

Análise comparativa de técnicas de fusão de imagens CBERS-2B (CCD e HRC) utilizando o software ArcGIS

Lindon Fonseca Matias ¹
Danúbia Caporusso ¹
Joyce Rodrigues da Cruz ¹
Joseane Carina Borges de Carvalho ¹

¹ Departamento de Geografia - Instituto de Geociências – IG
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Caixa Postal 6152 – 13083-970 - Campinas - SP, Brasil
{lindon, danubia, joyce.cruz, joseane}@ige.unicamp.br

Abstract. The technological progresses in the area of remote sensing have been providing many subsidies for the understanding of the geographical space through the identification of the objects and in the ways that compose it. The techniques and images of remote sensing are important instruments for the territorial studies. The fusion of satellite images composes this apparatus of techniques used to facilitate the geographical studies. For this type of processing several computer solutions they can be used, and some of them are already implemented in geoprocessing softwares and they have been used by several researchers. The present work had for objective the accomplishment of a comparative analysis among the techniques of fusion images available in the software ArcGIS 9.3 (ESRI) - Simple Mean Transformation, Brovey Transformation, IHS Transformation and ESRI Transformation. For analysis of those techniques the preprocessing stages, fusion of images and comparative analysis of the results were accomplished being used two referring images in the proximity of the Dam of Salto Grande, in the municipality of Americana (SP), captured by sensors CCD and HRC of the satellite CBERS-2B. The results demonstrate that the synthetic images generated by the fusion among the multispectral image with the panchromatic image they were shown satisfactory, and the available transformation techniques in the software accomplish in an appropriate way your function, with prominence for the techniques IHS and ESRI.

Palavras-chave: fusion of images, software ArcGIS, satellite CBERS-2B, fusão de imagens.

1. Introdução

Os avanços tecnológicos ocorridos na área de sensoriamento remoto têm proporcionado à comunidade científica a possibilidade de adquirir um maior número de informações para melhor conhecimento do espaço geográfico. Segundo Leonardi; Ortiz; Fonseca (2005), estes avanços podem ser percebidos, entre outras razões, pelo advento dos novos sensores, estejam eles em plataformas orbitais ou a bordo de aeronaves, visto que possibilitam a aquisição de dados para geração de informações em diversas resoluções.

Para serem consideradas ideais, as imagens de satélite deveriam ter alta resolução espectral, radiométrica, espacial e recobrirem uma mesma área com pouca diferença temporal. Desse modo a extração de informação seria facilitada. No entanto, o que se vê na realidade é que as imagens dos diferentes satélites apresentam limitações variadas que podem ser minimizadas, dentro de determinados parâmetros, com a aplicação de diferentes técnicas de processamento digital (Mather, 1999; Lillesand; Kiefer; Chipman, 2005). Uma das técnicas que vem se difundindo no meio acadêmico, em consonância com a ampliação da oferta de imagens de alta resolução espacial, é a fusão de imagens (Blaschke; Kux, 2005; Cnteno; Ribeiro, 2007).

No escopo do processamento digital de imagens, a fusão, integração ou mesclagem é a combinação de duas ou mais imagens diferentes (de uma mesma cena) para formar uma nova imagem a partir da aplicação de um determinado algoritmo computacional. A fusão de imagens de diferentes resoluções permite a geração de uma imagem colorida por meio da integração da maior resolução espacial da banda pancromática à maior resolução espectral das demais bandas. Ou seja, o processo de fusão de imagens com diferentes resoluções busca a

melhoria da resolução espacial e a manutenção da qualidade espectral gerando uma informação que seja mais adequada à percepção humana ou para o processamento digital posterior como, por exemplo, a classificação (Schneider; Bellon; Araki, 2003, Lucca, 2007, Adami *et al.*, 2007).

De maneira geral, as técnicas de fusão de imagens podem se dividir em três grupos, sendo o determinante nesta divisão o modelo a ser utilizado. Há técnicas que se utilizam de um modelo espacial, que são aquelas que isolam a informação espacial de alta frequência proveniente da imagem de alta resolução espacial e a combinam com a imagem multiespectral; e técnicas que utilizam modelos de domínio espectral, que são aquelas onde a imagem multiespectral sofre transformações para geração de novos conjuntos de bandas que podem ser correlacionados com a imagem pancromática. Outro grupo de técnicas é aquele que utiliza modelos algébricos, em que funções aritméticas são realizadas pixel a pixel (Schowengerdt, 1997; 1998; Pinho *et al.*, 2005).

