



Análise da contribuição da fusão pelo método IHS de imagens CBERS-2B (CCD e HRC) para detecção de bordas

Laízy de Santana Azevedo
Leonardo Carlos Barbosa
Débora Nathália Oliveira de Almeida
Ana Lúcia Bezerra Candeias

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE/CTG
Caixa Postal: 7800 - 50711-970 - Recife - PE, Brasil
laizy_azevedo@hotmail.com, {leonardocarlos21, debora.nathalia21 }@gmail.com,
analucia@ufpe.br

Abstract. Among techniques of digital image processing, fusion appears as an important tool because it is a method that combines images of different spectral and spatial characteristics to synthesize a new image with better spatial resolution than the original multispectral image. The image fusion methods are widely used in several sensing applications, so this paper analyzed the contribution of the image fusion from CBERS-2B (China-Brazil Earth-Resources Satellite) orbital of the CCD and HRC sensor by the IHS method (Intensity, Hue, Saturation) for detecting the edge of a stretch of the Itaparica Reservoir. The technique was applied in bands 1, 2 and 3 of the CCD sensor (spatial resolution of 20 meters) and in the panchromatic band of the HRC sensor (spatial resolution of 2.7 meters, operating in the spectral range covering the visible and part of the near infrared). Spring 5.2.7 software was used to perform the tests and the Sobel filter for edge detection, as well as ArcGis 10.1 for adjusting and cropping HRC and CCD scenes. It was observed that the fusion technique presented a positive contribution, because the edges contours were less thick than in the original image allowing the visualization of more details. On the other hand, because of the application of the Sobel filter, fusion had flaws in edge detection in some stretches of the image.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, image fusion, edge contours, sensoriamento remoto, processamento de imagens, fusão de imagens, contorno de bordas

1.Introdução

Segundo a ONS (2016) no Brasil existe cerca de 24 reservatórios principais. Dentre eles destaca-se o reservatório de Itaparica que fica localizado entre os Estados de Pernambuco e Bahia, na região fisiográfica chamada Submédio São Francisco. Ele foi construído em 1987 com a finalidade prioritária de geração de energia, contudo, apresenta usos múltiplos como abastecimento público e industrial, irrigação, piscicultura, pecuária, navegação, turismo e lazer. No entanto, observa-se a utilização inadequada do seu entorno, afetando a qualidade da água (Melo, 2007)

O uso de Sensoriamento Remoto aliado a técnicas de Processamento Digital de Imagens (Stattela e Silva, 2005) vem se destacando no monitoramento de reservatórios de água e em especial na extração das suas bordas. Pode-se definir borda como o limite entre duas regiões com propriedades relativamente distintas de nível de cinza. A detecção de bordas em uma imagem de Sensoriamento Remoto é de fundamental importância na segmentação de alvos e na extração de feições, além de auxiliar na escolha de métodos mais precisos, bem como na definição de buffers para proteção das águas do reservatório e de suas margens, ajudando na proteção do manancial e da gestão local.

Neste trabalho foram utilizadas imagens dos sensores CCD e HRC do satélite CBERS-2B (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres). Ele foi lançado no ano de 2007 e além das câmeras WFI e CCD (contidas no CBERS 1 e 2), foi adicionada a câmera HRC (*High Resolution Camera* – Câmera Pancromática de Alta Resolução- 2,7 metros).

Juntando-se a pancromática e as bandas multiespectrais por meio de alguma técnica de fusão, nesse caso a técnica utilizada foi a IHS (intensidade, matiz e saturação), é possível processar conjuntamente as imagens multiespectrais e a banda pancromática, combinando suas resoluções e obtendo como resultado final uma imagem com alta resolução espectral e espacial.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar a contribuição da fusão de imagens do Satélite CBERS 2B (sensor CCD e HRC), utilizando o método IHS, na detecção de bordas de um trecho do reservatório de Itaparica.

2. Metodologia de trabalho

A área escolhida para realização dos testes abrange o entorno do reservatório de Itaparica, Pernambuco (Figura 1).

