

Avaliação das imagens do satélite CBERS-2B para o reconhecimento de áreas de manguezal

Patrick Thomaz de Aquino Martins¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - UNESP/RC
Avenida 24A, 1515, Bela Vista - 13506-900 – Rio Claro - SP, Brasil
patrick_thomaz@yahoo.com.br

Abstract. This study aimed to evaluate the effectiveness of CBERS-2B sensors WFI, CCD, HRC and HRC-CCD hybrid, in recognition of mangroves. The mangroves of Guaratuba Bay, PR, Brazil, were used as pilot area. Geotechnologies techniques were applied, such as registration, contrast, colorful composition and fusion, and the elements' recognition of photointerpretation, such as tone/color, texture, pattern, shape, size. The WFI sensor identification is only provided in relation to the presence or absence of mangroves and is correlated with the study of Large Marine Ecosystems. With the CCD sensor it is able to identify mangrove settings, and domain (coastal segments). Thus, it is also allowed to distinguish its boundaries. While the HRC is suitable to study the mangrove stand level. The gain from the HRC-CCD merger in relation to the HRC is the possibility of recognizing specific characteristics of mangrove vegetation, as, for example, forests with different heights and in different stages of stress. It is necessary to map these areas, thereby obtaining the mangroves' data coverage, which can be used in more specific analysis. The images from CBERS-2B sensors can help in the study of mangroves areas in a fast, safe, relatively inexpensive way and in different scales.

Palavras-chave: geotechnology; remote sensing; biogeography; SPRING; Guaratuba Bay.

1. Introdução

O manguezal é um ecossistema costeiro e tropical onde predominam os mangues, aos quais se associam outros componentes vegetais e animais, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés, com grande variação de salinidade (Schaeffer-Novelli et al. 2001).

Por ser uma formação tropical, possui seu maior e melhor desenvolvimento entre os trópicos de Câncer e de Capricórnio (23°30'N e 23°30'S), estendendo-se ocasionalmente a latitudes superiores, a pouco mais de 30°N e 30°S, onde seu desenvolvimento e vigor são limitados pelas características climáticas (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983).

No Brasil, os manguezais estão dispostos desde a foz do rio Oiapoque, 04°30'N, Estado do Amapá, até o município de Laguna, no Estado de Santa Catarina, a 28°30'S. Possuem uma área de cobertura vegetal de aproximadamente 10.000km² (Herz, 1991), apresentando sete espécies em quatro gêneros distribuídos em cerca de 7.400 km de linha de costa (Schaeffer-Novelli et al., 1990).

A indicação dos limites do manguezal de uma região, realizada com o levantamento e preparação de mapas, compreende a primeira etapa do estudo de áreas de manguezal (Schaeffer-Novelli & Cintrón, 1986). Todavia, devido à extrema dificuldade de acesso aos manguezais, é quase impossível obter essa informação utilizando técnicas tradicionais de campo (Vaiphasa, 2006). O uso das geotecnologias pode tornar esse processo rápido, seguro e relativamente mais barato.

Partindo do pressuposto que as imagens do satélite CBER-2B possuem potencial à obtenção de informações com referência geográfica em manguezais, como demonstrado com o CBERS-1 (Li et al., 2002) e com o CBERS-2 (Passos et al., 2007), o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia dos sensores WFI, CCD, HRC e híbrido HRC-CCD, do satélite CBERS-2B, no reconhecimento de áreas de manguezal.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Aquisição e organização dos dados de sensoriamento remoto

As imagens utilizadas no presente estudo foram adquiridas, via FTP, através do catálogo de imagens do DGI/INPE (2009). Foram buscadas imagens dos sensores WFI, CCD e HRC que recobrissem uma mesma área geográfica e possuíssem 0% de nuvem sobre as áreas de manguezal. Além das imagens CBERS, foi utilizada uma cena do mosaico de imagens Landsat ortorretificadas GeoCover (NASA, 2000) correspondente a área das imagens CBERS.