Para o processo de fusão de imagens de satélites várias técnicas podem ser utilizadas. As principais delas já estão implementadas em softwares de geoprocessamento como, por exemplo, no Spring, ou Erdas, ou Envi, e têm sido utilizados por diversos pesquisadores com diferentes propósitos.

Neste trabalho foram analisadas as técnicas aportadas no software ArcGIS 9.3 (Transformação por Média Simples, Transformação Brovey, Transformação IHS e Transformação ESRI) aplicadas sobre imagens do satélite CBERS-2B, sensores CCD e HRC.

2. Metodologia de trabalho

Para a análise das quatro técnicas de fusão de imagens propostas foram estruturadas três etapas de trabalho: pré-processamento de imagens, fusão de imagens e avaliação dos resultados. A Figura 01 representa esquematicamente os procedimentos metodológicos adotados.

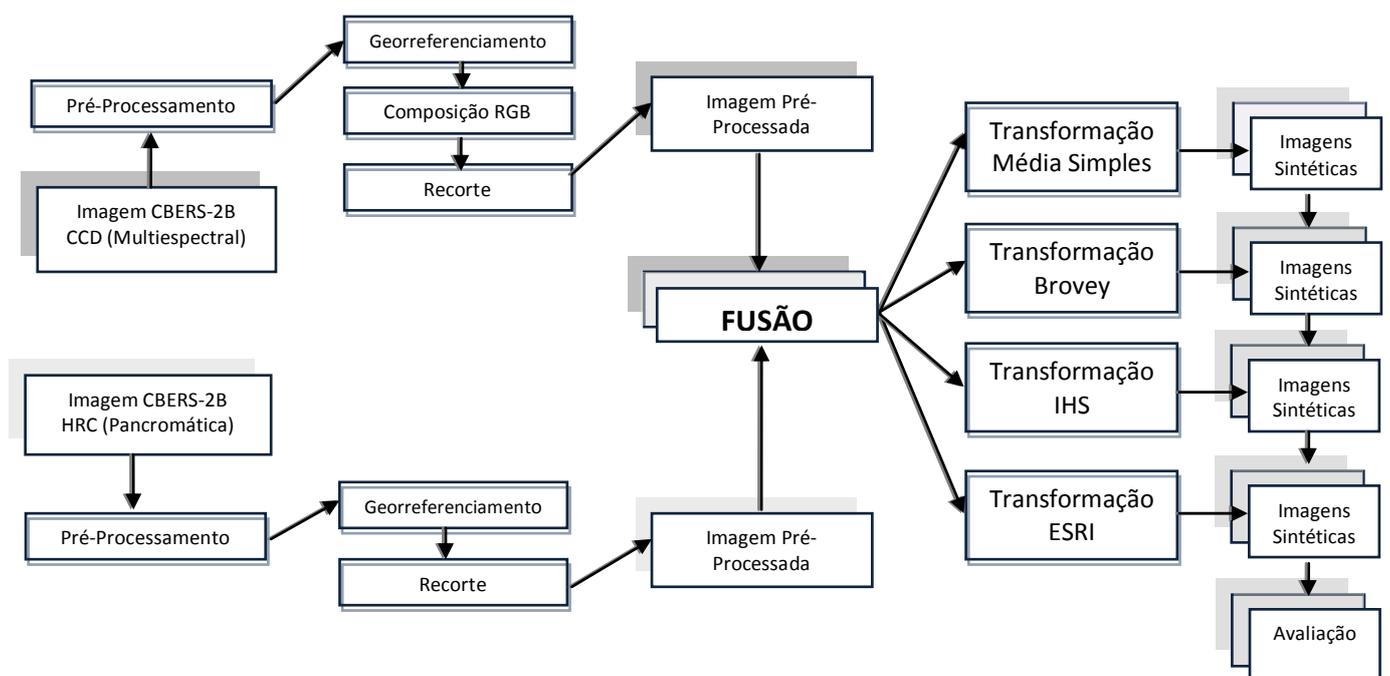


Figura 01. Esquema representativo dos procedimentos metodológicos adotados

As imagens do satélite CBERS-2B, sensores CCD (órbita e ponto 155/125) e HRC (órbita e ponto 155_C/125_5) foram escolhidas devido sua atualidade, cuja passagem sobre a área deu-se em 28/08/2008; suas características técnicas em termos de resoluções são apropriadas para a finalidade pretendida; foram disponibilizadas pelo INPE sem custo aos pesquisadores. Além disso, foram escolhidas imagens que recobrem uma área do entorno da Represa de Salto Grande, no município de Americana, onde estão sendo desenvolvidas pesquisas pelo grupo de autores.

2.1 Pré-processamento das imagens

