

Integração de Dados Ópticos e SRTM: Região de Brasília – DF

Zileny Nelson Tavares Barbosa^{1, 2}

Eliane Ferreira Cordeiro¹

Edson Moraes Santos¹

Giovanni Araújo Boggione¹

¹ Instituto Federal de Educação Ciências e Tecnologia de Goiás - IFG

Rua 75, N°46, Setor Central, CEP 74055-110, Goiânia – GO, Brasil

{zilenytares1, Elianefc, }@gmail.com

edygospel2@yahoo.com.br; giovanni@cefetgo.br

² PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS – PUC-GO

Av. Universitária, 1069, Setor Universitário, Goiânia – GO, CEP 74605-010

Abstract. This paper aims to show the data integration from optical sensors (LANDSAT-7 ETM+ and CBERS-2) with radar (SRTM), using a set of remote sensing tools in order to systematize them in such a way as to be useful in many applications. To this end, highlighted the use of different techniques of digital image processing, for generating an improved final product in its visual interpretation, trying to extract as much possible information from the data collected. The different integration data made by the IHS transformation, it constitutes an efficient technique for generating a final product that hold information obtained from different sensors. Fusion techniques allow to integrate the best spatial resolution panchromatic band with better spectral resolution of other bands, producing a color image that combines both characteristics. The Brasilia region was chosen as a case study and to that end, we carried out the integration of optical data of the area that had a better spatial resolution and radiometric radar data to obtain a better view altimetry. Was obtained as final products a hybrid image and a digital terrain model that showed a significant improvement in visual quality from them.

Palavras-chave: remote sensing, image integration, sensoriamento remoto, integração de imagens

1. Introdução

O conhecimento da distribuição espaço-temporal, em seus aspectos quantitativos e qualitativos, é fundamental nos dias atuais ao desenvolvimento econômico, social e ambiental de uma determinada região ou país.

Para tanto, é indispensável o desenvolvimento de ferramentas eficientes, que permitam o monitoramento e a análise de informações de forma sistematizada.

Todavia, as dificuldades na execução deste tipo de monitoramento, *in loco*, tem sido preponderantes na viabilidade de tais estudos, uma vez que se trata de uma atividade onerosa e morosa, dada a extensão da maioria das áreas e o número de pessoal especializado disponível, geralmente insuficiente para tal recobrimento.

Outro fator importante a ser considerado se refere à dinâmica do fenômeno, visto que, a transformação da paisagem, dar-se-á de forma, muito mais veloz, que a própria capacidade dos responsáveis em acompanhar tal evolução.

Portanto, estudos referentes às técnicas que possibilitam a utilização de imagens provindas de diferentes sensores e sua posterior integração vem sendo de suma importância; visto que tais métodos combinam imagens de diferentes características espectrais e espaciais para sintetizar uma nova imagem com uma melhor acuidade visual.

A pretensão da presente pesquisa é apresentar uma metodologia de integração de dados ópticos (LANDSAT-7 ETM+ e CBERS-2) e de radar (SRTM) para diversas aplicações na área de geotecnologia. Serão utilizados para isso dados obtidos através de fontes gratuitas com técnicas de processamento inseridas neste contexto.

2. Caracterização da Área de Estudo

A região de estudo escolhida para o desenvolvimento deste trabalho é Brasília, que se encontra situada no Planalto Central Brasileiro, entre os paralelos 15 e 16, e está delimitada pelas coordenadas (15° 48' 00" S 47° 51' 50" O), possuindo uma extensão territorial de aproximadamente de 5.783 km² segundo os dados do IBGE. Figura 1 abaixo:

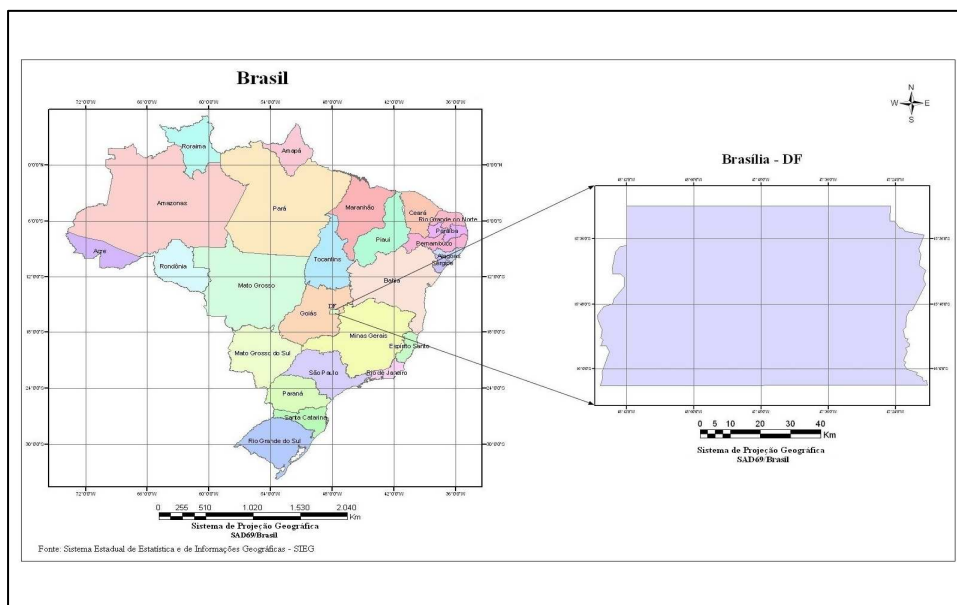


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

3. Materiais e Métodos

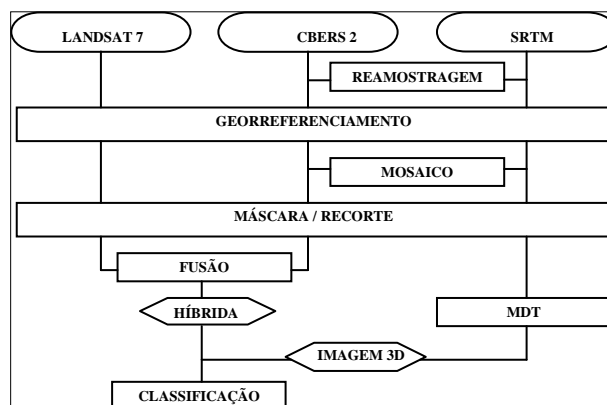


Figura 2. Procedimento metodológico para tratamento dos dados LANDSAT-7 e CBERS-2.

Esta pesquisa foi realizada em três etapas: primeiramente foi realizada aquisição das imagens de satélite LANDSAT-7, imagens CBERS 2 e SRTM. Para o georreferenciamento das imagens, foi utilizada uma imagem LANDSAT de 2002 georreferenciada no sistema de coordenadas geográficas– datum SAD 69. Os softwares utilizados para o processamento dos dados foram: SPRING 5.0 e ENVI 4.3.

A segunda etapa compreendeu a fase de pré-processamento das imagens, com a realização da reamostragem, georreferenciamento das 3 imagens(imagens Landsat-7 ETM+, Cbers-2 e Srtm.) juntamente com a definição do sistema projeção que neste caso optou-se por Geográfica com o Datum Sad 69. Utilizou-se a técnica de reamostragem por interpolação. Tal método foi empregado nas imagens: CBERS-2, cuja resolução espacial original é de 20m e na imagem SRTM de 90m; ambas foram reamostradas para 15 m de tamanho de pixel, garantido

assim uma perfeita integração com a banda PAN (15m) da imagem LANDSAT-7 ETM+. Em seguida mosaizou-se as imagens CBERS e SRTM onde foi feito o recorte com o limite da área de Brasília. É possível evidenciar as etapas através do fluxograma na figura 2 acima.

A terceira etapa referiu-se a fase de processamento das imagens, na qual realizou-se a fusão através da técnica por transformação inversa no espaço IHS de cores, entre as cenas LANDSAT-7 ETM+ e CBERS-2, gerando com isso a imagem híbrida, que posteriormente foi integrada com dados do sensor SRTM, obtendo-se assim a geração da imagem 3D e o MDT (Modelo Digital do Terreno) como mostra a figura 3 e 4 abaixo. Nesta fase a imagem híbrida foi classificada, possibilitando a confecção do mapa temático da área escolhida. A técnica de classificação aplicada foi a supervisionada. Onde foi necessária a escolha de um algoritmo de classificação, em que todos os pixels são classificados de acordo com o método estatístico aplicado. Costa (1999) afirma que existe uma tendência de utilização cada vez maior da classificação computacional, pela rapidez e facilidade em obter resultados satisfatórios. Neste caso, optou-se pelo algoritmo de Distância Mínima.