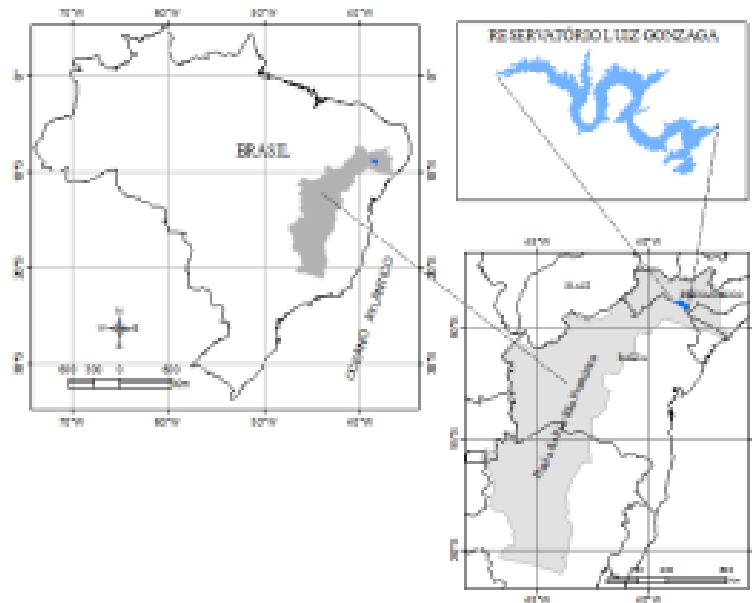


Figura 1. Localização da área de estudo: Reservatório de Itaparica. Fonte: Lopes et al. (2013)

Na figura 2 pode ser vista as etapas para realização do trabalho.

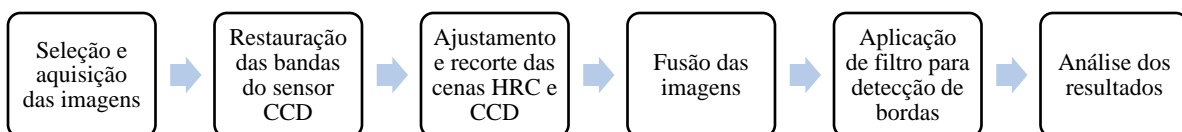


Figura 2. Fluxograma da metodologia

Na primeira etapa do trabalho foi feita a seleção e aquisição das imagens. A Tabela 1 mostra as informações sobre as resoluções espaciais das bandas dos dois sensores. O *software* utilizado para o processamento digital das imagens nas diversas etapas foi o Spring 5.2.7, já para o ajuste e recorte das cenas HRC e CCD foi utilizado o ArcGis 10.1.

Tabela 1. Características de algumas bandas espectrais do satélite CBERS-2B (sensor CCD e HRC)

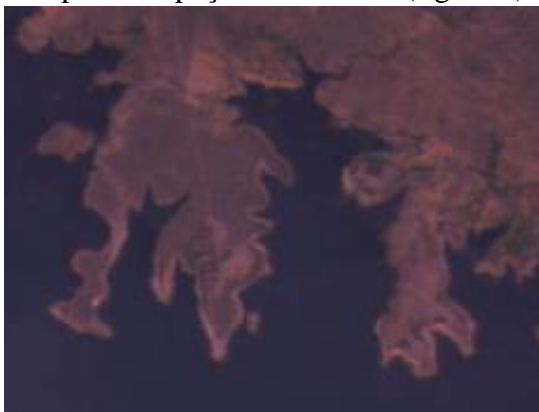
Resolução	Sensor espacial (m)	Bandas (μm)
CCD	20,0	0,45 - 0,52 (azul)
		0,52 - 0,59 (verde)
		0,63 - 0,69 (vermelho)
HRC	2,70	0,50 - 0,80 (pancromática)

Foram selecionadas cenas dos sensores HRC e CCD, no entanto, a cena do CCD foi escolhida levando em consideração a mesma época em que a cena HRC foi obtida, afim de manter as mesmas condições atmosféricas, com órbita 149 e ponto 110, de janeiro de 2010.

