

## Aplicação de técnica de fusão em imagens Landsat 8/ OLI

Randielly Barbosa Soares<sup>1,2</sup>  
Carlos Benedito Santana da Silva Soares<sup>1</sup>  
Jorge Alberto Lopes da Costa<sup>1</sup>  
Solange dos Santos Costa<sup>1</sup>  
Rainielly Barbosa Soares<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro Regional de Manaus do Sistema de Proteção da Amazônia  
Av. do Turismo, N. 1350 - Tarumã  
CEP. 69049-630 - Manaus - AM, Brasil  
randiellyb.soares@yahoo.com  
{ carlos.soares, jorge.costa, solange.costa } @sipam.gov.br

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Amazonas - UEA  
Av. Djalma Batista, 3578, - Flores  
CEP: 69050-010 -Manaus – Amazonas  
barbosarandielly@gmail.com

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado do Amazonas  
Campos Manaus - Zona Leste  
Av. Cosme Ferreira, 8045 – São José do Operário  
CEP: 69085-015 -Manaus - Amazonas  
andylimno@gmail.com

**Abstract:** Remote sensing is an indispensable tool for the study of land surveying and monitoring, particularly in the issue of environmental phenomena. Currently, with the availability of an increasing volume of satellite images it is possible to conduct research in various fields of science. The images Landsat 8/OLI, are available on the USGS website, brought possibilities for research regarding the production of spatial data and information, presenting a set of new sensors: OLI spectral sensor (Operation Land Imager) and the thermal sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor), which added improvements in spectral resolution, causing changes in spectral intervals of all bands channels. With the methods of Digital Image Processing (DIP) can treat these images in order to obtain a better result about the study object. By applying the technique of image fusion using the Gram-Schmidt method for detection of targets in a rainforest environment was possible to visualize and identify targets (natural areas, urban and disturbed) in the municipality of Iranduba region. This article aims to evaluate the capability of Landsat 8 satellite data, specifically the OLI spectral sensor, through images fusion for target detection in a region of tropical forest. The fused images by the method of Gram-Schmidt showed satisfactory results regarding the study region, it was possible to evaluate and identify by visual interpretation of the areas with higher environmental impact.

**Keywords:** Remote Sensing, Digital image processing, fusion of Gram-Schmidt, Landsat images 8/OLI.

### 1. Introdução

O Sensoriamento Remoto tem se constituído como ferramenta de grande importância nos estudos, pesquisas e monitoramento dos fenômenos ambientais, pois o mesmo está consolidado em diversos ramos da ciência. Suas imagens polissêmicas e recursos permitem realizar levantamentos periódicos o que torna possível a aplicação em diferentes temáticas e o monitoramento de fenômenos dinâmicos que ocorrem na superfície terrestre (KALAF *et al.*; 2013).

As informações produzidas a partir de diferentes tipos de sensores tem sido melhor aproveitadas com o emprego de métodos de Processamento Digital de Imagens (PDI). Um

destes métodos é a fusão de imagens que combina imagens de diferentes características espectrais e espaciais para sintetizar uma nova imagem com melhor resolução espacial do que a imagem multiespectral original (BRYN, 2008).

O processo de fusão de imagens de sensoriamento remoto pode ser efetuado tanto com bandas de um mesmo sensor quanto com bandas de diferentes sensores, visando como resultado melhorias na qualidade das imagens.

A partir do lançamento da nova série de satélite Landsat em 11 de fevereiro de 2013, denominado Landsat8/OLI, trouxe consigo novas possibilidades para a pesquisa no que diz respeito à produção de dados e informações espaciais, apresentou um conjunto de novos sensores: sensor espectral OLI (*Operation Land Imager*) e o sensor termal TIRS (*Thermal Infrared Sensor*), que agregaram melhorias na resolução espectral, causando mudanças nos intervalos espectrais dos canais de todas as bandas.