Figura 3. Modelo 3D da imagem híbrida.

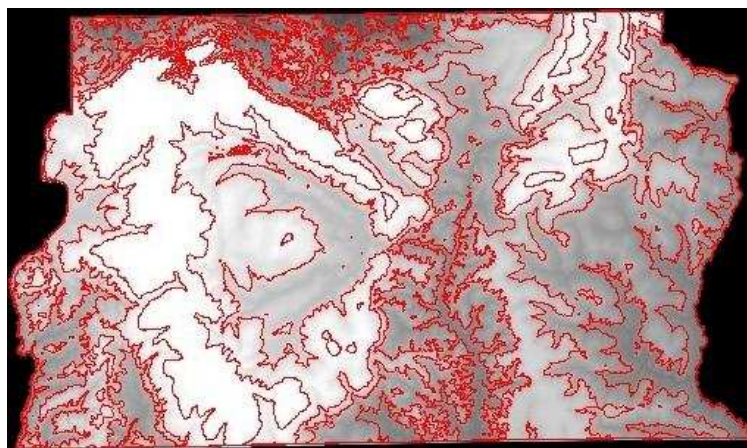


Figura 4. Curvas de nível geradas pelo SRTM.

4. Resultados e Discussões

Foram considerados para a avaliação das imagens utilizadas dois tipos de critérios:

4.1 Avaliação Qualitativa

A qualidade visual teve como objetivo identificar e analisar as diferenças que ocorreram entre a imagem CBERS-2 e a imagem híbrida, permitindo assim uma busca harmônica com o propósito de avaliação de feições lineares, tais como: bordas, rios, estradas, ruas, etc. Um dos aspectos relevantes a serem avaliados nesta etapa é o resultado da fusão através do método IHS, no qual gerou-se uma imagem híbrida a partir da fusão das bandas do CBERS-2 com a banda pancromática do LANDSAT-7. Visualmente, a imagem híbrida, como pode ser observado nas figuras relacionadas abaixo, ficou muito próxima da original, não apresentando mudanças

abruptas em termos de cores. Analisando os resultados representados na figura 5, podemos afirmar que o produto híbrido melhorou significativamente a qualidade visual, apresentando uma melhor distinção entre os alvos de interesse, destacando um bom detalhamento sobre as áreas urbanas e rurais.

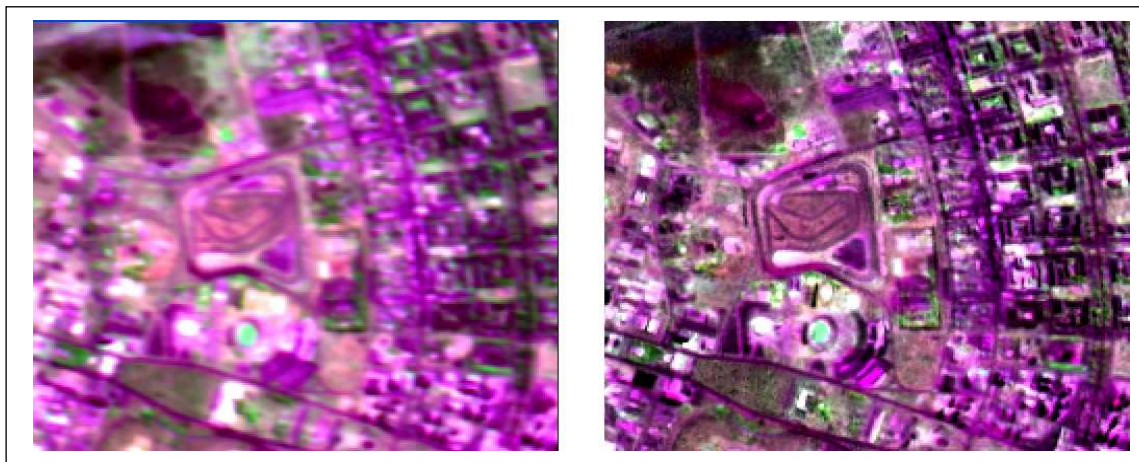


Figura 5. Autódromo Internacional Nelson Piquet e Estádio Mané Garrincha.