As imagens selecionadas necessitaram ser pré-processadas para a aplicação das técnicas de fusão propostas. O software utilizado durante toda a execução do trabalho foi o ArcGIS 9.3. O procedimento de georreferenciamento das imagens foi realizado com base numa carta topográfica planialtimétrica digital, em escala 1:10.000 (IGC, 2002). Para a imagem multiespectral foi necessária a geração de uma composição colorida R(3), G(2), B(1). Vale lembrar que a imagem multiespectral utilizada tem resolução espacial de 20 metros e a faixa imageada no terreno corresponde a 113 km, enquanto a imagem pancromática apresenta resolução espacial de 2,5 metros e uma faixa de cobertura que corresponde a 27 km. Por isso, foi realizado um recorte das cenas delimitando uma área comum de 169 km², para realização das imagens sintéticas.

2.2 Fusão

As técnicas disponíveis no software ArcGIS 9.3 para executar o procedimento de fusão de imagens são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Descrição básica das técnicas utilizadas

Tipo de transformação	Descrição básica
Média Simples	Aplica uma equação de média aritmética simples para cada combinação de bandas de saída.
Brovey	Aplica uma equação onde a razão da divisão da soma das bandas da imagem multiespectral pela imagem pancromática é multiplicada por cada banda da imagem multiespectral.
IHS	Transforma a imagem do sistema RGB para IHS, representado através dos componentes: intensidade (Intensity - I), matiz (Hue - H) e saturação (Saturation - S).
ESRI	Aplica uma média ponderada, cujo resultado cria um valor de ajuste, e a banda adicional do infravermelho-próximo, opcionalmente, para calcular os valores de saída.

Fonte: ESRI, 2008.

3. Resultados e discussão

Os resultados obtidos através do procedimento metodológico proposto são apresentados a seguir. A Figura 1 representa as imagens multiespectral e pancromática da área de estudo que serviram de base para a construção das imagens sintéticas.