2.2 Área de estudo

A escolha da área de estudo se deu a partir do levantamento e triagem das imagens que satisfizesse as condições estabelecidas, quanto à cobertura de nuvens e sobreposição dos sensores, além da facilidade a área. Deste modo, definiu-se como área de estudo os manguezais da Baía de Guaratuba, Paraná (Figura 1). A Tabela 1 relaciona as imagens utilizadas no presente estudo.

Tabela 1. Imagens utilizadas na execução da pesquisa.

Satélite	Sensor	Órbita	Ponto	Data de imageamento	Acervo	Data de aquisição
CBERS-2B	HRC	155A	129 (2 e 3)	19/04/2009	INPE	18/05/2009
CBERS-2B	CCD	156	129	25/08/2008	INPE	18/05/2009
CBERS-2B	WFI	154	132	08/01/2009	INPE	18/05/2009
Landsat 7	ETM+	S-22-25		2000 (mosaico)	Geocover	25/05/2009

2.3 Pré-processamento e Realce

Todas as etapas do presente estudo foram realizadas no aplicativo SPRING (Câmara et al., 1996). Antes, porém, foi utilizado o aplicativo GeoExpress View by ILS, para transformar o arquivo de imagem GeoCover em formato reconhecido pelo SPRING.

Foi realizado um mosaico com as imagens HRC. O mosaico foi então georreferenciado com base na imagem GeoCover. Devido à ausência de um modelo confiável à ortorretificação de imagens HRC (Rodrigues et al., 2009), estas não foram ortorretificadas, o que é indicado no caso de imagens de alta resolução espacial (Silva, 2007). Todavia, esta falta não se faz representativa, pois a área estudada não apresenta variação topográfica acentuada. Para o registro e geração do projeto foi utilizado o mesmo sistema de projeção da imagem GeoCover, UTM, datum WGS-84, fuso 22.

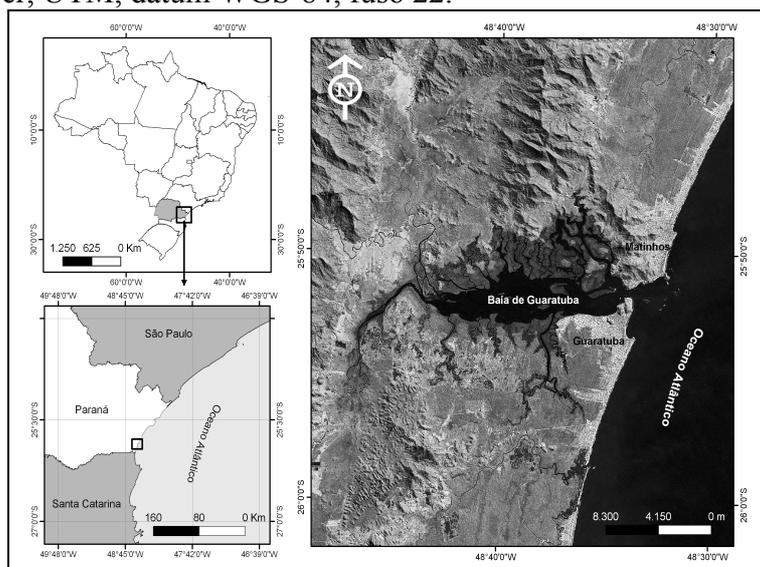


Figura 1. Localização da área de estudo. GeoCover R7G4B2.

À imagem HRC foi aplicado o realce linear de contraste. Esta imagem serviu de base ao registro das imagens CCD e WFI, sendo que à WFI foi aplicado o mesmo modelo de contraste da HRC.

A imagem CCD foi restaurada, tendo os pixels transformados a 10m, e recortada conforme retângulo envolvente da imagem HRC. Em seguida a imagem CCD teve seus pixels amostrados para 2,5m.

Com a imagem CCD pré-processada, foi aplicado o contraste linear e a composição colorida R3G4B2. Sobre essa composição foi aplicada a fusão com a imagem HRC, utilizando técnica de transformação do espaço de cores RGB-IHS-RGB (Tu et al., 2001).

