

---

# GERAÇÃO DE UMA CARTA IMAGEM DO MUNICÍPIO DE SOUSA/PB PELO MÉTODO DE FUSÃO IHS DOS DADOS DO SENSOR PAN DO SATÉLITE CBERS-4

LEONARDO GUEDES NEVES

LEANDRO ÍTALO BARBOSA DE MEDEIROS

VICENTE DE PAULA SOUSA JUNIOR

Universidade Federal do Piauí - UFPI

Centro de Tecnologia - CT

Departamento de Transporte, Teresina, PI

leoguedes\_eng@hotmail.com, leandro.medeiros@hotmail.com, vicentepsj@outlook.com

---

**RESUMO** - O presente trabalho teve como objetivo a geração de uma carta imagem do município de Sousa - Paraíba, por meio de ferramentas livres de SIG e de técnicas de processamento digital de imagens, em especial, a fusão de imagens. Para a fusão das imagens foi utilizada a técnica de transformação IHS. Essa técnica de fusão mostra-se eficiente ao combinar imagens de diferentes resoluções espaciais de uma mesma área. As imagens utilizadas foram coletadas pelo sensor PAN, a bordo do satélite Sino-brasileiro de Recursos Terrestre - CBERS-4. O sensor PAN possui quatro bandas espectrais que cobrem a faixa do visível e do infravermelho próximo do espectro eletromagnético. A banda 1, pancromática, possui 5 metros de resolução espacial, já as bandas 2, 3 e 4 possuem 10 metros. O resultado demonstrou a qualidade dos dados e da técnica de transformação IHS para a geração de cartas imagem. A imagem gerada por meio dessa técnica apresentou uma melhora considerável dos aspectos visuais em relação a imagem multiespectral não fusionada.

**ABSTRACT** - This study aimed to generate an image map of Sousa city - Paraíba, by using free GIS tools and digital image process techniques, particularly the image fusion. For the process of fusion, it was used the IHS transformation technique. This fusion technique is an effective tool to combine images of an area generated by different spatial resolution sensors. The PAN sensor, on the Chinese-Brazilian terrestrial resources satellite - CBERS-4, collected the images. This sensor has four spectral bands that cover the visible and near infrared region of the electromagnetic spectrum. The band 1, panchromatic, has 5 meters of spatial resolution, while the bands 2, 3 and 4 have 10 meters. The results demonstrated the quality of the data and the IHS transformation technique for generating image maps. The image generated by this technique showed a considerable improvement on the visual aspects if compared to the not merged multispectral image.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Os produtos cartográficos são ferramentas valiosas para o planejamento e gestão dos municípios. Entretanto, devido à falta de recursos e de profissionais qualificados, uma grande parcela dos municípios brasileiros, principalmente aqueles das regiões Norte e Nordeste, não possuem uma base cartográfica local atualizada. Somando-se a isso, a dinâmica do uso e ocupação do solo corrobora para a desatualização dos dados cartográficos já existentes.

Uma alternativa viável, que vem sendo usada para a atualização cartográfica, é o uso dos produtos do sensoriamento remoto e de técnicas de processamento digital de imagens (PDI). No entanto, devido aos custos, muitas vezes significativos, para a obtenção de imagens orbitais de alta resolução, necessárias à geração de mapas em grandes escalas, foram desenvolvidas técnicas de PDI que permitem a fusão de imagens de diferentes características espectrais e espaciais, disponibilizadas gratuitamente, tornando-as aptas a geração de cartas imagem adequadas ao planejamento e gestão dos municípios (CURTARELLI; ARNESEN, 2010).

Segundo Menezes e Almeida (2012) foram desenvolvidas diversas técnicas para fusão de imagens do sensoriamento remoto. Essas técnicas são baseadas em três possibilidades de modelos: no domínio espacial, que utilizam as transformadas de Wavelets e a técnica HPF (*High-Pass Filter*) para combinar imagens de alta resolução espacial com imagens multiespectrais; no domínio espectral, que inclui as técnicas de transformação IHS, Principais

Componentes e Gram-Schmidt, e; no modelo algébrico das técnicas Brovey e Multiplicativa. Para o presente trabalho, optou-se pela técnica de transformação IHS, devido sua eficiência e facilidade de manuseio no *software* utilizado.

