

Análise Comparativa de Técnicas de Fusão CBERS 2B CCD/HRC para auxiliar no Mapeamento de uso e Ocupação do Solo

Hewerton Alves da Silva
Liwistonw Galdino da Silva¹
Daniel Rodrigues de Lira¹
Antonio Marcos dos Santos¹
Patricia Fernanda de Oliveira Passos¹
Elizabeth Regina Alves Cavalcanti Silva¹
Josicléda Domiciano Galvêncio¹
Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel ²

¹ Dept. Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária - CEP: 50670-901 - Recife – PE, Brasil
he.wasufpe@gmail.com, lywistone@gmail.com, dniellira@gmail.com,
geo_fisica@yahoo.com.br, nanda_fox@hotmail.com, bellhannover@hotmail.com,
josicleda@hotmail.com

² Dept. de Biologia/Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Rua Dom Manoel de Medeiros, Dois Irmãos – 52171-900 – Recife – PE, Brasil
pimentel@db.ufrpe.br

Abstract. The objective of this research was to compare four methods of synthetic image obtained through merging the images from CBERS-2B, and HRC CCD, processed with the use of techniques IHS, Principal Components, Brovey Transformation and Multiplicative to assist in mapping the different ways land use in the city of Itamaracá (PE), in order to evaluate the quality of these methods. The study area is an island and is part of the phytogeography of North Forest area of Pernambuco State. For the generation of results CBERS CCD images / HRC were processed using ERDAS 9.3 and SPRING 5.1.5 software's. It was found that there is an effective gain in the range of details of the geographic objects when fused images from CCD with HRC without losing the spectral properties of targets, that increases significantly the possibility of digital treatment and also enhance the possibility of interpreting visual images. Although the four techniques have shown good results for visual evaluation of results, showing a better performance of the technical Brovey Transformation and IHS due to the enhancement afforded to different targets.

Keywords: sensoriamento remoto, processamento de imagens, fusão de imagem

1. Introdução

Diante da necessidade da obtenção de resultados cada vez mais eficientes no monitoramento e gestão ambiental, a utilização de técnicas de sensoriamento remoto tem aumentado, uma vez que estas se constituem em uma ferramenta capaz de fornecer dados sobre a cobertura vegetal da Terra, com diferentes resoluções espectrais, espaciais e temporais (Polh et. al., 1998). Diante dessa necessidade, vários estudos vêm sendo desenvolvidos para a geração de resultados rápidos e confiáveis para o monitoramento do meio ambiente; o sensoriamento remoto proporciona essa agilidade quanto à capacidade de avaliar, mapear e quantificar as mudanças ocorridas no uso e ocupação da terra, atendendo às necessidades de um monitoramento mais frequente. Uma vez que os ecossistemas terrestres exercem um controle sobre os ciclos biogeoquímicos e hidrológicos, os quais, por sua vez, influenciam, significativamente, os sistemas climáticos através das propriedades radiativas dos gases de efeito estufa e outros gases reativos (Defries et. al., 2002; Friedl et. al., 2002).

Em estudos relacionados ao mapeamento do uso da terra e na geração de mapas temáticos para a análise das mudanças das formas do uso da terra no tempo-espaço e para a execução desse tipo de mapeamento, várias técnicas vêm sendo desenvolvidas, especialmente aquelas

oriundas do sensoriamento remoto e a possibilidade de processamento analítico através dos Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). Com os avanços tecnológicos, através do aprimoramento de técnicas de processamento digital, novas possibilidades de extração de informações surgem a cada dia. Uma dessas técnicas é a fusão de imagens de satélite que apresenta uma aplicabilidade em diversos ramos do conhecimento.