2.4 Identificação dos manguezais

A identificação dos manguezais presentes na Baía de Guaratuba foi baseada na análise visual das imagens WFI, CCD e HRC, a partir do reconhecimento de elementos chave como tom/cor, textura, padrão, forma, tamanho, contexto, geometria, drenagem e outros, adicionado a validação em campo.

3. Resultados e Discussão

3.1 Sensor WFI

D'Alge et al. (2004), baseados em regras simples de cartografia, avaliaram a qualidade geométrica das imagens do satélite CBERS-2, o qual conta com dois sensores idênticos aos três utilizados pelo CBERS-2B, CCD e WFI, e concluem que a escala "máxima" indicada para as imagens do último é de 1:1.000.000.

Apesar da pequena escala recomendada ao uso das imagens do sensor WFI foi possível a identificação de áreas de mangues a partir desse sensor (Figura 2).

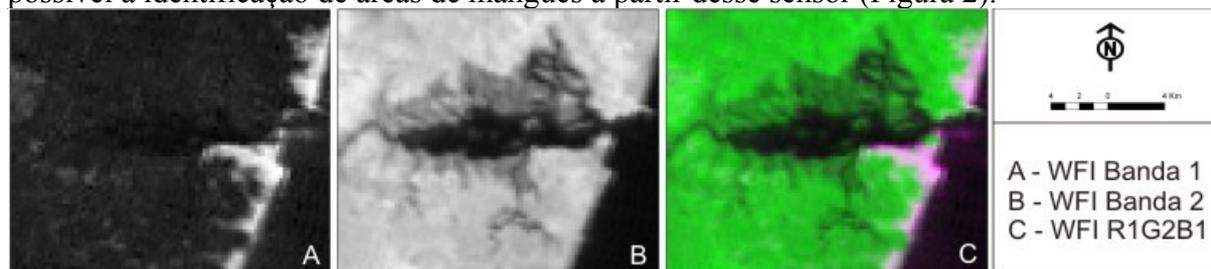


Figura 2. Bandas e composição colorida do sensor WFI do CBERS-2B.

De fato, para auxiliar qualquer estudo em área de manguezal, o qual seja necessário o levantamento de acessos, definição de limites do mangue, etc., o uso desse sensor é irrelevante.

Considerando cada banda desse sensor, temos que a banda 2 (Figura 2B) por si só já é suficiente para a identificação do manguezal. Esse reconhecimento é possível devido à faixa espectral a qual essa banda opera, infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μ m), a qual permite uma menor reflectância (maior absorção) nos ambientes aquáticos (Jensen, 2009) e, conseqüentemente, da vegetação com maior presença de água em seu ambiente, que é o caso do manguezal, diferenciando-o da vegetação adjacente, menos úmida.

Essa banda influencia diretamente na composição colorida R1G2B1 (Figura 2C), tornando destacável o manguezal nessa e em qualquer outra composição colorida que essa banda estiver presente.

Além das características espectrais, que vão influenciar na cor e tonalidade das áreas de mangue, a forma irregular e a localização junto ao litoral auxiliam no reconhecimento dos manguezais (Florenzano, 2002).

A escala de uso desse sensor permite, no máximo, o estudo dos *Large Marine Ecosystems* (LME) (Figura 3) (Schaeffer-Novelli et al., 2000), ou seja, das grandes regiões que se estendem desde a costa até a borda da plataforma e são caracterizadas pela distinção da batimetria, hidrografia, produtividade e dependência das populações tropicais (Sherman, 1993), nunca a seus domínios menores ou subsistemas.

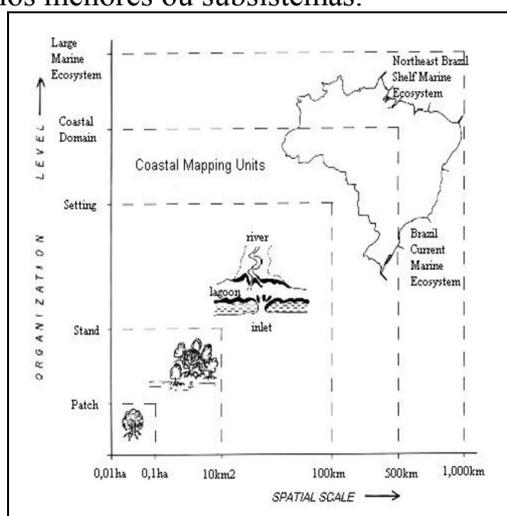


Figura 3. Níveis de organização e escala espacial

Fonte: Schaeffer-Novelli & Citrón-Molero (não publicado *apud* Cunha-Lignon, 2001).