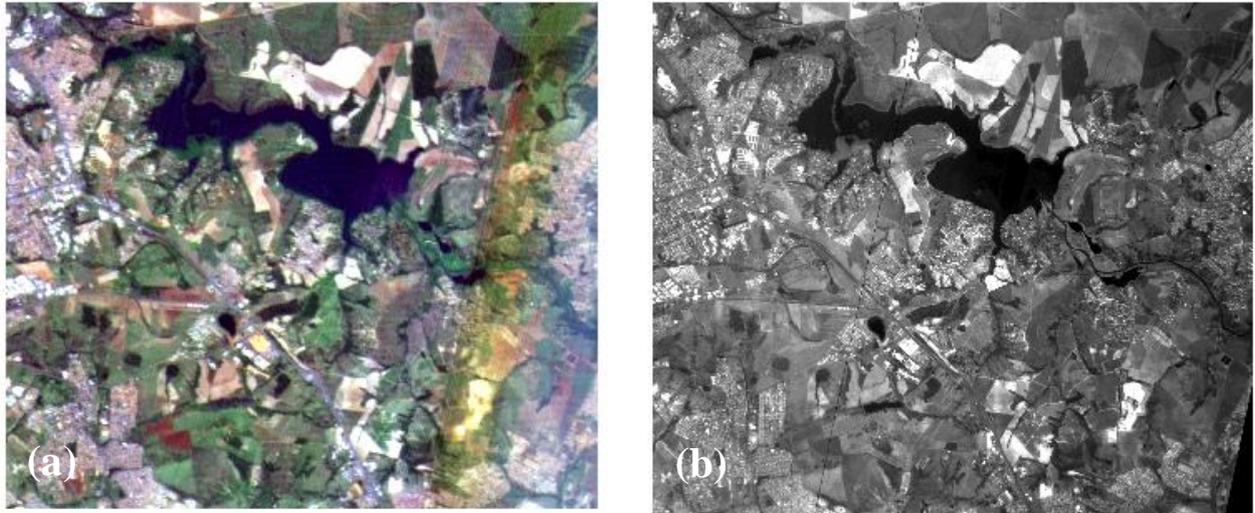


Figura 1. (a) Imagem multiespectral (composição RGB). (b) Imagem pancromática.

As imagens representadas nas Figuras 2 e 3 foram geradas com parâmetros de pesos com os valores padrão recomendados no software ArcGIS 9.3 para cada banda das imagens. Esses valores são estabelecidos para cada técnica de fusão (Quadro 2).

Quadro 2. Pesos padrão estabelecido pelo software para cada banda da imagem

Bandas	Transformação Brovey	Transformação IHS	Transformação ESRI
Vermelho	0,334	0,334	0,166
Verde	0,333	0,333	0,167
Azul	0,333	0,333	0,167
Infra-Vermelho	0	0	0,5

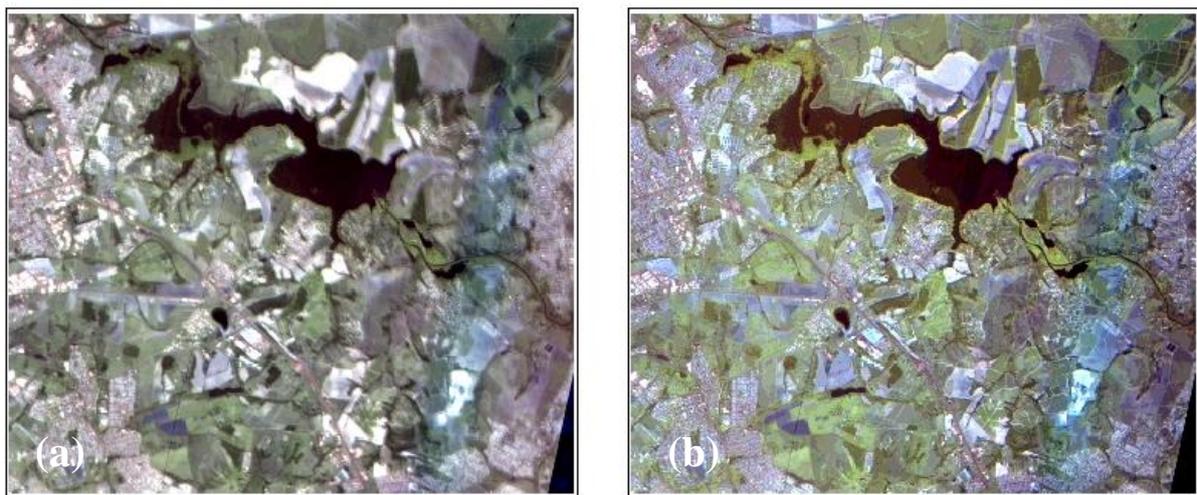


Figura 2. (a) Imagem sintética – Média Simples. (b) Imagem sintética – Brovey.