Através da análise visual pôde-se perceber que, de um modo geral, obteve-se um bom resultado com a fusão, onde a imagem híbrida permitiu uma melhor discriminação das categorias, abrangendo os grupos tipológicos existentes na área. Sendo assim, o resultado da fusão é considerado eficiente, pois foi capaz de preservar as informações multiespectrais da imagem CBERS-2 e os detalhes espaciais da imagem pancromática, além de melhorar a qualidade visual.

A figura 6 mostra que a imagem híbrida proporcionou uma melhor separação entre área urbana, vegetação e solo exposto, além de reforçar a significativa melhora na detecção de bordas. Este resultado foi alcançado aplicando-se a composição colorida 3R4G2B, que é a composição que melhor distingue as áreas urbanas das coberturas vegetais.

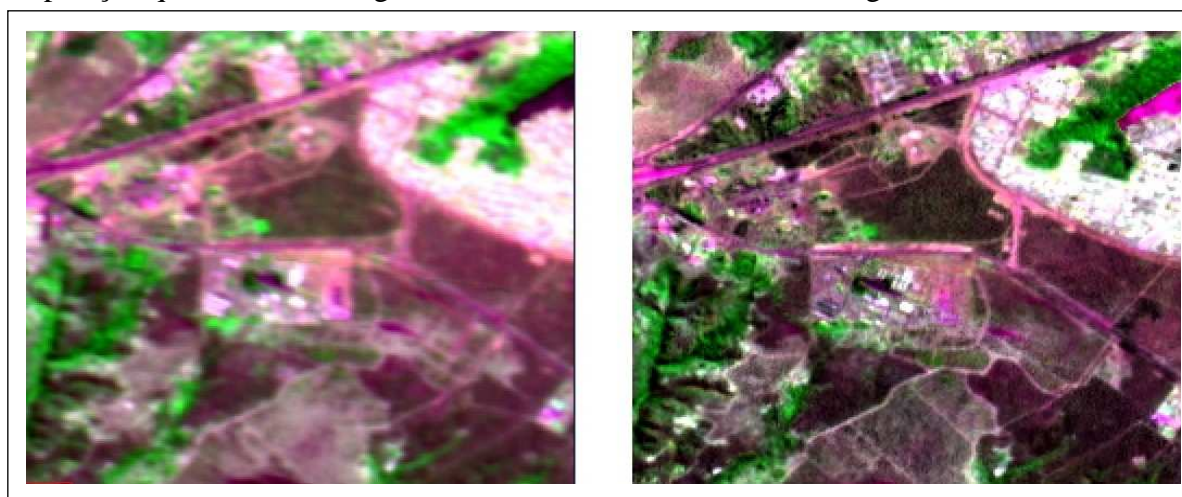


Figura 6. Região Próxima ao Lago Norte.

No que se refere ao processo de classificação realizado tanto para a imagem CBERS-2 quanto para a imagem híbrida, a escolha do algoritmo de distância mínima se mostrou a mais adequada em termos visuais, devido às características espectrais da região de estudo, sendo que o mesmo é indicado para regiões onde há variações de vegetação e de policulturas, que é o caso do DF como mostra a figura 7 e 8 abaixo. Os resultados obtidos demonstram um melhor desempenho e acurácia, por se tratar de dados multiespectrais. Tanto que a acurácia alcançada

na classificação da imagem CBERS-2 foi de 92,40 % e a da híbrida foi de 89,65 %. Essa diferença ocorreu devido à presença de algumas nuvens na imagem LANDSAT-7, que foram transportadas para a imagem híbrida no processo de fusão, gerando assim uma confusão entre a classe água com a sombra dessas nuvens.