Caso o objetivo seja apenas o reconhecimento quanto à presença ou ausência de áreas de mangue, o sensor supre essa necessidade. Como o sensor WFI possui baixa resolução

espacial (260m), os bosques passíveis de identificação a partir desse sensor devem ser maiores que 67.600m² (6,76ha).

3.2 Sensor CCD

O sensor CCD é o sensor CBERS mais utilizado para a identificação e mapeamento de áreas de manguezais, a julgar pela suas características semelhantes ao do TM/Landsat, o que facilita a aplicação de métodos clássicos aplicados ao último e a comparação entre áreas de diferentes sítios.

Assim como acontece com o sensor WFI, no CCD a banda que ressalta a vegetação de mangue está relacionada com o infravermelho próximo (Figura 4D), 0,77 – 0,89 μ m. A Figura 4 apresenta todas as bandas do sensor CCD e uma composição colorida R3G4B2. Nessa figura é possível notar a baixa qualidade das bandas do sensor, com destaque à banda 1 (Figura 4A), a qual, além de não possuir uma faixa espectral favorável à identificação dos manguezais, 0,45 – 0,52 μ m, azul, ainda possui uma degradação proveniente de problemas no sensor.

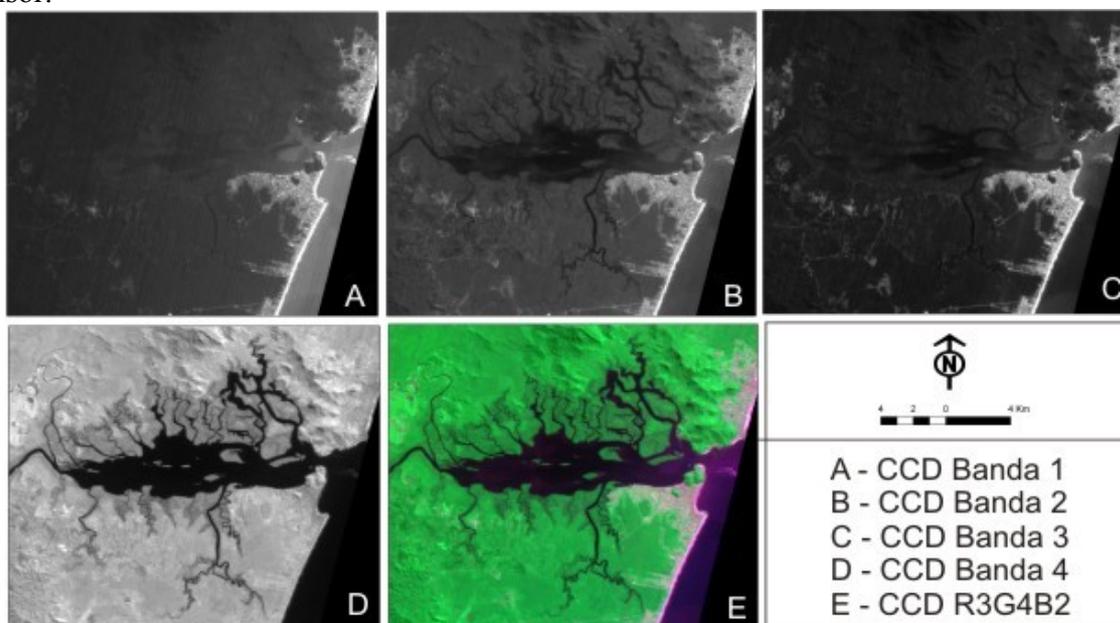


Figura 4. Bandas e composição colorida do sensor CCD do CBERS-2B.