A transformação IHS é uma eficiente técnica para combinar imagens de diferentes resoluções espaciais, de uma mesma área. O principal objetivo dessa técnica é melhorar a resolução espacial das imagens multiespectrais, utilizando-se de uma imagem de alta resolução espacial, por exemplo a banda pancromática que atualmente existe em diversos sensores, ou então usando uma imagem de radar. Para fusão de imagens por esse processo, é necessário que se escolham três bandas espectrais e, em seguida, realize a transformação para o espaço IHS. Os componentes H e S são mantidos e o componente I é substituído pela imagem pancromática de alta resolução espacial. Em seguida, realiza-se a operação inversa para o espaço de cor RGB (MENEZES; ALMEIDA, 2012).

Após a transformação IHS, a imagem resultante possui a resolução espacial da banda pancromática, ou seja, a de maior resolução e com as informações espectrais das bandas multiespectrais, de menor resolução espacial, resultando em uma imagem de melhor qualidade visual. Essa técnica pode ser usada tanto para fusão de imagens de uma mesmo sensor, quanto para fusão de imagens coletadas por diferentes sensores, podendo esse, estarem em diferentes plataformas orbitais.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo a geração de uma carta imagem, do município de Sousa - Paraíba, através da fusão das imagens multiespectrais e pancromática do sensor PAN do satélite Sino-Brasileiro de recursos terrestre CBERS-4. A técnica de fusão utilizada permite agregar a maior resolução espacial da imagem pancromática às imagens multiespectrais, gerando um resultado de melhor qualidade visual que permite a visualização de áreas urbanas, infraestruturas de transportes, ocupação do solo, entre outras características importantes à gestão municipal.

## 2 DADOS E ÁREA DE ESTUDO

O programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite*, Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres) é resultado de uma parceria técnica-científica envolvendo o INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) e a CAST (Academia Chinesa de Tecnologia Espacial). O programa previa, num primeiro momento, a construção de dois satélites de sensoriamento remoto, o CBERS-1 e 2, porém, com o sucesso da missão o acordo foi expandido, o que resultou na construção de outros três satélites, o CBERS-2B e os CBERS-3 e 4 (INPE, 2016a).

O CBERS-2B foi lançado em 2007, a partir da base de lançamento de Taiyuan, na China. A bordo do CEBERS-2B estavam os sensores CCD (*Charge Coupled Device* – Câmera Imageadora de Alta Resolução), WFI (*Wide Field Imager* – Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada) e o HRC (*High Resolution Camera* – Câmera Pancromática de Alta Resolução). Esse satélite operou até o começo de 2010.

O CBERS-3 foi lançado em 9 de dezembro de 2013, a partir da base de lançamento de Taiyuan, na China. Durante o lançamento desse satélite ocorreu uma falha no veículo lançador chinês, o Longa Marcha 4B, resultando na perda do satélite. Com a falha no lançamento do CBERS-3, Brasil e China decidiram antecipar o lançamento do CBERS-4 para dezembro de 2014, inicialmente previsto para dezembro de 2015. Em ambos CBERS-3 e 4, foram instalados os sensores PAN (Câmera Pancromática e Multiespectral), MUX (Câmera Multiespectral Regular), WFI (*Wide Field Imager* – Câmera Imageadora de Amplo Campo de Visada) e o IRS (*Infrared System* – Imageador Multiespectral e Termal) (INPE, 2016a).

O sensor PAN, a bordo do satélite CEBERS-4, possui quatro bandas espectrais que cobrem a faixa do visível e do infravermelho próximo. A banda 1, pancromática, possui 5 metros de resolução espacial e foi desenvolvida para dar seguimento ao imageamento de alta resolução iniciados com a câmera HRC, presente no satélite CBERS-2B. As bandas 2, 3 e 4 possuem 10 metros de resolução espacial. Um resumo das características da câmera PAN é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Características da câmera pancromática e multiespectral PAN.

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Temporal	Resolução Espacial	Área Imageada
PAN	1	0,51 - 0,85 $\mu$ m	52 dias	5 m	60 km
	2	0,52 - 0,59 $\mu$ m		10 m	
	3	0,63 - 0,69 $\mu$ m			
	4	0,77 - 0,89 $\mu$ m			

Fonte: Adaptado de Embrapa monitoramento por satélite.