O sensor OLI possui resolução espacial de 15 m no Pancromático e de 30 m no Multiespectral, o que possibilita a geração de imagens de 15 m coloridas através de técnicas de fusão digital, ampliando a capacidade para novos estudos e aplicabilidades dos resultados para detecção de alvos, levando em consideração as mudanças e inovações agregadas à resolução radiométrica, que estão quantificadas numa faixa dinâmica de 16 bits.

Essas mudanças apresentadas pela nova plataforma Landsat8 instigam mudanças na forma de análises de imagens de média resolução espacial, onde em décadas passadas eram limitadas, tornando-se evidente a necessidade da aplicação de técnicas de fusões com essas novas imagens gratuitas para os usuários.

Diante das novas perspectivas na geração de dados orbitais este trabalho visa investigar a potencialidade do sensor OLI, por meio de técnica de fusão de imagens utilizando o método Gram-Schmidt para fins de detecção de alvos em ambiente de floresta tropical.

## **2. Considerações teóricas**

### **2.1. Técnicas de fusão de imagens**

Para Fonseca (2000), as técnicas de fusão de imagens consistem em integrar a melhor resolução espacial da banda pancromática a melhor resolução espectral das demais bandas, produzindo uma imagem colorida que reúne ambas características. Na atualidade existem diversas técnicas de fusão de imagens orbitais. Sendo que para este trabalho foi avaliado o desempenho do método de fusão Gram-Schmidt que não apresenta restrições quanto ao número de bandas empregadas no processo.

### **2.2. Gram-Schmidt**

A técnica de fusão espectral Gram-Schmidt opera sobre vetores objetivando torná-los ortogonais. A fusão inicia-se com a simulação de uma banda pancromática a partir das bandas multiespectrais de baixa resolução espacial. Em sequência, a transformação de Gram-Schmidt é aplicada à banda pancromática simulada e às bandas multiespectrais, e a pancromática simulada é empregada como a primeira banda. Então, a primeira banda Gram-Schmidt é trocada pela banda pancromática de alta resolução e uma transformação inversa é aplicada para formar a imagem sintética de saída (ITT, 2009).

## **3. Área de estudo**

Irlanduba é um município do estado do Amazonas distante cerca de 25 quilômetros de Manaus, está localizado entre as coordenadas  $3^{\circ}12'14''$  S e  $61^{\circ}0'38''$  W, situada à margem esquerda do Rio Solimões na confluência deste com o Rio Negro (Figura 1). Possui área territorial de 2.214 km<sup>2</sup> e conta com uma população de 45.250 habitantes (IBGE 2014).