Comparando visualmente as bandas CCD, temos que as bandas 2 e 3 separadamente não propiciam o reconhecimento dos manguezais, uma vez que estas pertencem a faixas espectrais que não diferenciam a mais úmida da mais “seca”, verde, 0,52 – 0,59 μ m, e vermelho, 0,63 – 0,69 μ m, respectivamente. Porém, as mesmas em composição colorida (Figura 4E) contribuem para diferenciar o manguezal de outras feições, como, por exemplo, a malha urbana.

Repetindo a resposta da análise visual do sensor WFI, os mangues são mais facilmente identificados se atrelado a variação de tonalidade e cor for adicionado a sua forma irregular, a textura e a disposição e associação espacial com o ambiente estuarino (Figura 4).

A escala cartográfica “máxima” indicada para as imagens CCD, tomando como referência análises feitas em um sensor idêntico presente no CBERS-2, é de 1:100.000 (D’Alge et al., 2004), embora esse mesmo sensor tenha sido indicado para uso em 1:50.000, após ortorretificação (Debiasi, 2008), conforme o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), classe A (Brasil, 1984).

O uso das imagens desse sensor é indicado, conforme sua escala espacial (Figura 3) e cartográfica, ao estudo do *LME*, do *mangrove settings*, ou do *domain (coastal segments)*

(Schaeffer-Novelli et al., 2000), este último, conceitualmente equivalente aos grandes segmentos costeiros brasileiros (Schaeffer-Novelli et al., 1990).

3.3 Sensor HRC e Híbrido HRC/CCD

O sensor HRC é o diferencial do satélite CBERS-2B e, por ser um sensor novo, ainda pouco utilizado em diversas aplicações possíveis, sobretudo em estudos de manguezal.

Silva et al. (2009) concluíram que as imagens HRC podem atingir precisão compatível a escala de mapeamento de 1:50.000, seguindo, nesse caso, o PEC para cartas classe A (Brasil, 1984).

Rodrigues et al. (2009), utilizando modelos de funções racionais para a ortorretificação de imagens HRC recomendam o trabalho com essas imagens nas escalas de 1:40.000, para cartas com PEC Classe A, e 1:25.000, para produtos na classe B.

Ainda utilizando como referência o PEC, Santos e Vieira (2009) consideram a escala de 1:25.000 para a imagem HRC com exatidão planimétrica Classe A.

A diferença de escala proposta no trabalho de Rodrigues et al. (2009) e Santos e Vieira (2009) em relação ao de Silva et al. (2009) está vinculado ao deslocamento devido ao relevo, não considerado pelo segundo. Como as áreas de mangues não possuem variação topográfica significativa, independente da escala, adotamos e sugerimos a escala de 1:20.000 para a avaliação do sensor HRC. Esta escala segue o PEC para Classe C e pode ser obtida a partir de regras simples de cartografia, como a relação do erro gráfico (exatidão planimétrica) e a escala (Menezes e Coelho Netto, 1999).

Desta forma, a HRC é adequada ao estudo do *stand* (bosque/parcela) (Figura 2). Este entendido como um grupo de árvores e elementos funcionais associados que ocupam um espaço influenciado por uma força particular de estruturação ou regime de distúrbio (Schaeffer-Novelli et al., 2000).

Apesar de possuírem a mesma escala de trabalho, foram notadas algumas diferenças quando comparadas a imagem HRC pancromática e a fusão HRC/CCD. O ganho espectral ocorrido na fusão foi preponderante na diferenciação de feições frente à imagem HRC. Apenas com HRC é possível a identificação dos limites dos mangues, os acessos aos mesmos, córregos e canais de escoamento preferenciais, além de outras feições de vegetação terrestre e de urbanização, sendo possível o mapeamento em detalhe, enquanto que na fusão foi possível distinguir, além das feições identificadas com a HRC, características específicas da vegetação de mangue, como, por exemplo, bosques com alturas distintas e em variados estágios de estresse (Figura 5).

A imagem HRC e a fusão HRC/CCD podem ser utilizadas para a identificação e mapeamento de mangues em substituição a outras imagens de resolução espacial similares, como a do sensor Prism do satélite ALOS, pancromática com 2,5m de resolução espacial.