Dentre os autores que definiram a técnica de fusão, Wald (1999) afirmou que a fusão de dados de satélites pode ser caracterizada como uma técnica na qual são definidos conceitos e ferramentas para a união de dados originários de diferentes fontes com o objetivo de obter informações de melhor qualidade. Fonseca et.al. (2000) afirmam que tal processamento pode ser utilizado visando melhorar a resolução espacial e que tais técnicas de fusão possibilitam integrar melhor a resolução espacial da banda pancromática com a melhor resolução espectral das demais bandas, produzindo imagens coloridas que reúnem ambas as características. Segundo Schneider et al. (2003), a fusão de imagens visa a geração de uma imagem a partir de imagens múltiplas (por exemplo, imagens multiespectrais, fotografias aéreas e imagens de radar) para a extração de informação de maior qualidade. A fusão de imagens com diferentes resoluções visa a melhoria da resolução espacial e a manutenção da resolução espectral. Assim, combinam-se imagens multiespectrais com imagens pancromáticas.

De modo 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 utilizam um modelo espacial, estas isolam a informação espacial de alta frequência proveniente da imagem de alta resolução espacial e combinam com a imagem multiespectral. Outras técnicas utilizam modelos de domínio espectral, são aquelas onde a imagem multiespectral é transformada para a geração de novos conjuntos de bandas que podem ser correlacionados com a imagem pancromática. Outro grupo de técnicas utiliza modelos algébricos, os quais utilizam funções aritméticas realizadas pixel a pixel (Schowengerdt, 1997; 1998; Pinho *et al.*, 2005).

O presente trabalho objetivou comparar quatro métodos com imagens sintéticas obtidas através da fusão das imagens do satélite CBERS-2B, sensores CCD e HRC, processadas com o uso das técnicas IHS no SPRING 5.1.5 e Principais Componentes, Transformação de Brovey e Multiplicative no ERDAS 9.3, para auxiliar no mapeamento das diferentes formas do uso da terra no município de Itamaracá, em Pernambuco.

1.1. Caracterização da Área

O município de Itamaracá é constituído por uma ilha e está localizado na Microrregião de Itamaracá, entre as coordenadas 7°41' e 7°49'S e 34°49' e 34°54'W; está inserido na zona fitogeográfica da Mata Norte. Apresenta uma extensão aproximada de 65,4 km, e está separada da porção continental pelo Canal de Santa Cruz. Limita-se, ao Norte, com os municípios de Goiana, na região de Barra de Catuama; ao Sul, com o município de Igarassu; a Oeste, com Itapissuma e a leste, com o Oceano Atlântico (Figura 1).

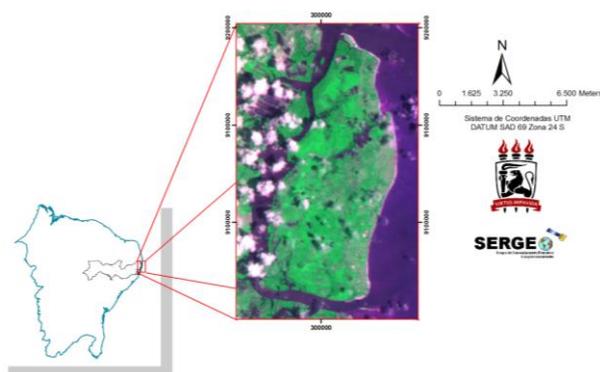


Figura 1. Localização do Município de Itamaracá-PE

2. Metodologia de trabalho

2.1 Pré-Processamento

Para a geração das imagens sintéticas foram utilizadas duas imagens do satélite CBERS, uma do sensor CCD e outra do sensor HRC (Tabela 1), todas do município de Itamaracá, em Pernambuco (Figura 2). As etapas de processamento das imagens foram realizadas com o programa SPRING 5.1.6 e ERDAS 9.3, com a licença do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento (SERGEO) no. Xxxxxxx. A Figura 3 mostra o fluxograma com as etapas metodológicas seguidas para a geração das imagens sintéticas.

Tabela 1. Informações básicas dos sensores para a geração de imagens sintéticas no SPRING 5.1.6 e ERDAS 9.3.