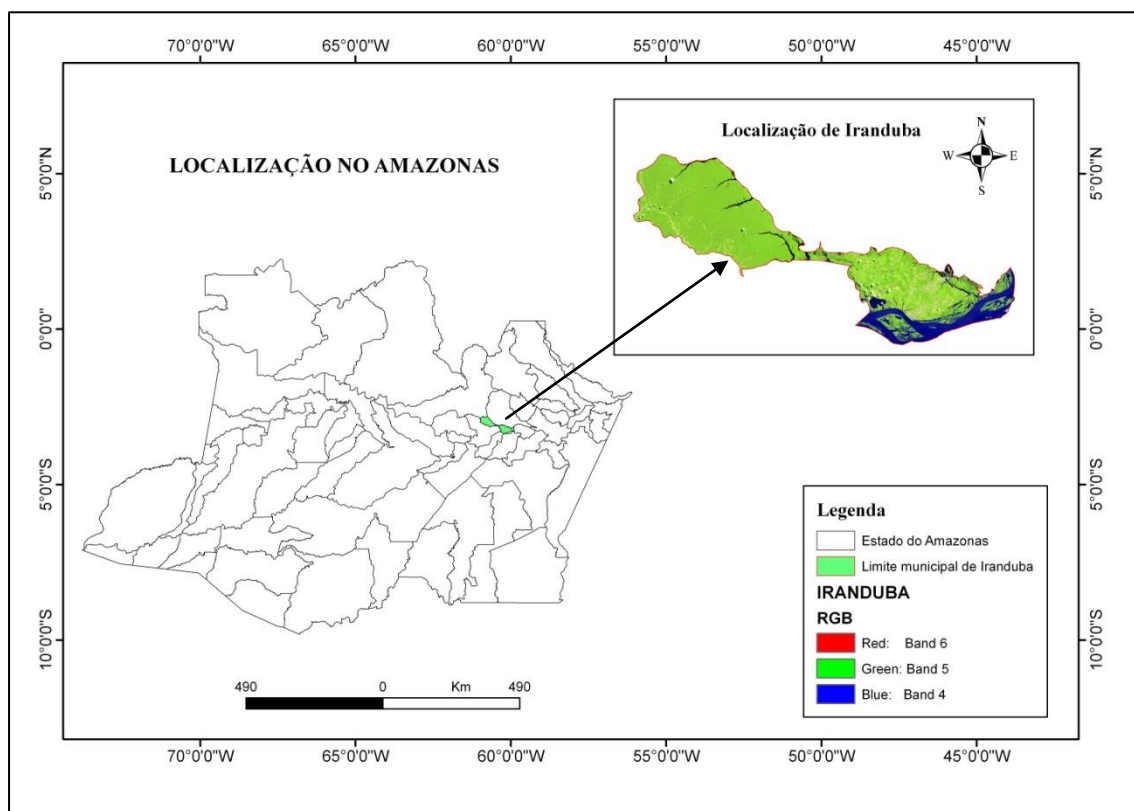


Figura 1. Área de estudo.

A cidade de Iranduba corresponde a um dos oito municípios que compõe a Região Metropolitana de Manaus. A região tem sofrido os efeitos imensuráveis da expansão urbana acarretada pela viabilização de infraestrutura pelo governo, como exemplos pode-se citar a construção da Ponte Rio Negro que liga o município à capital do estado do Amazonas, Manaus, e a duplicação da rodovia estadual Manoel Urbano (AM 070). Com a consolidação dessas duas grandes obras houve um aumento da especulação imobiliária no município, com isso causando o aumento do desmatamento na região.

#### 4. Materiais e métodos

Os procedimentos metodológicos empregados nesta pesquisa foram: aquisição das cenas, seleção e pré-processamento além da análise e interpretação dos resultados obtidos. Abaixo segue fluxograma metodológico. (Figura 2).