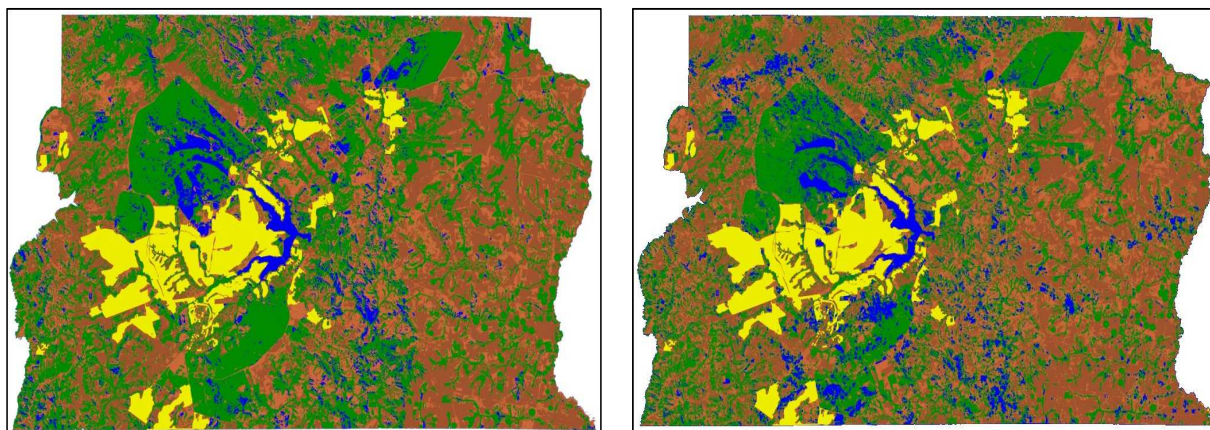


Figura 7 e 8. Resultado da classificação da imagem CBERS e imagem Híbrida.

Ainda sobre a classificação, vale ressaltar que devido à diversidade de tipos de solo encontradas na região, houve a necessidade de separá-los em duas classes distintas. Ao final, obteve-se a seguinte distribuição de acordo com as tabelas 1 e 2 abaixo:

Tabela 1. Percentual das classes da Imagem Cbers.

Classes	Percentual
Área Urbana	26,61
Vegetação	35,44
Solo Exposto I	5,39
Solo Exposto II	17,73
Água	14,83
Total	100

Tabela 2. Percentual das classes da Imagem Híbrida.

Classes	Percentual
Área Urbana	26,57
Vegetação	34,9
Solo Exposto I	4,46
Solo Exposto II	17,33
Água	15,73
Total	100

4.2 Avaliação Quantitativa

Nesta etapa utilizaram-se medidas estatísticas, em que foram quantificadas diferenças espaciais e espectrais entre a imagem original CBERS-2 e a imagem híbrida resultante da fusão. Para uma melhor avaliação da fidelidade espectral e espacial entre as imagens foram calculados e comparados a média, a variância, a correlação e o perfil radiométrico das mesmas. O primeiro passo foi calcular a diferença da média e a variância das imagens, sendo que os cálculos foram realizados separadamente para cada banda. O valor da média é utilizado como parâmetro para que se avalie o brilho da imagem. Já a diferença da variância e seus respectivos

valores são medidas da quantidade de informação adicionada ou perdida durante o processo de fusão.

Tabela 3. Valores da média da imagem CBERS 2.

Banda	Min	Max	Média	Normalizado
2	0	255	103,38	40,54
3	0	255	102,82	40,32
4	0	255	94,09	36,9

Tabela 4. Valores da média da imagem Híbrida.

Banda	Min	Max	Média	Normalizado
2	0	255	84,43	33,11
3	0	255	82,05	32,18
4	0	255	76,85	30,14

Para um entendimento mais adequado das tabelas, verifica-se que, através dos dados apresentados na tabela 3 e 4 acima, especificamente na coluna que compreende os valores da média obtidos da imagem CBERS-2, houve uma maior reflectância na banda 2 e na banda 3 do visível, nesta ordem. Na tabela 4 da imagem Híbrida, pôde-se avaliar que ocorreu uma redução mínima na média e na intensidade do brilho em relação à imagem CBERS-2. É um valor considerado baixo e com isso praticamente não se percebem mudanças de cores na imagem. A tabela 5 abaixo ilustra a taxa de variação da média entre as imagens.

Tabela 5. Variação da média entre as imagens CBERS-2 e Híbrida.

Banda	CBERS 2	Híbrida	Variação
2	40,54	33,11	7,43%
3	40,32	32,18	8,14%
4	36,9	30,14	6,76%

Uma forma de avaliar o realce de contraste das imagens é calculando a variância, já que esta serve como indicador do grau de afastamento médio em relação à média. Para este caso observamos na tabela 6 o comportamento deste parâmetro estatístico nas imagens.