A área de estudo escolhida foi o município de Sousa, que está localizado no sertão da Paraíba, a cerca de 430 km de João Pessoa. Segundo dados do IBGE (2016), Sousa possui uma área territorial de 738,547 km<sup>2</sup> e contava no último censo demográfico do IBGE, com uma população de 65.803 habitantes.

Essa área foi escolhida em função da disponibilidade de pontos de controle para o registro das imagens, por estar localizadas na região do semiárido nordestino, área de interesse dos autores e também por ainda não existirem cenas coletadas pelo sensor PAN que estejam sem interferência de nuvens nos municípios de origem dos autores, devido ao

pouco tempo de operação do satélite e sua baixa resolução temporal. A Figura 1 a seguir mostra a localização da área de estudo.

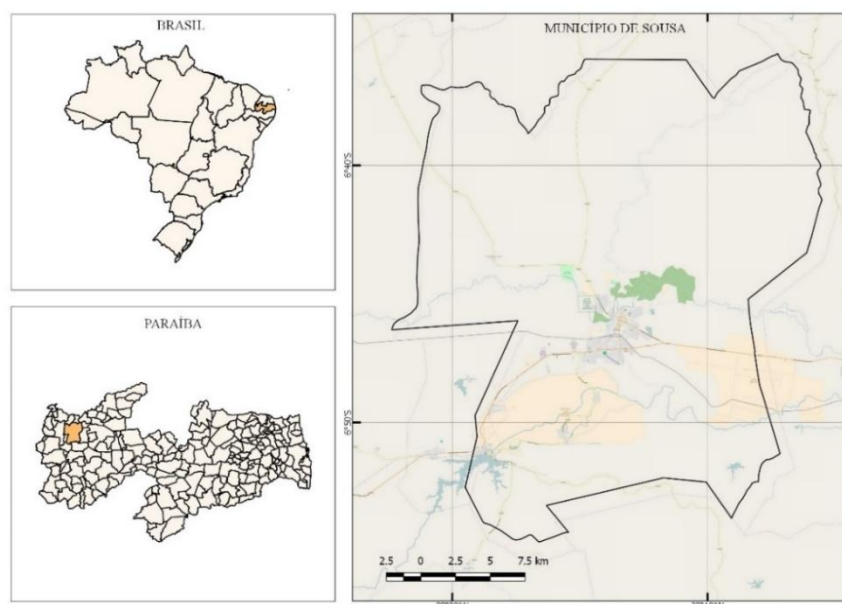


Figura 1 – Mapa de localização do município de Sousa.

### 3 METODOLOGIA DO TRABALHO

Para o recobrimento completo do município de Sousa foram utilizadas duas cenas do sensor PAN (CEBERS-4), ambas capturadas no dia 05 de novembro de 2015. As cenas pertencem as órbitas/pontos 150/107 e 150/108. As cenas foram adquiridas gratuitamente através do catálogo de imagens do INPE, disponíveis no sítio eletrônico (<http://www.dpi.inpe.br/CDSR/>). Para o processamento das imagens foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica – SPRING 5.4.0, desenvolvido pelo INPE.

Primeiramente foi necessário a elaboração do mosaico para cada uma das bandas espectrais das cenas envolvidas. Após a confecção dos mosaicos a área de interesse foi recortada a fim de facilitar o processamento dos dados pelo SPRING nas etapas posteriores.

Para facilitar a etapa de registro, as bandas 2, 3 e 4 do sensor PAN, que possuem 10 metros de resolução espacial, foram reamostradas para uma grade de 5 metros, utilizando-se a ferramenta restauração, no menu imagem do SPRING. Essa etapa possibilitou a minimização do erro médio quadrático (RMS) no processo de registro de cada uma das bandas espectrais.

Na etapa de registro foram utilizados 11 pontos de controle retirados do banco de dados "Pontos de controle GNSS" disponível no sítio eletrônico (<http://www.geopro.crn2.inpe.br/formMapaGNSS.html>). Esse banco de dados contém pontos de controle implantados na região Nordeste pelo grupo de geoprocessamento do Centro Regional Nordeste (CRN - INPE), com o objetivo de atender a demanda regional de pontos para as correções geométricas das imagens de sensoriamento remoto (INPE, 2016b). Na Tabela 2 estão listados os pontos de controle utilizados no registro das imagens.

Tabela 2 – Lista dos pontos de controle retirados do banco dados "Pontos de controle GNSS".

