumidamente as etapas envolvidas no trabalho foram (Figura (2)): registro de imagens, fusão de imagens, segmentação, classificação e validação.

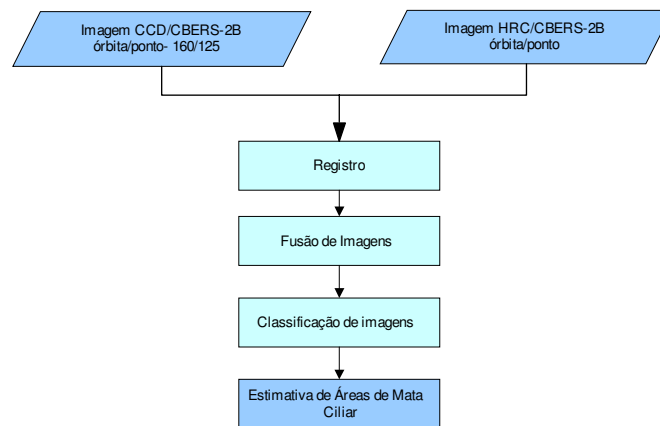


Figura 2. Fluxo de atividades desenvolvidas no trabalho.

As imagens CCD/CBERS-2B e HRC/CBERS-2B foram registradas tendo como referência uma imagem ortoretificada Landsat/Geocover (disponível em <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>) de resolução espacial de 14,25 metros, procurando manter um erro no registro menor que 0,5 pixel. O registro de uma imagem é uma transformação geométrica que relaciona as coordenadas de imagem (linha, coluna) com coordenadas de um sistema de referência adotado aplicando-se funções de remapeamento de pixels da imagem original.

A técnica adotada para fazer a fusão de imagens foi a transformação IHS (Intensidade, Hue e Saturação). Os pixels da imagem CCD/CBERS-2B foram reamostrados para 2,5 metros e posteriormente, na composição RGB/321 aplicou-se a transformação para as componentes IHS. Para fazer a fusão da imagem de alta resolução espacial com a de média resolução espacial, durante a conversão de RGB-IHS substituiu-se a componente Intensidade pela cena pancromática de alta resolução espacial da câmara HRC/CBERS-2B, a Figura 3 esquematiza os procedimentos aplicados na etapa de fusão de imagens.

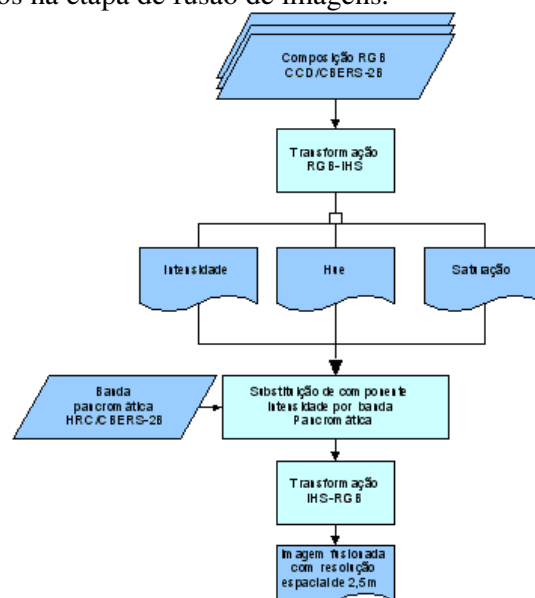


Figura 3: Procedimento para Fusão de imagens.

As imagens fusionadas com resolução espacial de 2,5 metros foram classificadas utilizando um classificador supervisionado por pixel (Máxima Verossimilhança) com base no limiar de aceitação de 95%, sendo definida apenas uma classe de interesse, no caso, mata ciliar. Para o treinamento do classificador foram escolhidos polígonos que representassem áreas de mata ciliar.

Posteriormente à classificação das imagens foi necessário realizar a edição matricial, pois algumas feições que não eram mata ciliares foram identificadas como sendo, nesta etapa foi fundamental o auxílio da rede de drenagem extraída a partir da imagem de radar *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 90 metros. A imagem do SRTM foi adquirida no *site* da Embrapa disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/sp/sp.htm>>.