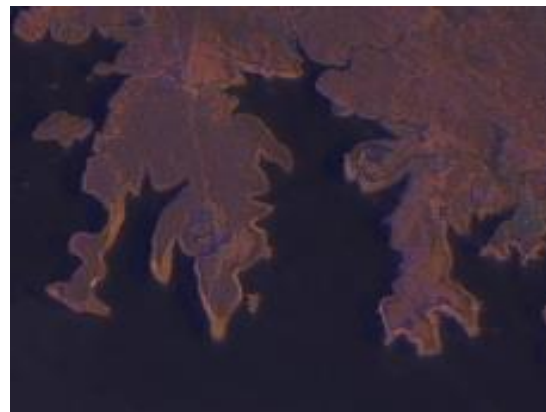
No processamento das imagens, primeiramente, foram importadas as bandas 1, 2 e 3 da cena do CCD em formato geotiff, para realização do processo de restauração, sendo a cena reamostrada para 10 metros de resolução. Esta etapa de reamostragem foi feita com o objetivo de melhorar a resolução espacial da imagem e amenizar o RMS (erro médio quadrático), diminuindo dessa forma, a diferença de resolução espacial entre as imagens do CCD e do HRC.

Em seguida, a cena HRC também foi importada no formato geotiff e, para suavizar a discriminação visual dos alvos, foi aplicado o filtro da média na referida imagem. Após isso, no *software* ArcGis 10.1, foram escolhidos 10 pontos de controle a serem utilizados no processo de ajustamento e recorte das cenas HRC e CCD, visto que a cena do HRC abrange uma área menor.

Para a fusão das imagens foi utilizado o método IHS que possui basicamente duas etapas. Segundo Meneses e Almeida (2012), a primeira segue o mesmo princípio para a construção de uma composição colorida no espaço IHS. Neste caso, foram selecionadas três bandas do módulo multispectral, bandas 1,2,3 e em seguida realizou-se a transformação do espaço RGB para o espaço IHS, obtendo-se separadamente os componentes de intensidade (*I*), matiz (*H*) e saturação (*S*). Os componentes *H* e *S* que guardam a informação espectral das cores foram preservados e o componente *I* descartado e substituído pela imagem pancromática de alta resolução espacial (sensor HRC). Na segunda etapa, foi feita a reamostragem dos componentes *H* e *S* para a resolução espacial da banda pancromática, sintetizando uma imagem colorida com resolução espacial da banda pancromática e com as cores do módulo multispectral. Assim, foi realizada a transformação inversa para o espaço de cor RGB (figura 3).



(a)



(b)

Figura 3. (a) Imagem original composição colorida banda 1 (B), banda 2 (G), banda 3 (R); (b) Imagem fusionada das bandas 1,2 e 3 com a pancromática

O processo de detecção de bordas consiste em detectar discontinuidades significantes nos níveis de cinza (Gonzalez e Woods ,2010). No caso deste trabalho, o foco é na detecção das bordas do reservatório, ou seja, delimitar onde é água e onde não é água. Para isso podem ser aplicados filtros, normalmente filtros direcionais que são um tipo espacial de filtro passa alta e possuem a característica de realçar bordas em direções pré-determinadas (Crósta, 1992).

Neste trabalho foi utilizado o filtro direcional de Sobel, um filtro por derivada utilizando uma máscara 3x3 (Equação 1) para calcular o gradiente no ponto Z_5 .

$$\begin{bmatrix} Z_1 & Z_2 & Z_3 \\ Z_4 & Z_5 & Z_6 \\ Z_7 & Z_8 & Z_9 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Segundo Gonzalez e Woods (2010), os operadores de Sobel possuem a vantagem de fornecer, simultaneamente, os efeitos de diferenciação e de suavização. Uma vez que a derivação aumenta o ruído, o efeito de suavização é uma característica particularmente atrativa dos operadores de Sobel.

Esse filtro utiliza duas máscaras para encontrar o gradiente vertical (G_x) e o gradiente horizontal (G_y) (Equações 1.1 e 1.2).