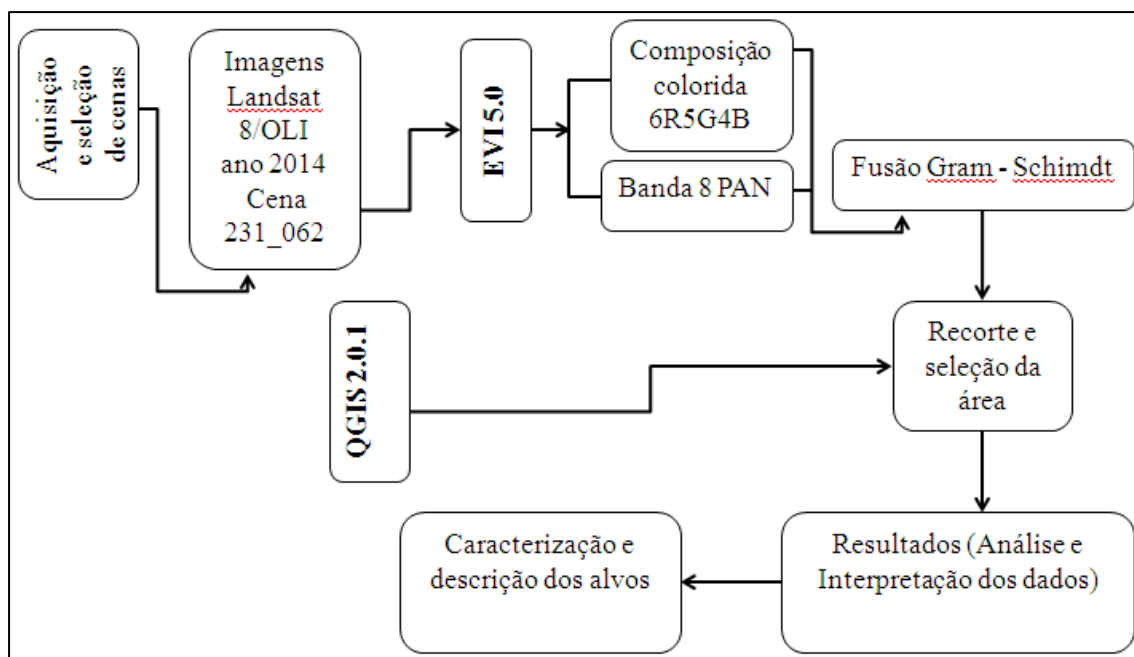


Figura 2. Fluxograma metodológico.

As imagens do sensor Landsat8/OLI foram adquiridas no site da USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>), onde foram selecionadas cenas com boa qualidade e com menor cobertura de nuvens. A cena escolhida para este trabalho foi a LC82310622014187LGN00, de julho de 2014, por se enquadrar nos critérios de cobertura de nuvens.

Para o processamento digital das cenas foram utilizados os softwares ENVI 5.0 e QGIS 2.0.1. Inicialmente, foram importadas as bandas multiespectrais: banda 4 (infravermelho próximo), banda 5 (infravermelho próximo), banda 6 (infravermelho médio/ISWIR) resolução espacial de 30 m, no formato geotiff, para realização da composição colorida e reprojeção, haja visto que as imagens Landsat 8 são orientadas ao norte verdadeiro. Concluída essa etapa, a banda 8 PAN resolução espacial 15 m também foi importada no formato geotiff para ser empregada no processo de fusão. Tabela 1.

A banda multiespectral e a pancromática do Landsat 8 foram fusionadas com o objetivo de melhorar a resolução espacial das imagens aplicando a técnica de fusão Gram-Schmidt Spectral Sharpening disponível no software ENVI 5.0. Sendo que neste processo a banda pancromática recobre somente o intervalo da banda 4 correspondente ao infravermelho próximo. Por último o recorte da área de estudo utilizando o software QGIS 2.0.1.

Para analisar o resultado da fusão, foram realizados dois testes, o primeiro foi através de análises visuais entre o resultado da técnica de fusão utilizada e a imagem multiespectral original. No segundo foi realizada a verificação da fidelidade espectral da imagem fusionada em relação à imagem multiespectral.

Tabela 1. Informações das bandas.

		Bandas	Comprimento de Onda (micrometros)	Resolução (metros)
<b>Landsat Data Continity Mission (LDCM)</b>		Banda 1 - Costal aerosol	(0.43 - 0.45 )	30
		Banda 2 - Azul	(0.450 - 0.51 )	30
		Banda 3 - Visível Verde	(0.53 - 0.59 )	30
		Banda 4 - Visível Vermelho	(0.64 - 0.67 )	30
Data de Lançamento: 11 de Fevereiro de 2013		Banda 5 - Infravermelho Próximo	(0.85 - 0.88 )	30
		Banda 6 - Infravermelho Médio/SWIR	(1.57 - 1.65 )	30
<b><u>Landsat8</u></b>		Banda 7 - Infravermelho Médio/SWIR	(2.11 - 2.29 )	30
		Banda 8 - Pancromática	(0.50 - 0.68 )	30
		Banda 9 - Cirrus	(1.36 - 1.38 )	30
		Banda 10 – Infravermelho Termal (TIRS)1	(10.60 – 11.19)	100
		Banda 11 – Infravermelho Termal (TIRS)2	(11.50 – 12.51)	100

Fonte: adaptado de, [www.geosaber.com.br](http://www.geosaber.com.br).