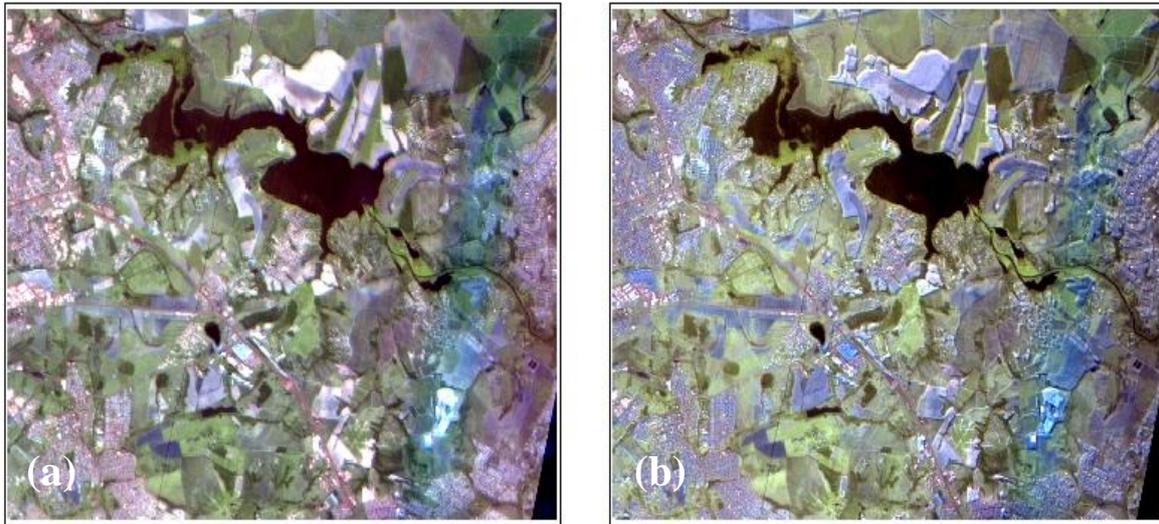


Figura 3. (a) Imagem sintética – ESRI. (b) Imagem sintética – IHS.

A Figura 4 representa duas imagens sintéticas geradas através da técnica de fusão ESRI com parâmetros de pesos diferenciados do padrão oferecido pelo software para cada banda das imagens. Para (a) foram estabelecidos pesos de 0,333, 0,333 e 0,334 para as bandas vermelha, verde e azul, respectivamente; enquanto para (b) os pesos foram de 0,6, para a banda vermelha, 0,2 para a banda verde e 0,2 para a banda azul.

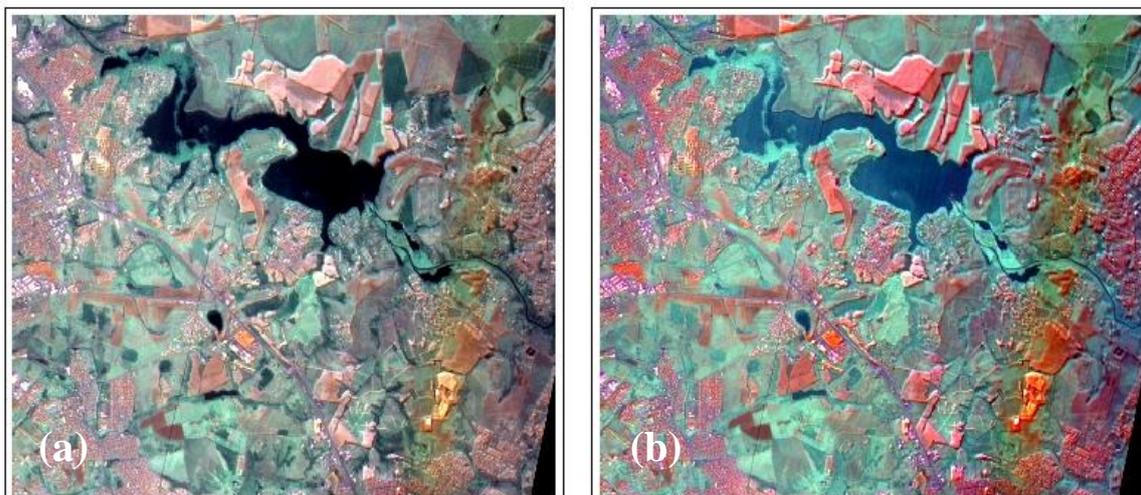


Figura 4. (a) Imagem sintética - ESRI, peso “equivalente” para as bandas. (b) Imagem sintética – ESRI maior peso para a banda vermelha.

O resultado da aplicação de diferentes valores de peso para cada banda da imagem na fusão IHS é representado na Figura 5. Para a geração destas imagens foram estabelecidos em (a) peso de 0,2 para a banda vermelha, 0,6 para a banda verde e 0,2 para a banda azul, e para (b) os pesos foram de 0,2, 0,2, 0,2, 0,4 para as bandas vermelha, verde, azul e infravermelha, respectivamente.