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} G_x = \frac{\partial f}{\partial x} = (Z_7 + 2Z_8 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_2 + Z_3) \quad (1.1)$$

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} G_y = \frac{\partial f}{\partial y} = (Z_3 + 2Z_6 + Z_9) - (Z_1 + 2Z_4 + Z_7) \quad (1.2)$$

3. Resultados

Foi feita uma análise qualitativa (visual) das imagens após a fusão e aplicação do filtro direcional de Sobel. Observou-se que na imagem não fusionada as bordas se apresentaram mais espessas, já a imagem fusionada gerou uma borda mais fina (figura 4). Isso se deve ao fato das imagens possuírem diferentes tamanhos de pixel, pois, a imagem original tem resolução espacial de 10 metros enquanto a imagem fusionada tem 2,7 metros. Com a borda mais fina pode ser notado uma quantidade maior de detalhes que não são visíveis na imagem original devido a espessura da sua borda.

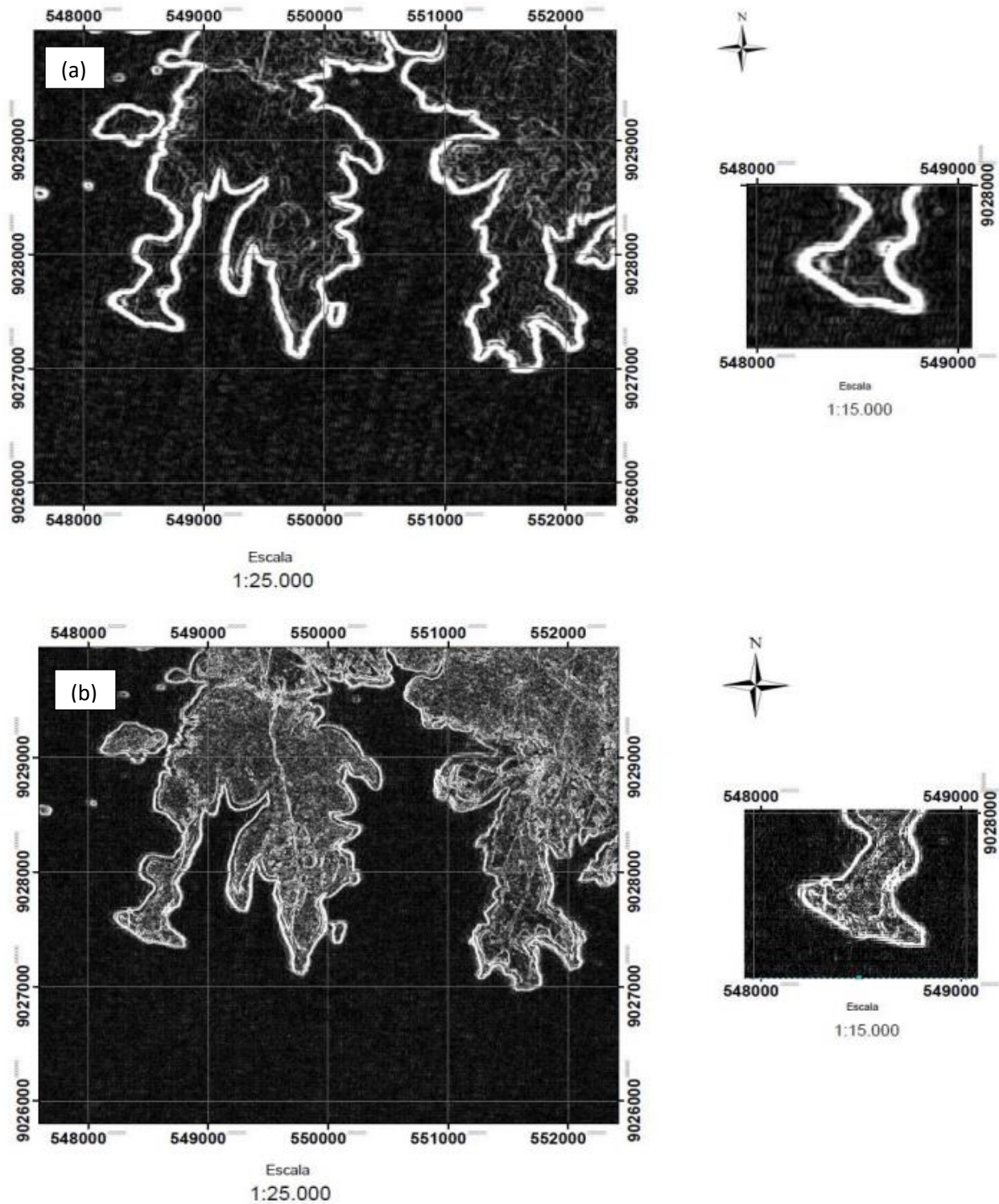


Figura 4. Resultados das aplicações do filtro de Sobel. (a) Banda 3 original; (b) Banda 3 da fusão IHS