Ponto	Latitude	Longitude	Altitude	Data da observação
A953H	06°36'54,42359"	38°17'23,13682"	300,101	16/07/2011
A954H	06°39'28,14088"	38°11'07,31845"	279,894	16/07/2011
A955H	06°45'01,80356"	38°12'20,87522"	212,802	17/07/2011
A956H	06°42'32,32056"	38°19'50,26789"	226,449	14/07/2011
A959H	06°46'42,76110"	38°20'16,79458"	228,417	18/07/2011
A960H	06°49'07,80244"	38°15'59,47401"	218,884	14/07/2011
A966H	06°37'11,46064"	38°05'49,00193"	251,895	13/07/2011
A969H	06°43'21,51997"	38°08'40,54915"	218,107	13/07/2011
A970H	06°42'20,58176"	38°14'35,07499"	251,418	16/07/2011
A976H	06°47'12,95327"	38°07'35,82457"	209,508	16/07/2011
A978H	06°52'10,45235"	38°15'01,01788"	273,984	18/07/2011

De acordo com INPE (2016b): “A disponibilização desses pontos via web possibilita ao usuário o acesso das coordenadas dos pontos implantados, bem como, o histórico do levantamento com fotografias, localização do ponto na imagem e relatório de observação e processamento”. Para cada ponto de controle, é possível obter diversas fotografias no banco de dados, retiradas no momento do levantamento, assim como, a localização do ponto sob uma imagem de satélite. A Figura 2 mostra uma fotografia e uma imagem orbital do ponto A954H, disponíveis no banco de dados.

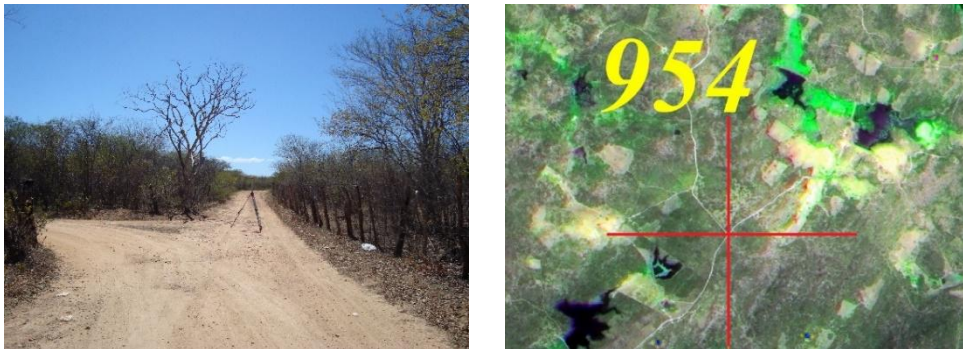


Figura 2 – Imagens da localização do ponto de controle A954H, disponível no banco de dados do INPE.

O registro da banda 1, pancromática, de 5 metros de resolução espacial, foi realizado através da opção de registro via teclado, do menu arquivo. Em seguida, foram registradas, separadamente, as bandas 2, 3 e 4, através da opção via tela. Foi necessário o registro individual de cada uma das bandas, pois as mesmas não estavam completamente sobrepostas, havendo pequenos deslocamentos de uma banda em relação a outra, como pode ser observado na Figura 3. Embora pequenos, esses deslocamentos comprometiam a qualidade final da fusão.

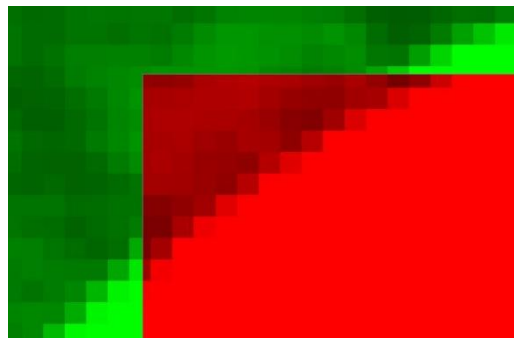


Figura 3 – Deslocamento de feições nas bandas 2 (verde) e 3 (vermelho) do sensor PAN.

Após o registro das imagens, foi realizada a fusão por meio da opção Transformação IHS  $\leftrightarrow$  RGB no menu imagem. Inicialmente é necessário que se escolham as bandas espectrais correspondentes aos canais de cor vermelho, verde e azul. Nessa etapa, as bandas 2 (B), 3 (R) e 4 (G) foram transformadas nos componentes I (Intensidade), H (Matiz) e S (Saturação). Em seguida, foi realizada a operação inversa, ou seja, a transformação dos componentes IHS para RGB, substituindo o componente I pela banda pancromática.