### 3. Resultados e discussões

A imagem gerada com o processo de fusão Gram-Schmidt apresentou ganhos em detalhes em relação à imagem multiespectral, como vegetação com cores mais vivas e tons naturais, sendo que a vegetação densa apresenta tom verde escuro e textura rugosa contrastando com a vegetação rasteira de áreas regeneradas com verde claro e textura suave próximo da realidade Figura 4 “a” e “b”.

Na porção oeste da imagem fusionada a coloração magenta caracteriza áreas desoladas. A cor azul na porção leste representa a drenagem de corpos d'água que na imagem multiespectral não está tão evidente além da variação na tonalidade da cor para os corpos d'água. Não foi aplicado contraste nas imagens.

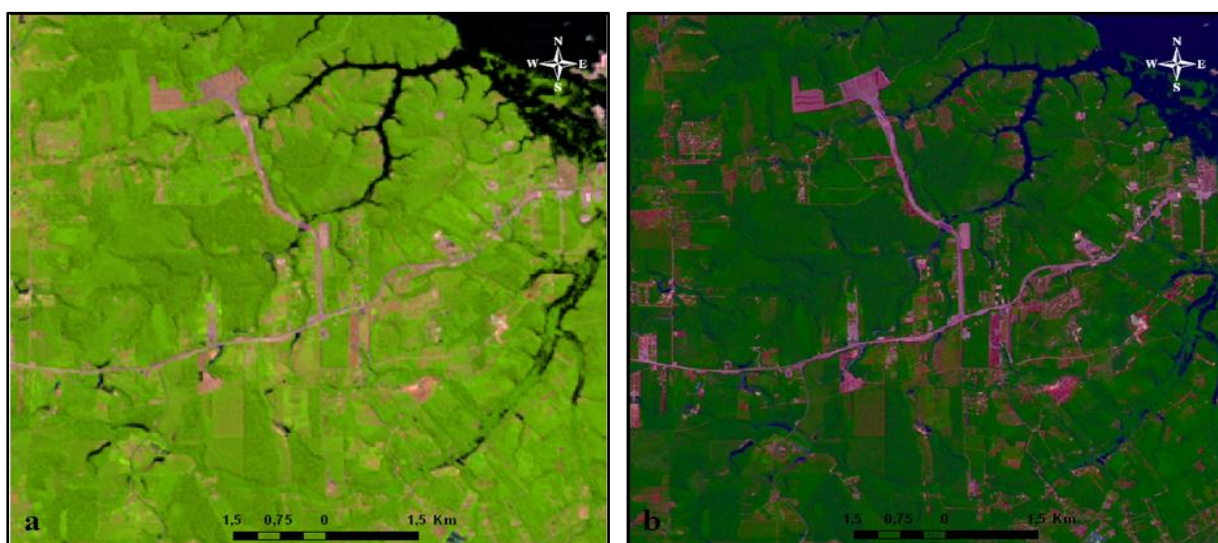


Figura 4. Imagem fusionada com resolução espacial de 15 m (a) e imagem multiespectral (b) com resolução espacial de 30 m (composição colorida R6G5B4).

A rodovia ao centro apresentou melhorias na definição e visualização se comparado a imagem multispectral, até mesmo ramais, que não eram passíveis de identificação ou eram pouco perceptíveis puderam ser facilmente visualizados na imagem fusionada. Verificou-se que a fusão pelo método Gram-Schmidt apresentou definição e nitidez da imagem, havendo um sobressalto na identificação dos alvos de áreas antropizadas e solo exposto, mostrando-se satisfatória para mapeamentos em escala 1: 50.000. Os ganhos de detalhes apresentados pela imagem fusionada podem ser visto na Figura 5 “a” a “h”.