Analisando a figura 4 podemos afirmar que a fusão pelo método IHS aplicada aos sensores CCD e HRC do satélite CBERS-2B contribuiu positivamente para a detecção de bordas. No entanto, vale salientar que devido a aplicação do filtro houve, em alguns trechos da imagem, a produção de bordas artificiais, também chamadas de artefatos, que podem levar o intérprete a pensar que se trata de uma feição verdadeira.

Afim de fazermos uma comparação visual com os resultados obtidos anteriormente, também foi aplicado o filtro de Sobel (figura 5) na banda pancromática do sensor HRC e no índice NDWI (*Normalized Difference Water Index*). O NDWI consiste em um índice de água normalizado que tem como objetivo geral realçar corpos de água (equação 2).

$$NDWI = (\rho_{vd} - \rho_{ivp}) / (\rho_{vd} + \rho_{ivp}) \quad (2)$$

Onde: ρ_{ivp} - reflectância no infravermelho próximo

ρ_{vd} - reflectância na faixa do verde

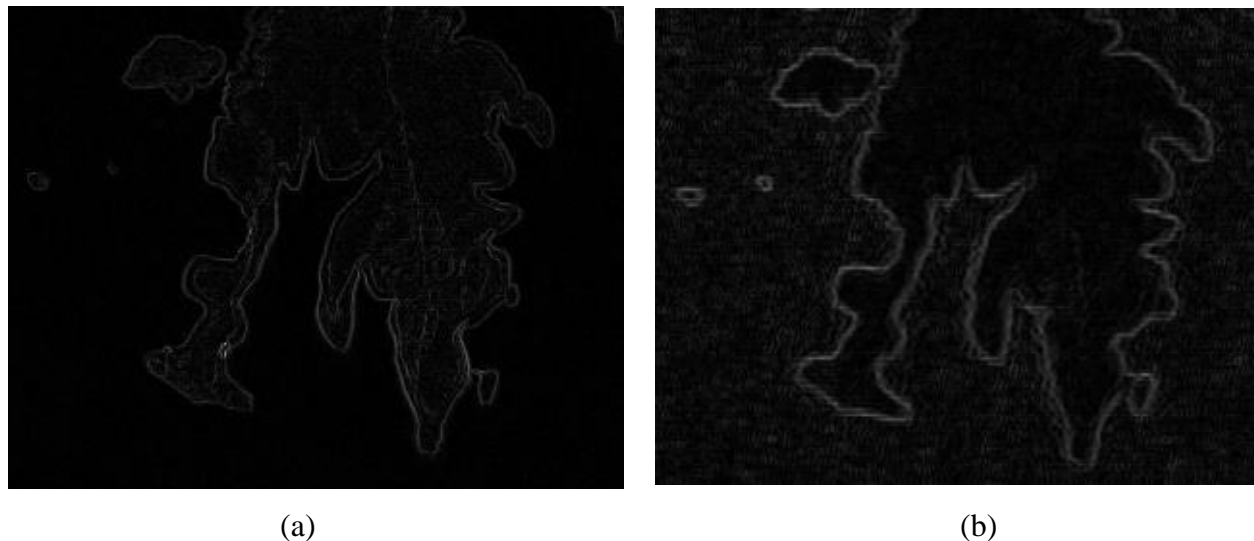
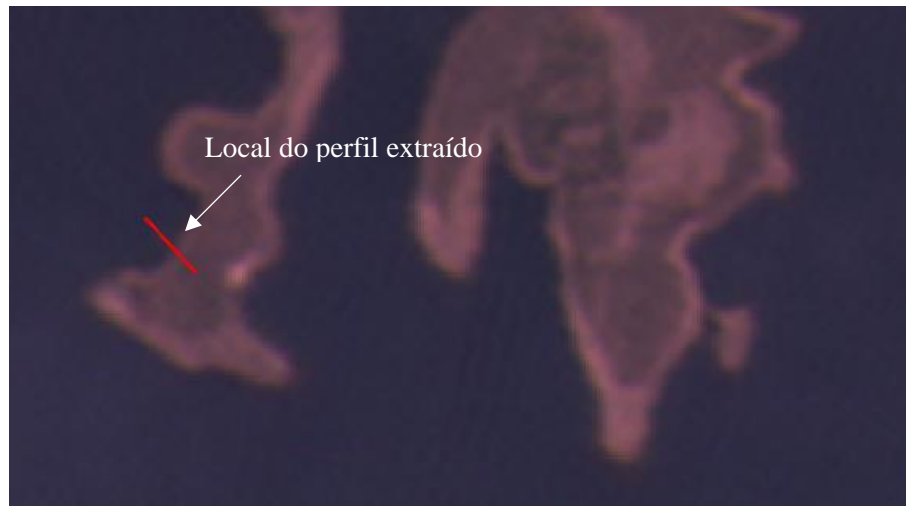