Tabela 6. Diferenças da variância entre as imagens CBERS-2 e Híbrida.

Banda	CBERS 2	Híbrida	Diferença
2	80,01	73,86	6,15
3	74,09	67,53	6,56
4	77,28	70,66	6,62

Os valores apresentados na tabela acima evidenciam uma contradição, isso porque quando se obtém um produto híbrido resultante de uma fusão IHS, imagina-se que houve uma inclusão de informações, portanto, espera-se uma maior variação de dados e conseqüentemente maior variância da imagem produto em relação à original. Neste caso específico ao observarmos os dados da variância verificamos que isso não ocorreu, ou seja, a variância da imagem híbrida foi menor que da imagem CBERS original. Isto porque, a banda PAN do LANDSAT – 7 apresentaram variância abaixo do esperado. A próxima etapa a ser analisada é o nível de correlação entre as bandas das imagens CBERS-2 originais e Híbridas, ou seja, o quanto houve de variação espectral no processo de fusão. Para isso foi feita uma análise através dos dados que são ilustrados na tabela 7 como demonstrada abaixo. Para a análise em questão, o resultado que mais interessa é a comparação entre as bandas da diagonal principal. Observando os dados

contidos na tabela, avalia-se que os valores obtidos foram percentuais de correlação considerados elevados.

Tabela 7 Correlação entre as bandas CBERS-2 e a Híbrida.

	CBERS_B2	CBERS_B3	CBERS_B4
Híbrida_B2	0.83	0.80	0.56
Híbrida_B3	0.80	0.81	0.52
Híbrida_B4	0.60	0.57	0.80

Sendo assim, pôde-se concluir que houve pouco desvio espectral, ou seja, as cores não sofreram alterações consideráveis, preservando as características originais. A última etapa a ser avaliada é o perfil radiométrico das imagens, que também foi utilizado para analisar a informação de detalhes inseridos ao longo do processamento. Foi escolhida uma linha da imagem CBERS-2 e a mesma na imagem híbrida, para que fosse realizada uma análise do comportamento radiométrico das mesmas. As figuras 7,8 e 9 abaixo mostram o perfil radiométrico das imagens processadas e suas variações abruptas, que podem ser relacionadas com o detalhamento contido nas imagens.

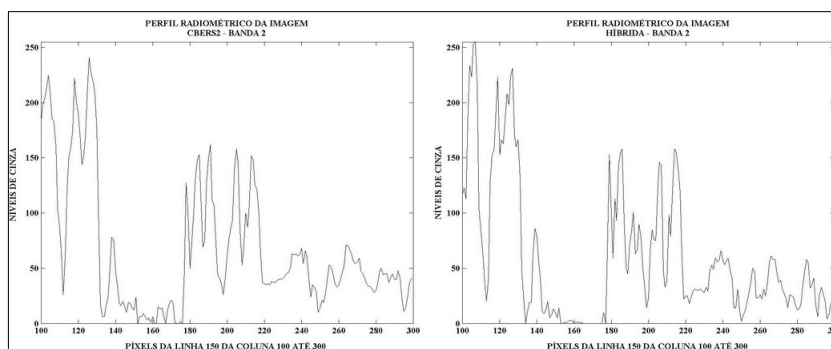


Figura 7. Perfil Radiométrico da linha 150 da banda 2 da imagem CBERS-2 e da Híbrida.

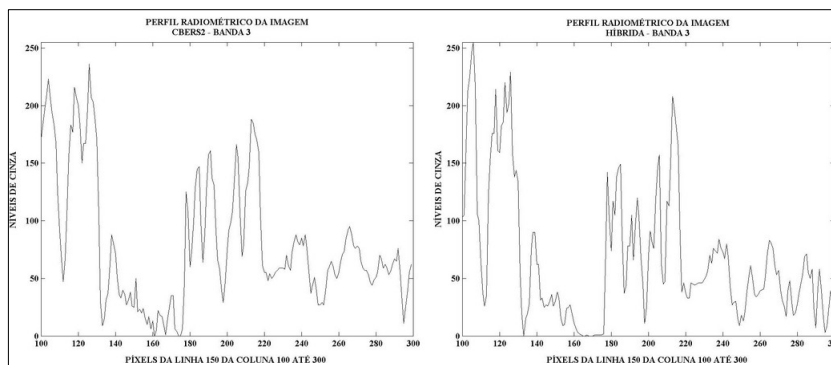


Figura 8. Perfil Radiométrico da linha 150 da banda 3 da imagem CBERS-2 e da Híbrida.