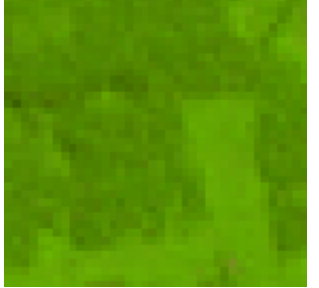
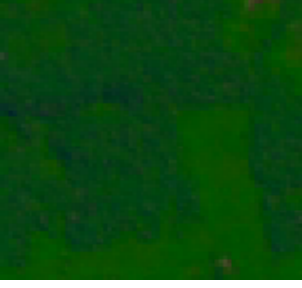






Imagem Original	Imagem Fusionada	Alvos
 <b>a. Vegetação</b>	 <b>b. Vegetação</b>	<p>Vegetação densa apresentando cores vivas próximo da realidade captada pelo olho humano e textura rugosa. Vegetação rasteira com cores mais suaves, forma regular e textura lisa.</p>
 <b>c. Engenharia</b>	 <b>d. Engenharia</b>	<p>Realce das obras de engenharia onde visualizasse as banquetas de curva de nível e as formas espirais das obras da Cidade Universitária, além do solo exposto e as áreas preservadas.</p>
 <b>e. Estradas</b>	 <b>f. Estradas</b>	<p>A duplicação da rodovia AM 070 e os ramais apresentam melhor forma e definição, além de destacar a rede de drenagem na imagem.</p>
 <b>g. Areas de habitação</b>	 <b>h. Areas de habitação</b>	<p>As áreas de habitação apresentam riqueza de detalhes nas delimitações dos lotes, bem como, as vias de acesso, áreas preservadas e áreas desmatadas.</p>

Figura 5. Detalhes visuais apresentados pela imagem fusionada.



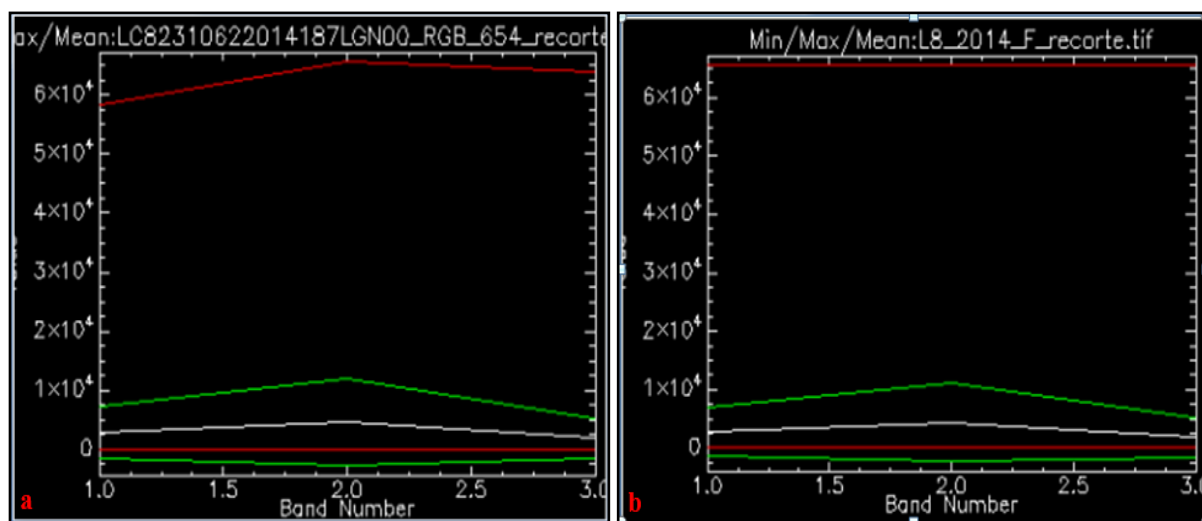


Figura 6. Histograma das imagens multiespectral (a) e da imagem sintética fusionada (b).

Tabela 2. Comparação estatística entre a imagem multiespectral original e a imagem sintética.

Orig. = imagem original; GS = *Gram Schmidt*; DP = desvio padrão; PC = principais componentes; Cor. = correlação.