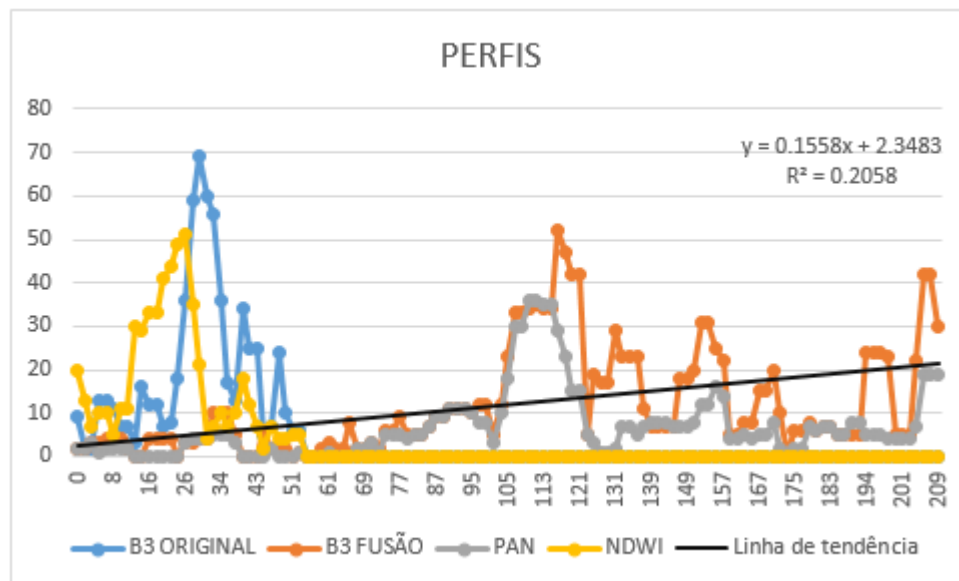
Figura 5. Resultados das aplicações do filtro de Sobel. (a) Banda Pancromática; (b) NDWI

De acordo com a figura 5, podemos observar que na banda pancromática as bordas também se apresentaram mais finas assim como na imagem fusionada. Já no NDWI as bordas ficaram mais espessas dificultando a visualização de alguns detalhes no seu entorno.