O mesmo pode ser indicado aos sensores WFI e CCD em relação a seus concorrentes diretos. A principal diferença das imagens dos sensores CBERS-2B em detrimento aos demais sensores/satélites disponíveis no mercado é que sua aquisição é gratuita, o que pode tornar o uso do sensoriamento remoto para o estudo em áreas de manguezal mais viável, rápido e com custo reduzido.

4. Conclusões

A partir das imagens dos sensores WFI, CCD, HRC e fusão CCD-HRC foi possível a identificação de áreas de mangue. Estas, em função de sua resolução espacial e escala associada, dão subsídios a diferentes níveis de organização de estudo.

Por ser esta uma avaliação inicial, da qual se utilizou do método “fotointerpretativo”, há o risco de se incorrer na falta de cientificidade. Desta forma, torna-se necessário a aplicação do mapeamento para que se possa ser quantificado dados de cobertura dos mangues.

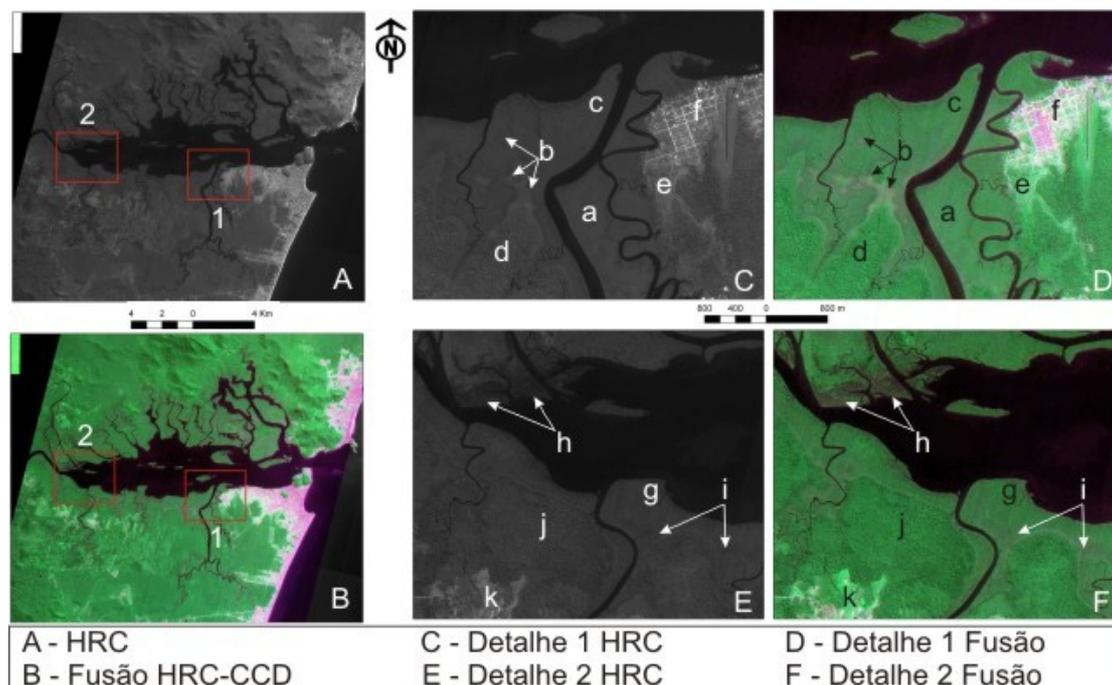


Figura 5. Imagens HRC e fusão HRC/CCD (acima): mangue baixo (a), mangue alto (c, g), mangue em diferentes estágios de estresse (b, i, h), vegetação gramínea (e, k), mata (d, j) e área urbanizada (f)

Referências Bibliográficas

Brasil. Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984. **Normas Técnicas da Cartografia Nacional**. Brasília, Diário Oficial da União. 1984.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Comput Graph**, v. 20, p. 395-403, 1996.

Cintrón, G. & Schaeffer-Novelli, Y. **Introducción a la ecología del manglar**. UNESCO/ROSTLAC, Montevideo. 109p. 1983.

Cunha-Lignon, M. **Dinâmica do manguezal no sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo - Brasil**. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo. 2001.