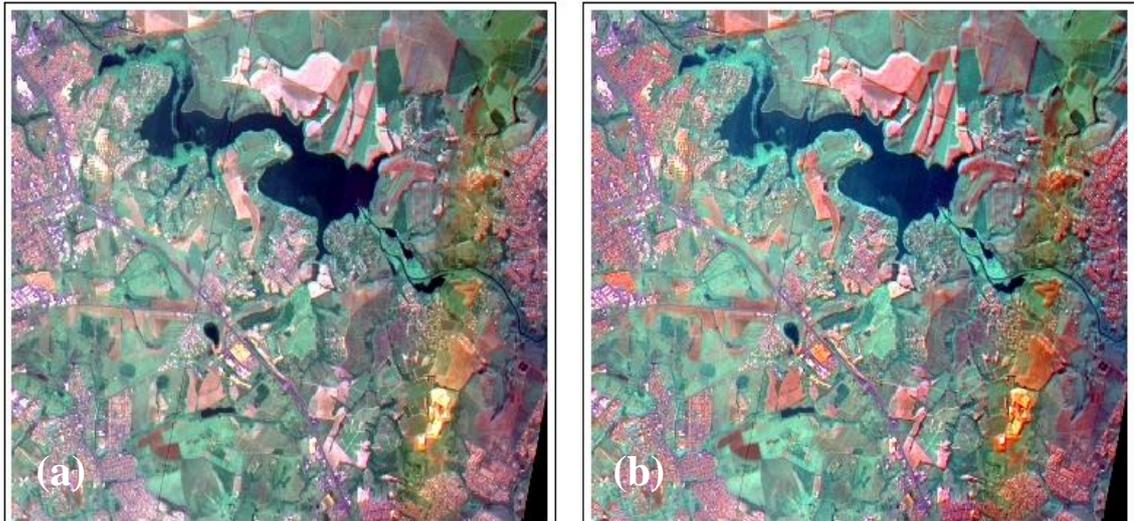


Figura 5. (a) Imagem sintética - IHS, maior peso para a banda verde. (b) Imagem sintética - IHS, maior peso para a banda infravermelha.

Diferentes pesos foram aplicados também para a técnica Brovey. A Figura 6 (a) representa o resultado da aplicação dos valores de peso 0,2, 0,4 e 0,4 para as bandas vermelha, verde e azul, respectivamente. Em (b) tem-se a aplicação dos valores de peso 0,1 para a banda vermelha, 0,8 para a banda verde e 0,1 para a banda azul.