CCD	01/02/2009	146	109	20 m
HRC	01/02/2009	146_E	109_1	2,5 m

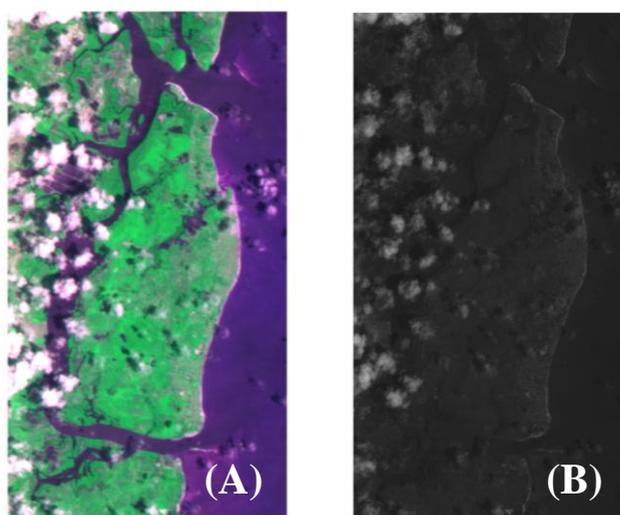


Figura 2. Imagem do satélite CBER (A) CCD/20m (B) HRC 2,5m.

As imagens do sensor CCD/HRC foram adquiridas junto ao site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e, para a realização do registro, etapa fundamental na qualidade da fusão, a imagem foi obtida através do site do SISCOM/IBAMA. O processamento das imagens empilhamento > georreferenciamento > composição RGB (CCD) > recorte foi realizado com o ERDAS 9.3, as imagens foram georreferenciadas e recortadas para o SPRING e, para gerar a fusão, foi necessária a restauração, transformando os pixels de 20 m para 10 m e, em seguida, as imagens foram reamostradas para cada pixel de 2,5, procedimento este que não foi necessário no ERDAS, onde só foi necessário o recorte georreferenciado (Image Interpreter > Spatial Enhancement... >Resolution Merge....).

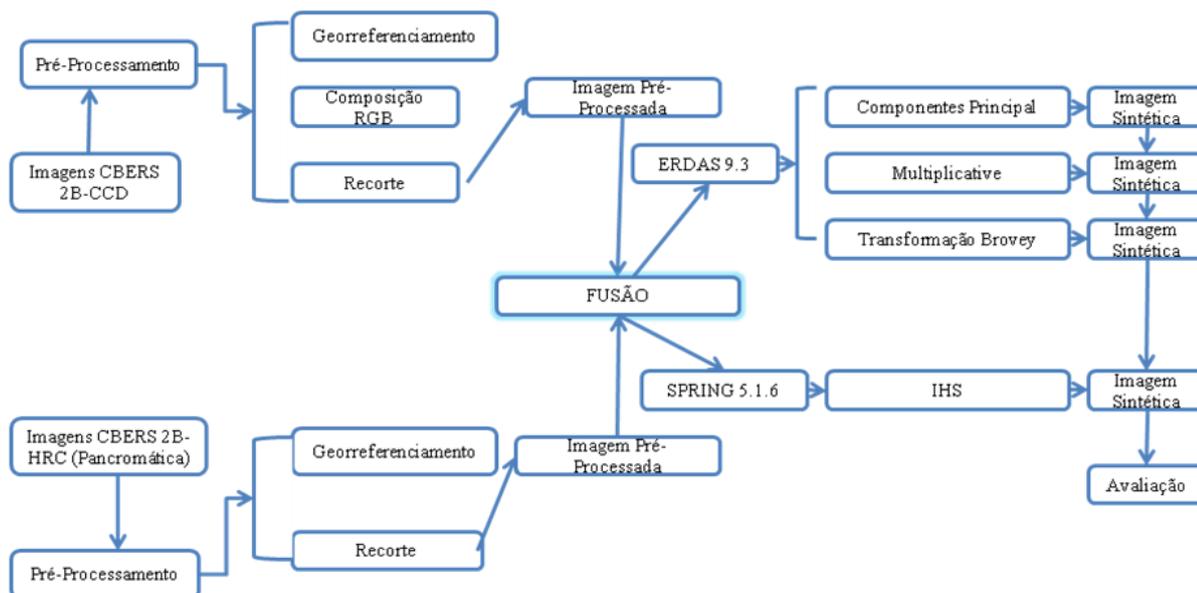


Figura 3. Organograma das etapas do processamento das imagens.