D’Alge, J.; Cartaxo, R.; Erthal, G. Geometric quality assessment of CBERS-2 images. In.: XI Latin American Symposium on Remote Sensing and Spatial Information Systems, 2004, Santiago. **Proceedings...** 2004.

Debiasi, P. **Ortorretificação de imagens CCD CBERS 2 através da transformação DLT**. Dissertação de Mestrado. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 71p. 2008.

DGI/INPE. Divisão de Processamento de Imagens/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens**. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 18 mai. 2009.

Florenzano, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Oficina de Textos, São Paulo, 2002, 104 p.

Herz, R. **Os manguezais do Brasil**. IOUSP-CIRM, São Paulo, 233p. 1991.

Jensen, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. Parêntese, São José dos Campos, 2009, 598 p.

Li, S. H.; Wang, H.; Jiang, X. W. Application of CBERS-1 CCD in the mangrove Remote Sensing Survey. **Marine Science Bulletin**, v. 22, p. 30–35, 2002.

Menezes, P. M. L.; Coelho Netto, A. L. Escala: Estudo de Conceitos e Aplicações. In: XIX Congresso Brasileiro de Cartografia / XVII CIPA, 1999, Recife. **Anais...**, 1999. p. 08-14.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. **GeoCover**. 2000. Disponível em: <<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/mrsid.pl>>. Acesso em 10 nov. 2006.

Passos, L. G.; Silva, M. R. L. F.; Vale, C. C. Uso do satélite CBERS para detecção do manguezal da Baía de Vitória - ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 1009-1016. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.07.20.21>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

Rodrigues, T. L.; Antunes, M. A. H.; Fosse, J. M.; Avaliação da ortorretificação da imagem do sensor HRC do CBERS 2B utilizando modelo de funções racionais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 2139-2146. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.22.35/doc/2139-2146.pdf>>. Acesso em 06 dez. 2009.

Saenger, P.; Hegerl, E. J.; Davie, J. D. S. (Eds.). Global status of mangrove ecosystems. **Environmentalist**, supplement, v. 3, n. 3, p. 1-88, 1983.

Santos, A. P.; Vieira, C. A. O. Avaliação do Padrão de Exatidão Cartográfico em imagens orbitais IKONOS e CBERS-2B, na bacia do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa-MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 1021-1030. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.16.14.45/doc/1021-1030.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2009.

Schaeffer-Novelli, Y; Cintrón, G. **Guia para estudo de áreas de manguezal**: estrutura, função e flora. Caribbean Ecological Research, São Paulo, 1986, 150 p.

Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Adaime, R. R. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. **Estuaries**, v. 13, n. 2, p. 204-219, 1990.

Schaeffer-Novelli, Y.; Cintrón-Molero, G.; Soares, M. L. G.; De-Rosa, T. Brazilian mangroves. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, Amsterdam, v. 3, n. 4, p. 561-570, 2000.

Schaeffer-Novelli, Y., Coelho Junior, C. & Tognella-de-Rosa, M. **Manguezais**. São Paulo: Editora Ática, 2001.

Sherman, K. Large marine ecosystems as global units for marine resources management – an ecological perspective. In: Sherman, K. Alexander, L. M. Gold, B. D. (Eds.). Large Marine Ecosystems. Stress, Mitigation and Sustainability. **American Association for the Advancement of Science Press**, Washington, DC, 1993, pp. 3-13.

Silva, A. J. F. M. O uso de polinômios racionais na ortorretificação de imagens de satélite. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 1289-1295.

Silva, W. B.; D'Alge, J.C. L.; Fonseca, L. M. G. Avaliação da qualidade geométrica de imagens da Câmara HR do CBERS 2B. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, 2009. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 2193-2200.

Tu, T.; Su, S.; Shyu, H.; Huang, P. S. Efficient intensity-hue-saturation-based image fusion with saturation compensation. **Optical Engineering**, v. 40, n. 5, p 720-8, 2001.

Vaiphasa, C. 2006. **Remote sensing techniques for mangrove mapping**. ITC Dissertation, Wageningen University, 129p. 2006.