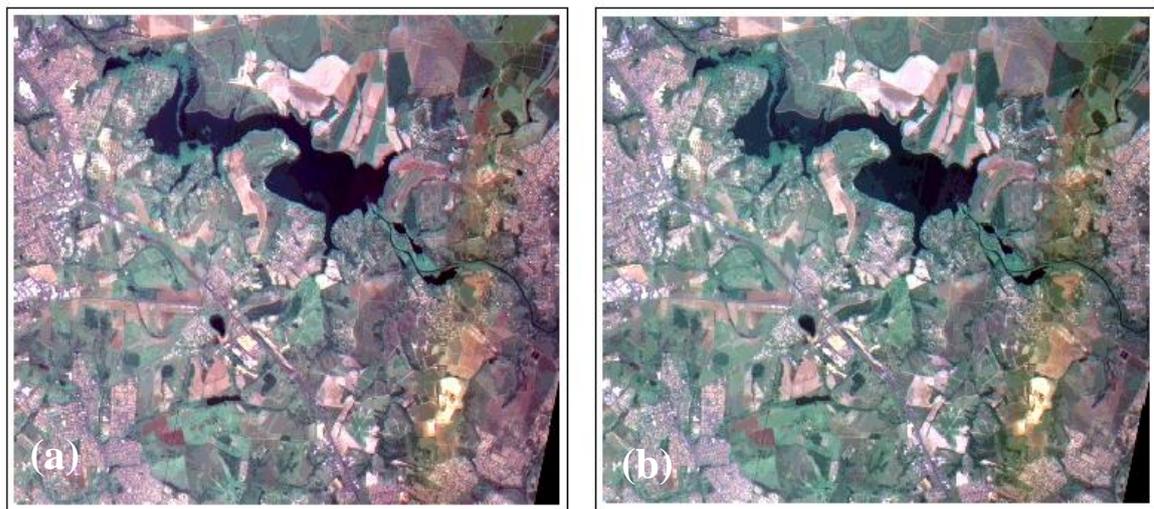


Figura 6. (a) Imagem sintética – Brovey, maior peso para as bandas verde e azul. (b) Imagem sintética – Brovey, maior peso para a banda verde.

No caso da fusão por média simples, devido ao seu resultado padronizado, considerou-se desnecessário apresentar exemplos além daquele já registrado na Figura 2.

4. Considerações finais

O presente trabalho apresenta o resultado de quatro técnicas de fusão de imagens oferecidas pelo software ArcGIS 9.3. Embora as quatro técnicas tenham se mostrado efetivas para o processamento de fusão de imagens e os resultados tenham se apresentado

satisfatórios, a avaliação visual dos resultados evidencia um melhor desempenho das técnicas IHS e ESRI devido ao realce proporcionado aos diferentes alvos. Com as quatro técnicas de fusão tem-se ganhos em relação à resolução espacial das imagens CBERS-2B/CCD e ganho de resolução espectral nas imagens CBERS-2B/HRC, o que resulta na possibilidade de se trabalhar com maior propriedade para reconhecimento dos diferentes alvos presentes nas imagens, tanto ao usar técnicas de processamento digital como de interpretação visual. Nota-se que com a possibilidade do estabelecimento de diferenciados valores de peso para realce de cor em cada banda da imagem é possível destacar os alvos de maior interesse.

Por último, pode-se ressaltar a possibilidade de realização dessas técnicas de processamento digital de imagens utilizando as imagens do satélite CBERS-2B, sensores CCD e HRC, que apresentam como característica particular, no caso dos produtos atualmente disponíveis na área de sensoriamento remoto, o fato de serem disponibilizadas pelo INPE de forma gratuita aos usuários brasileiros e, não menos importante, com dados atualizados sobre o território nacional, o que permite realizar trabalhos voltados ao planejamento e gestão do território de maneira sistemática e perene.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado, à FAPESP pela concessão de bolsa de iniciação científica e ao INPE pela disponibilização das imagens de satélite usadas na pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Adami, M. *et al.* Fusão de imagens por IHS para melhorar a identificação de uso do solo em elementos amostrais. **Eng. Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.2, p. 529-536, mai/ago. 2007.
- Blaschke, T.; Kux, H. (Orgs.) **Sensoriamento remoto e SIG avançados: novos sistemas sensores – métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- Centeno, J. A. S.; Ribeiro, S. R. A. Um método simplificado de fusão de imagens. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007. INPE, p. 5667-5673.
- ESRI. **ArcGIS – ArcMap 9.3 Help On Line**. Redlands: ESRI, 2008.
- INPE. **Catálogo de imagens CBERS-2B**. Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br>>. Acessado em 03 de nov. de 2008.
- Leonardi, S. S.; Ortiz, J. de O.; Fonseca, L. M. G. Comparação de técnicas de fusão de imagens para diferentes sensores orbitais. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4111-4113.
- Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W.; Chipman, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. J. Wiley: New York, 2005.
- Lucca, E. V. D. **O uso da fusão de imagens multisensores por meio da transformada wavelet na caracterização da pluma termal costeira da usina nuclear de Angra dos Reis**. São José dos Campos: INPE, 2007 (Tese de Doutorado).
- Mather, P. M. **Computer Processing of Remote-Sensed Images: An Introduction**. J. Wiley: New York, 1999.
- Pinho, C. M. D. *et al.* Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem Quickbird. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 4225-4232.
- Schneider, M. J.; Bellon, O. R. P.; Araki, H. Experimentos em fusão de imagens de alta resolução. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v.9, n.1, p 75-88, 2003.
- Schowengerdt, R. A. **Remote sensing models and methods for image processing**. New York: Academic Press, 1997.