Método	Banda 6			Banda 5			Banda 4		
	Média	Desvio Padrão	Grau de Correlação	Média	Desvio Padrão	Grau de Correlação	Média	Desvio Padrão	Grau de Correlação
Orig.	2794	4451	1	4548	7352	1	2044	3175	1
GS	2686	4200	1	4381	6777	1	1964	3214	1

O segundo teste consistiu na análise da fidelidade espectral da imagem fusionada em relação a imagem multiespectral original, levando em consideração os seguintes dados: valores médio de pixel, desvio padrão e correlação entre a imagem original e a fusionada. Os dados podem ser vistos na Tabela 2.

Para Luz (2009 apud PESCK et al. 2011), a média e o desvio padrão estão relacionados com o brilho e contraste da imagem, respectivamente. Quando há uma menor variação na média, o brilho é conservado.

Uma menor variação entre os valores de desvio padrão demonstra melhor preservação do contraste da imagem (Pinho et al., 2005).

A técnica de Gram-Schmidt forneceu bons resultados para o valor da média, indicando uma conservação do brilho da imagem. Os histogramas da imagem original e imagem simulada, apresentaram resultados interessantes como mostra a Figura 6 “a” e “b”.

O método Gram-Schmidt apresenta em seu histograma uma coerência com a imagem original, demonstrando eficácia em seus resultados.

#### 4. Considerações finais

A partir da análise qualitativa do resultado obtido com a aplicação da técnica de fusão Gram-Schmidt em imagens do sensor Landsat8/OLI, de alvos no município de Iranduba concluiu-se que a mesma apresentou desempenho satisfatório levando em consideração a heterogeneidade e a representatividade da área de estudo e dos diferentes tipos de alvos identificação dos elementos da paisagem a serem mapeados.

Os resultados indicam a viabilidade do uso da técnica Gram-Schmidtem imagens de sensores remotos de media resolução como o Landsat8 como ferramenta de suporte para analises e estudos ambientais, permitindo um diagnostico preciso e eficaz.

## 5. Agradecimentos

Ao SIPAM, centro regional de Manaus, pela disponibilização da infraestrutura necessária que contribuiu para concretização deste trabalho.

## 6. Referências

BRYS, L. M. Página dinâmica para aprendizado do sensoriamento remoto. 2008. 172 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2008. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/13788>>. Acesso em: 15 out. 2014.

FONSECA, L.M.G. **Processamento digital de imagens**. (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – São José dos Campos), 2000. Apostila curso disciplina SER-437 Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos – Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto.

ITT Visual Information Solutions. **ENVI User's Guide**. ENVI Version 4.7. Edição de Agosto de 2009.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados populacionais do município de Iranduba, 2014**. Disponível em: < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > Acessado em: 07 out. 2014.

KALAF, R.; BRASILEIRO, R.; CARDOSO, P.V.; CRUZ, C.B.M. Landsat8: **Avanços para mapeamento em mesoescala**. In. 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOPROCESSAMENTO. 2013. Rio de Janeiro, 2013.

PESCK, A.V.; DISPERAT, A.A.; SANTOS, J.R. **Comparação de Técnica de Fusão aplicadas a imagens Quickbird-2**. In: Brazilian Journal of Forest and Environment. Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 127-134, abr/jun, 2011.

PINHO, C. M. D.; RENNÓ, C. D.; KUX, H. J. H. **Avaliação de técnicas de fusão aplicadas à imagem Quickbird**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4225-4232. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12768-PRE/8058). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.20.14>>. Acesso em: 15 out. 2014

*United States Geological Survey (USGS)*. Landsat Project Description. Disponível em: <[http://landsat.usgs.gov/about\\_project\\_descriptions.php](http://landsat.usgs.gov/about_project_descriptions.php)> Acesso em: 07 out. 2014.

<<http://www.geosaber.com.br/2013/03/landsat-data-continuity-mission-ldcm.html/>>. Acesso em: 07 de out. 2014.