2.2 Fusão

O procedimento de fusão das imagens utilizou diversos tipos de transformação, as quais estão apresentadas no quadro abaixo.

Quadro 1. Técnicas utilizadas para executar o procedimento de fusão das imagens CCD/HRC.

Tipo de Transformação	Descrição
Multiplicative	Este método aplica um algoritmo simples multiplicativo que integra as duas imagens raster. O Método Multiplicativo é o mais simples dos quatro métodos. Como é computacionalmente simples é geralmente o método mais rápido e exige menos recursos do sistema. No entanto, a imagem mesclada resultante não mantém a radiometria da imagem de entrada multiespectral. Em vez disso, o componente de intensidade é aumentado, tornando-a uma boa técnica para realçar feições urbanas (que tendem a ser maior de componentes refletindo em uma imagem).
Transformação Brovey	Este método usa um algoritmo razão para combinar as imagens. A Transformada Brovey foi desenvolvido para aumentar o contraste visual nas extremidades altas e baixas do histograma de uma imagem, para proporcionar contraste nas sombras, água e áreas de alta refletância, tais como características urbanas. Por conseguinte, a transformação Brovey não deve ser usado se preservar a radiometria da cena original. No entanto, é bom para produzir imagens RGB com um maior grau de contraste nas extremidades baixas e altas do histograma da imagem e para a produção de "apelo visual" de imagens.
Componentes Principais	O método de Componentes Principais é melhor usado em aplicações que requerem a radiometria da cena original (equilíbrio de cor) da imagem multiespectral de entrada deve ser mantida o mais próximo possível do arquivo de saída. O método de componentes principais é, portanto, o mais lento dos três métodos propostos e requer a maioria dos recursos do sistema. Outro resultado desta metodologia é que o arquivo de

	saída tende a ter os mesmos dados intervalo como o arquivo de entrada multiespectral.
IHS	O primeiro passo nesta técnica consiste na transformação da imagem multiespectral do sistema de cores RGB para o IHS, onde neste último, as cores são representadas através de três componentes: intensidade (Intensity - I), matiz (Hue - H) e saturação (Saturation -S). Após a conversão de sistemas, a componente Intensidade (I) é substituída pela imagem pancromática e, em seguida é realizada a transformação IHS-RGB. Conforme Pinho et al (2005), apesar de ser uma técnica bastante utilizada, esta fusão possui duas importantes limitações: o número de bandas a ser utilizado limita-se apenas a três e a imagem de saída limita-se a uma resolução radiométrica de 8 bits. Este último problema é derivado da própria natureza dos sistemas de cores que são representados, tradicionalmente, em 8 bits.

2.3 Critérios para a Avaliação Visual

Os critérios analisados para avaliar a qualidade dos métodos de fusão utilizado neste trabalho é a qualidade espacial, qual método terá a melhor resposta espacial e espectral das imagens fusionadas, será observado qual método dará um ganho na resolução espacial sem que se acrescente falsos alvos no produto final.

3 Resultados e Discussão

A Figura 4 mostra os recortes da imagem do CBERS/CCD, das áreas que foram analisadas quanto à qualidade da fusão. Analisando todas as imagens, foi possível observar que a qualidade visual daquelas que compõem a Figura 4 (recorte da área urbana) não ficou muito boa, sendo mesmo a que mostrou a pior qualidade visual.