Foi extraído um perfil no entorno de uma área de borda do reservatório. A Figura 6 mostra a localização e um gráfico da composição dos perfis para a banda 3 original, banda 3 da fusão, banda pancromática e NDWI. Na banda 3 da fusão e banda pancromática, observam-se perfis semelhantes. Já as banda 3 da imagem original e NDWI também possuem semelhanças entre si e apresentam valores mais altos de níveis de cinza para as bordas.



(a)



(b)

Figura 6. (a) – Visualização da localização (b) perfil da banda 3 da imagem original, banda 3 da fusão, banda pancromática e NDWI

4. Conclusão

Observou-se que as imagens fusionadas apresentam uma maior riqueza de detalhes, pois combina a resolução espacial da banda pancromática com a resolução das bandas espectrais, gerando uma imagem colorida de melhor resolução.

Por meio da fusão foi gerada uma imagem com resolução espacial de 2,7 m, e a partir dela, aplicando-se o filtro de Sobel, foi possível representar bem o contorno das bordas. A imagem pancromática com filtro Sobel também apresentou uma borda bem contornada e fina, ao contrário do NDWI.



Através de análises visuais percebemos que a diferença entre a imagem original e a fusionada, no que diz respeito a detecção de bordas, está relacionada a largura da borda. Devido aos diferentes tamanhos dos pixels da imagem original e da fusão IHS, percebemos que a imagem fusionada (que apresentou bordas mais finas) permite identificar detalhes que não são vistos na imagem original.

Dessa forma, pode-se afirmar que a contribuição da fusão IHS para a detecção de bordas foi positiva.

Agradecimentos

Ao INPE pela política de distribuição gratuita das imagens do satélite CBERS-2B, ao PIBIC / CNPq pela bolsa de apoio para o primeiro e terceiro autor.

Referências Bibliográficas

ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3ª ed. 236 p. Brasília: Aneel, 2008. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 11. Nov. 2016 .

ONS. Situação dos principais reservatórios do Brasil. Disponível em: <http://www.ons.org.br/tabela_reservatorios/conteudo.asp>. Acesso em 11. Nov. 2016.

MELO, G. L. **Estudo da qualidade da água do reservatório de Itaparica localizado na bacia do Rio São Francisco**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007.

Statella, T; Silva, E. A. Detecção de bordas a partir de imagens orbitais de alta resolução através de técnicas de Morfologia Matemática. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais**. São José dos Campos, INPE: 2005. Artigos, p 1245. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.10.01.39/doc/1245.pdf>>. Acesso em: 11. nov. 2016.

Lopes, H.; Sobral, M. C.; Gunkel, G.; CandeiaS, A. L. B.; Melo, G. Análise espaço-temporal da clorofila-a no reservatório de Itaparica por meio de imagens Landsat-TM. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR),2013, Foz do Iguaçu. **Anais**. São José dos Campos, INPE: 2013. Artigos, p1096. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1096.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2016.

Meneses, P. R; Almeida, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: Universidade de Brasília, 2012. 266 p.

GONZALEZ, R. F.; WOODS, R. E. **Processamento de Imagens digitais**. 3ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

Crósta, A. P. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas, 1992. 167 p.

CUNHA, A. C. COSTA, F. P. M. **Fusão de imagens dos satélites CBERS 2B HRC e LANDSAT 5 TM**. In: Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação (SIMGEO), 2010, Recife. **Anais**. Recife, UFPE: 2010. Artigos, p186. Disponível em: <https://www.ufpe.br/cggt/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/FotoeSR/SR_e_PDI/A_186.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2016.

Guillou, A. N. Júnior. J. R. T. CANDEIAS, A. L. B. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR),2015, João Pessoa. **Anais**. São José dos Campos, INPE: 2015. Artigos, p0728. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0728.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.

Carvalho, E. M. PINTO, S. A. F. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR),2015, João Pessoa. **Anais**. São José dos Campos, INPE: 2011. Artigos, p0299. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0299.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2016.