Para extrair a rede de drenagem foram aplicadas as seguintes etapas no SPRING: em Processos Hidrológicos do MNT (Modelo Numérico do Terreno) foram geradas as grades, onde são gerados dois tipos de grade (ACM e LDD), selecionou-se o arquivo LDD e na ferramenta Rede de Drenagem foi gerado um arquivo contendo as drenagens detectadas. Para obter a drenagem exportou-se o arquivo gerado e em seguida importou-se para o banco de dados como imagem e aplicou-se o fatiamento equidistribuído por contraste, desse modo foi gerada uma matriz contendo a rede de drenagem. A Figura 4 apresenta um resumo dos processamentos para a extração das redes de drenagem.

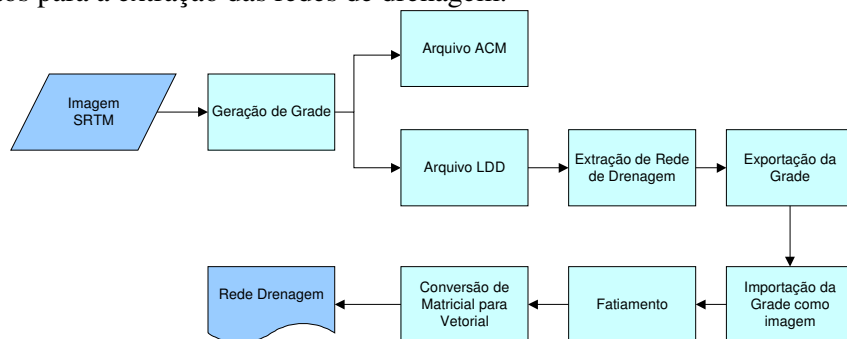


Figura 4. Resumo das etapas realizadas para a extração de Rede de Drenagem no Spring.

### 3. Resultados

A Figura 5 apresenta o resultado das fusões de imagens, em destaque pode-se verificar que ao fusionar as imagens é possível obter maior detalhamento das feições que antes não eram bem identificáveis na imagem de média resolução espacial.

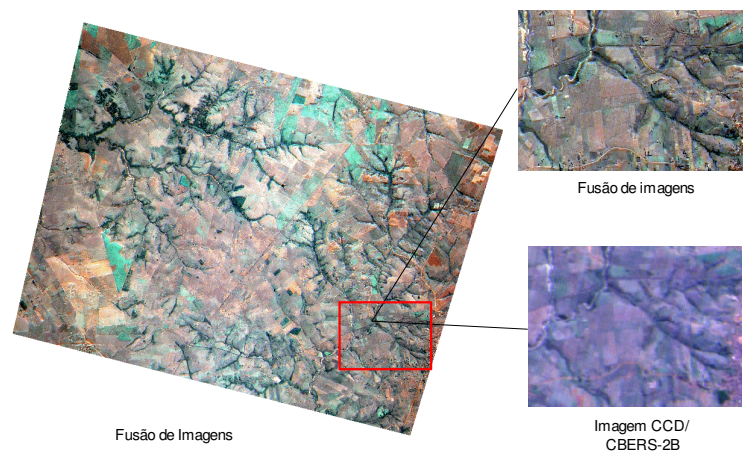


Figura 5. Fusão de imagens CCD e HRC do CBERS-2B.

As áreas de mata ciliar ficaram mais destacadas, sendo possível visualizar também pequenos canais hidrográficos e estradas que ligam as propriedades rurais. Podemos notar que há poucas áreas de mata nativa, sendo a maior parte da região coberta por pastagens e por culturas agrícolas.

A Figura 6 apresenta o resultado da classificação das áreas que possuem mata ciliar e a rede de drenagem gerada a partir da imagem do SRTM.