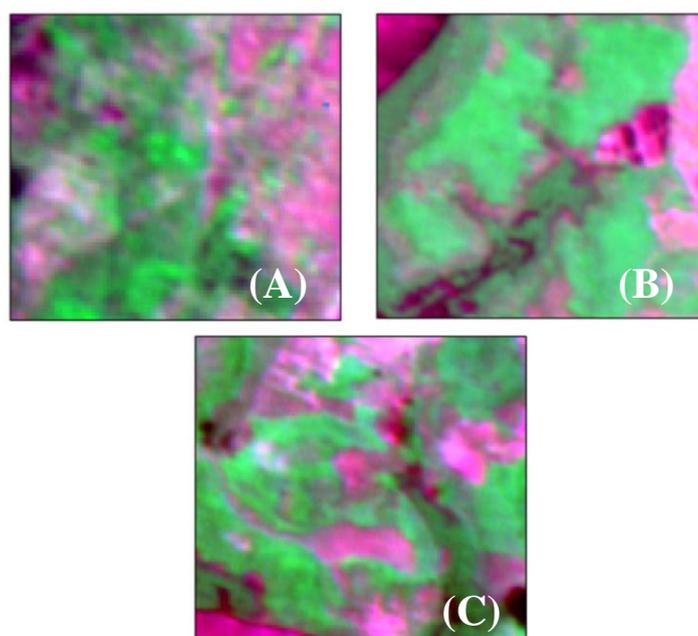


Figura 4. Imagens do sensor CCD para (A) área urbana, (B) área de Mata Atlântica e (C) área de vegetação antropizada.

Os resultados obtidos, conforme podemos observar nas Figuras 5, 6 e 7, mostram que a fusão de imagens CCD e HRC se torna uma ferramenta muito valiosa para os trabalhos de mapeamento do uso da terra. Uma vez que para se obter imagens com resoluções próximas àquelas geradas pela fusão, o custo se torna elevado e a fusão CCD/HRC tem um custo muito baixo e gera uma imagem com resolução espacial e espectral com características suficientes para a identificação das principais formas de uso da terra.

Outro resultado bastante satisfatório é o ganho efetivo na escala de detalhamento dos objetos geográficos quando a passagem fusionada das imagens do sensor CCD com o HRC sem, entretanto, perder as propriedades espectrais dos alvos, o que amplia, de forma significativa, a possibilidade de tratamento digital e, também, uma maior possibilidade de interpretação visual das imagens. Essa melhora é de fundamental importância para o mapeamento temático com um nível de detalhe que, com a imagem na sua resolução original, não seria possível. Para esse nível de detalhe não é suficiente somente para identificar a classe de uso do solo como, também, para se chegar, se possível, ao nível de identificar a atividade praticada na área estudada.

A Figura 5 representa uma amostra comparativa do recorte da área urbana com os métodos de fusão analisados. A Figura 5B foi aquela com menor qualidade visual por causa do excesso de brilho, dificultando, assim, a discriminação e visualização das áreas urbanas.