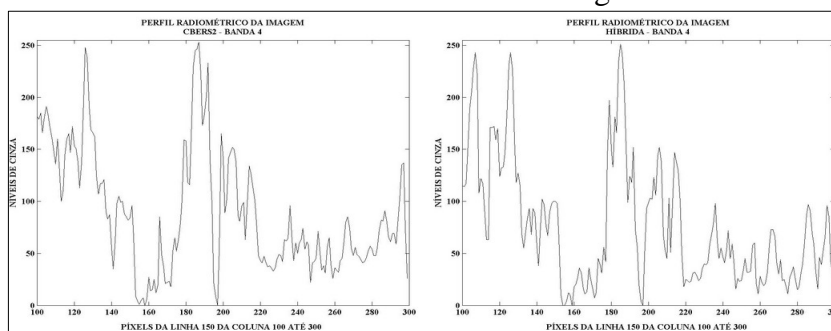


Figura 9. Perfil Radiométrico da linha 150 da banda 4 da imagem CBERS-2 e da Híbrida.

5. Conclusão

O presente trabalho buscou apresentar uma metodologia de integração de dados ópticos e de radar, que pudesse ser aproveitada na melhoria da qualidade visual das imagens produzidas pelos sensores envolvidos. Normalmente tais técnicas de processamento de imagens estão baseadas em métodos matemáticos que permitem descrever quantitativamente imagens das mais diversas origens. A análise visual e sua subjetividade também foram consideradas, por se tratar de uma ferramenta importante na avaliação da qualidade dos produtos obtidos.

Pelos resultados alcançados na metodologia de integração proposta, concluiu-se que a integração, através da transformação no espaço IHS, constitui-se numa técnica eficiente para gerar um produto final que detém informações obtidas por diferentes sensores. Das cenas CBERS obteve-se a característica espectral, tão importante para o resultado final do processo de fusão. Já a banda Pan da imagem LANDSAT-7 possibilitou a introdução de um maior nível de detalhamento devido a sua melhor resolução espacial. É importante ressaltar que um dos principais objetivos deste trabalho foi exatamente a utilização de dados que pudessem ser obtidos gratuitamente, como as cenas CBERS-2, LANDSAT-7 e SRTM, e a partir deles, através da técnica de fusão, conseguir gerar novos produtos com uma melhora visual significativa, sem, entretanto, provocar perda de informações relevantes das imagens originais.

De um modo geral as imagens integradas apresentaram uma boa discriminação das informações espectrais e espaciais, resultando num produto híbrido que traduz com mais fidelidade as feições da área escolhida para estudo. Como demonstrado nos resultados, através de análises qualitativas e quantitativas que a fusão, além de melhorar a qualidade da imagem híbrida, não produziu grande interferência nos resultados estatísticos, comprovando assim a eficácia da metodologia escolhida.

Além disso, faz-se necessário destacar a integração dos dados SRTM, que forneceram a altimetria da área, possibilitando assim a geração do modelo tridimensional da mesma. Por fim, é importante ressaltar que o intuito maior foi possibilitar uma metodologia que pudesse integrar dados ópticos e de radar, tomando por base a importância desse tipo de técnica no contexto de desenvolvimento de aplicações de geoprocessamento que exigem o uso de dados, ou produtos, de diferentes sensores.

6. Referências Bibliográficas

Universidade de Maryland. Disponível em <http://glcfapp.umiacs.umd.edu/index.shtml>. Acesso em: 08.maio.2007.

NASA / JPL SRTM – Jet Propulsion Laboratory – Califórnia Institute of Technology. Disponível em: < <http://www.jpl.nasa.gov/index.cfm> >. Acesso em: 03. mar. 2007.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/>>. Acesso em: 5.mar.2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Normas de apresentação tabular. 2003. Disponível em: < http://www.sei.ba.gov.br/norma_tabular/normas_apresentacao_tabular.pdf > Acesso em: 20.jun.2006.

COSTA, T.C.C. **Avaliação de estratégias para classificação de imagens orbitais em mapeamento de uso e cobertura da terra.** 1999. 109 p. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.