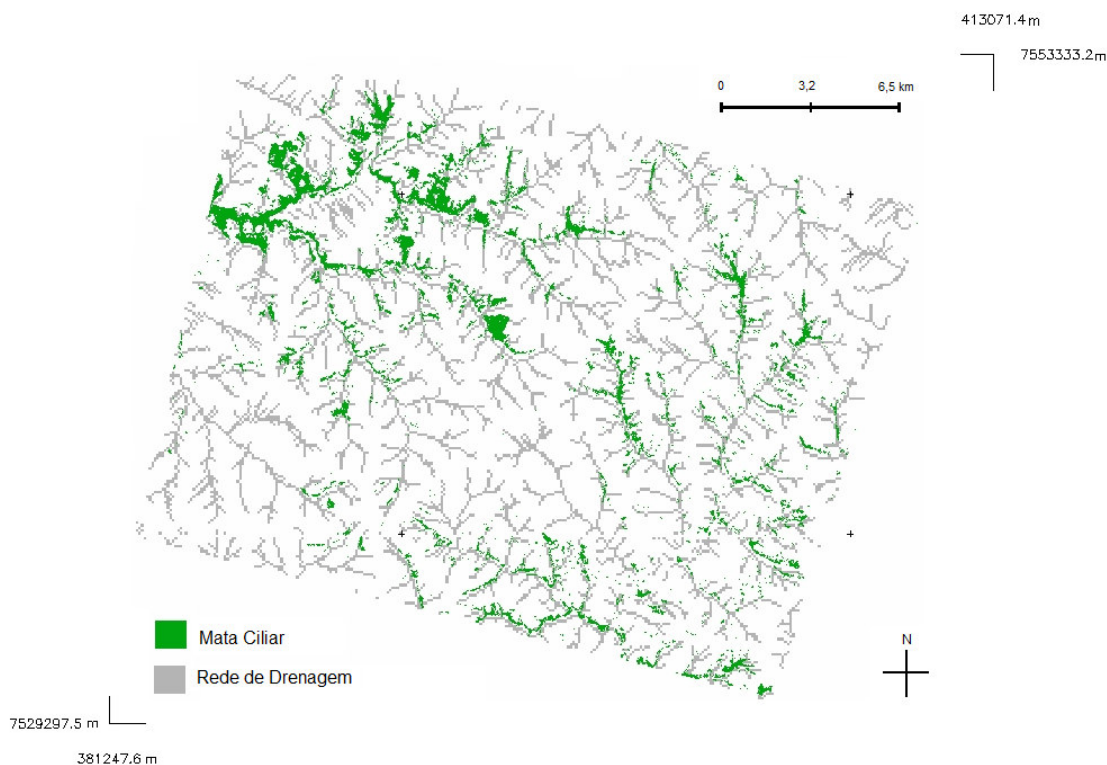


Figura 6. Classificação das áreas com mata ciliar (Coordenadas no sistema de projeção UTM/WGS84).

O resultado da classificação mostra que existe pouca mata ciliar protegendo a rede de drenagem na região de estudo, a área de estudo possui 674,14 km<sup>2</sup>, e cerca de 23,51 km<sup>2</sup> são áreas estimadas de mata ciliar, isto demonstra o quanto são importantes projetos que visem a recuperação dessas áreas de mata ciliar.

#### 4. Conclusão

A fusão de imagens pelo método IHS teve um bom resultado, pois como as porções de mata ciliar eram pequenas a partir da fusão de imagens tais regiões tornaram-se mais discerníveis que em uma imagem de média resolução. Outro fator de relevância na distinção das matas ciliares foi a utilização da rede de drenagem extraída do SRTM.

O mapeamento permitiu verificar a distribuição espacial das regiões com mata ciliar, dando uma noção da situação em que se encontram após a degradação sofrida ao longo dos anos. A partir, do conhecimento do estado das matas ciliares os órgãos responsáveis pela preservação ambiental podem tomar providências para a recuperação não só das matas ciliares, mas também dos mananciais que estão diretamente relacionados a elas.

#### Agradecimentos

A autora deste trabalho agradece à Reitoria do INPE pelo financiamento da pesquisa.

## Referências

Andrade, J.; Sanquetta, C. R.; Ugaya, C. Identificação de áreas prioritárias para recuperação da mata ciliar na UHE Salto Caxias. **Espaço energia**. 3 ed. 2005. Disponível em: <>. Acesso em: ag. 2008.

Camara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v.20, n. 3, p. 395-403, 1996.

EMBRAPA, Monitoramento por satélite. **Brasil em Relevô**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpem.embrapa.br/download/sp/sp.htm>>. Acesso em: ag.2008.

ITESP, Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo "José Gomes da Silva". Pontal Verde: Plano de recuperação ambiental nos assentamentos do Pontal do Paranapanema. 2 ed. São Paulo: Cadernos Itesp, 2001, p. 1-75.

Leandro, M. D.; Viveiros, C. A. F. Mata ciliar, área de reserva permanente. **Linha Direta**, n.296, 2003. Disponível em:< [http://www.furnas.com.br/arqtrab/ddppg/revistaonline/linhadireta/LD296\\_mata.pdf](http://www.furnas.com.br/arqtrab/ddppg/revistaonline/linhadireta/LD296_mata.pdf)>. Acesso em: ag. 2008.

NASA. National Aeronautics And Space Administration. Disponível em <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>> . Acesso em: jul. 2008

SEMA, Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente. Notícias, 11 de jul. 2008. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/verNoticia.php?id=112>>. Acesso em: jul. 2008.