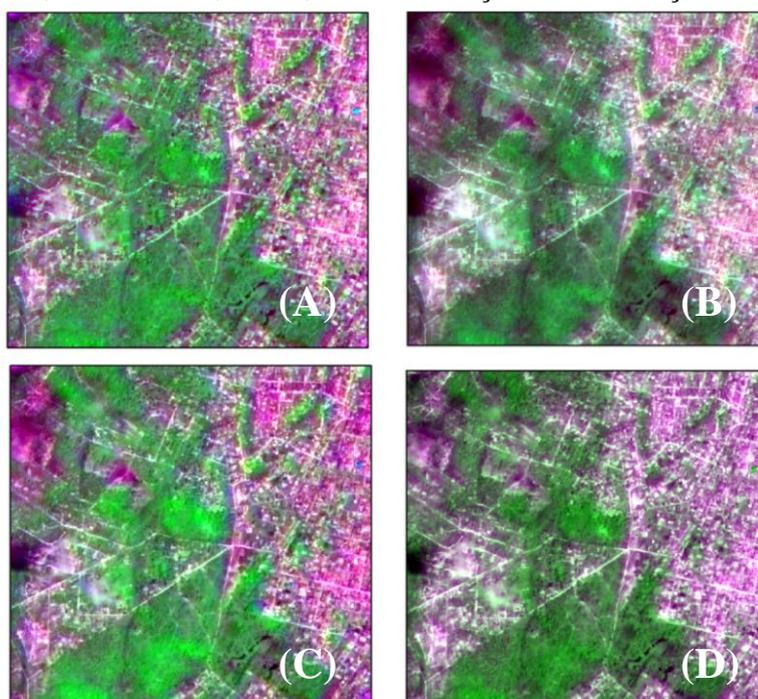


Figura 5.: Recorte das imagens fusionadas de área urbana (A) IHS, (B) Multiplicativa; (C) Principais Componentes e (D) Transformação Brovey.

A Figura 6 apresenta um recorte da área com fragmentos de Mata com a aplicação dos quatro métodos de fusão e que resultaram no destaque das áreas de mata; a Figura 6B apresentou uma turbidez e a Figura 6D foi aquela que melhor destacou a área de mata com a vegetação no seu entorno.

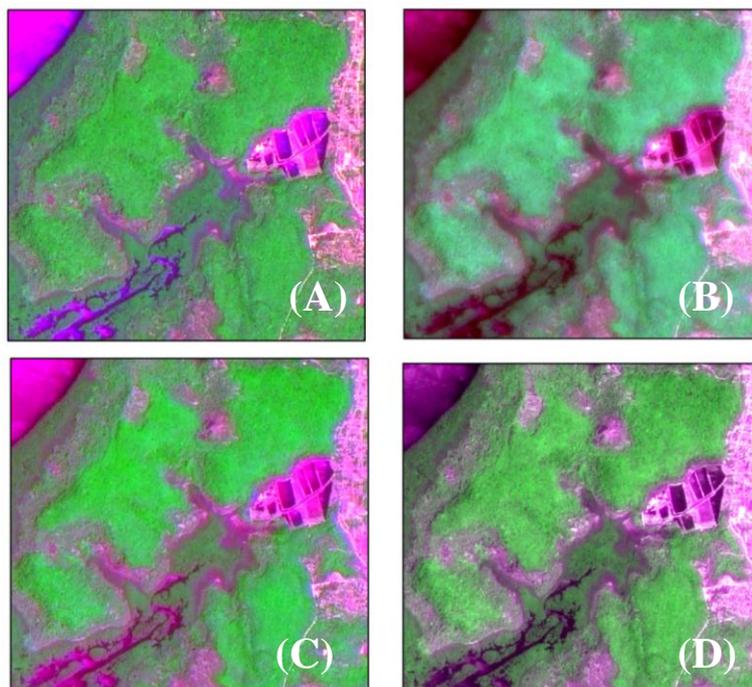


Figura 6. Recorte das imagens fusionadas de área de Mata Atlântica (A) IHS, (B) Multiplicative, (C) Principais Componentes e (D) Transformação Brovey.

A Figura 7 mostra a comparação dos métodos de fusão em uma área com vegetação bastante degradada. Pode-se observar que a Figura 7B conseguiu distinguir os tipos de textura relativa às diferentes formas de vegetação; foi aquela que apresentou uma qualidade visual mais baixa em relação às outras. O oposto ocorre na Figura 7D, onde a imagem mostrou um bom contraste visual dos alvos, tornando mais fácil a interpretação do uso da terra.

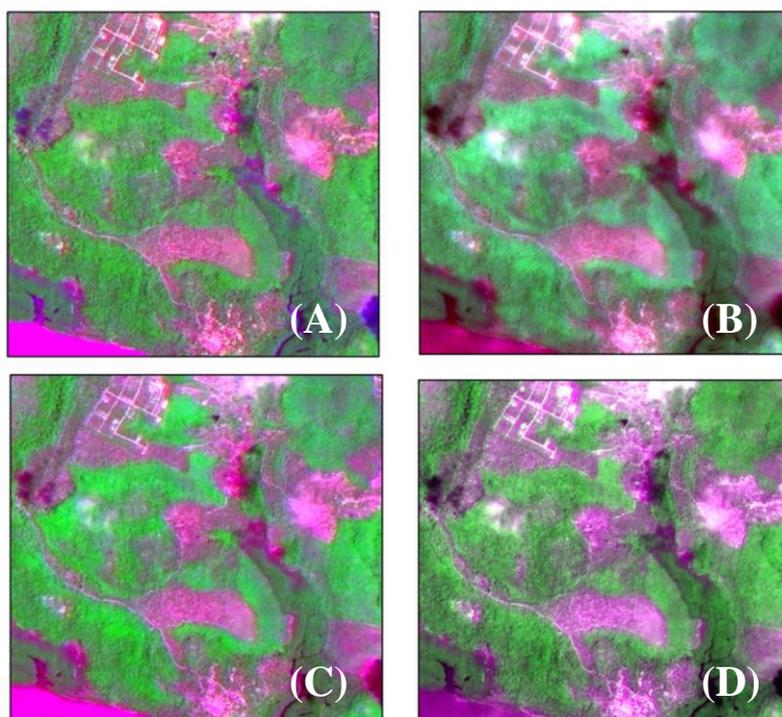


Figura 7. Recorte das imagens fusionadas de área de vegetação antropizada (A) IHS, (B) Multiplicative, (C) Principais Componentes e (D) Transformação Brovey.

4 Conclusão

Embora as quatro técnicas utilizadas tenham mostrado resultados bastante semelhantes, as técnicas: Transformação Brovey e IHS se apresentaram mais satisfatórias, uma vez que proporcionaram maior realce entre os alvos.

Uma vantagem de utilizar técnicas de fusão de imagens é o ganho visual das diferentes formas de uso da terra, possibilitando, assim, um trabalho de escala mais detalhado para o mapeamento.

As imagens sintéticas mostram-se de grande utilidade e eficiência no mapeamento de uso da terra, principalmente quando adicionadas à validação com o trabalho de campo.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo auxílio financeiro a pesquisa e bolsa de estudo através do projeto/processo: 577356/2008-9.

Referências Bibliográficas

DEFRIES, R.S.; HOUGHTON, R.A.; HANSEN, M.C.; FIELD, C.B.; SKOLE, D. Carbon emissions from tropical deforestation and regrowth based on satellite observations for the 1980s and 1990s. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 99, n. 22, p. 14256-14261, Out. 2002. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.182560099 . Acesso em 10 jan. 2005.

Fonseca , L. G. M. et al. **Apostila de processamento digital de imagens**. São José dos Campos: INPE, jun. 2000.

Leonardi, F.; Oliveira, C. G.; Fonseca, L. M. G.; Almeida, C. M. Fusão de Imagens CBERS 2B: CCD-HRC. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 6951-6958. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15913-PRE/10523). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.16.12.28>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

Li, J. **Spatial quality evaluation of fusion of diferent resolution images**. IAPRS. Vol. 33. Amsterdam, 2000.

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.

PINHO, Carolina Moutinho Duque de; RENNÓ, Camilo Daleles; KUX, Hermann Johann Heinrich. Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem Quickbird. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos - SP, 2005. **Disponível** em <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.20.14/doc/4225.pdf>. Acesso em: 21 nov 2010.

POHL, C.; VAN GENDEREN, J. L. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods and applications. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n. 5, p. 823-854, 1998.

Schowengerdt, R. A. **Remote sensing models and methods for image processing**. New York: Academic Press, 1997.

Schneider, M.J.; Bellon, O.R.P; Araki, H. **Experimentos em fusão de imagens de alta resolução**. Boletim de Ciências Geodésicas, Curitiba, v.9, nº 1, p 75-88, 2003.

WALD, L. Some terms of reference in data fusion. **IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing**. v. 37, n. 3, p.1190-1193, 1999.