Em seguida, a imagem resultante do processo de fusão foi exportada para o *software* Quantum GIS 2.14.3, onde foi aplicado o contraste linear, e vetorizadas as feições lineares: rodovias federais, rodovias estaduais e ferrovias. Foi utilizado também o arquivo vetorial com os limites dos municípios do estado da Paraíba para o ano de 2014, adquirido no sítio eletrônico do IBGE.

A Figura 4 mostra o fluxograma da metodologia adotada para a construção da carta imagem de Sousa.

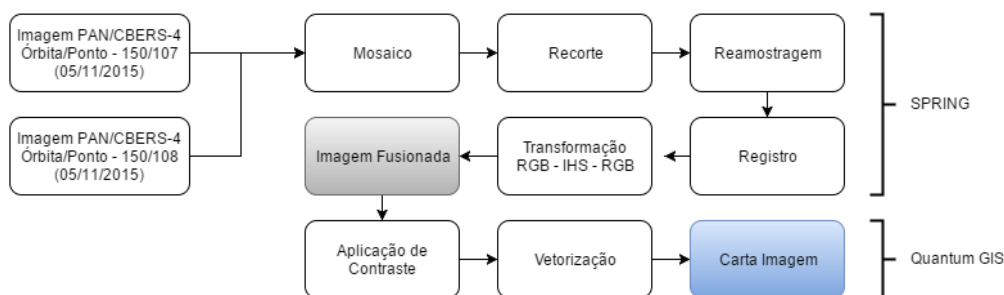


Figura 4 – Fluxograma para elaboração da carta imagem.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem fusionada gerada através da técnica de transformação IHS apresentou uma melhora considerável dos aspectos visuais em relação a imagem multiespectral não fusionada. No geral, os alvos tornaram-se mais identificáveis após a fusão, sendo alguns, visíveis apenas na imagem fusionada, tais como certas residências e árvores isoladas situadas na área rural do município. Isso pode ser observado na Figura 5, onde podemos notar o aumento de nitidez desses alvos.



Figura 5 – Imagens sintéticas, composição 3R, 4G e 2B. **a)** Antes da fusão, **b)** depois da fusão.

As feições lineares, tais como ruas e limites de propriedades rurais também apresentaram um ganho significativo de detalhes em relação à imagem não fusionada, como pode ser observado na Figura 6. Além disso, a vegetação densa, de cor verde escura, pode agora ser identificada por sua textura rugosa, contrastando com a textura lisa da vegetação rasteira. Podemos observar, ainda, a textura mais lisa da vegetação baixa e uniforme das áreas irrigadas, que aparecem na figura com a cor verde clara.



Figura 6 – Feições lineares e áreas de agricultura irrigada. **a)** Antes da fusão, **b)** depois da fusão.

Apesar da pequena diferença de resolução espacial entre a banda pancromática e as bandas multiespectrais do sensor PAN/CBERS-4, foi possível obter uma imagem sintética final com uma nitidez muito superior a imagem original.

Embora tenha sido realizada a fusão entre bandas de um mesmo sensor, a técnica de transformação IHS pode ser aplicada na fusão de imagens oriundas de diferentes sensores. O próprio CBERS-4 possui um outro sensor com características semelhantes ao PAN, a câmera MUX, com quatro bandas espectrais na faixa do visível e infravermelho próximo. As imagens coletadas pelo MUX possuem 20 metros de resolução espacial e quando fusionadas com a banda pancromática do PAN geram imagens semelhantes à elaborada neste trabalho.

A banda 1, pancromática, foi desenvolvida para dar continuidade ao imageamento de alta resolução iniciado com a câmera HRC, presente no satélite CBERS-2B. Embora com uma menor resolução espacial, a banda 1 do sensor PAN, captura dados em uma faixa com o dobro da largura da faixa coletada pelo sensor HRC. Isso permitiu que fossem utilizadas imagens capturadas em uma única data para a confecção dessa carta imagem, apesar das dimensões relativamente grades do município.

A carta imagem do município de Sousa, gerada a partir da imagem fusionada, está apresentada na Figura 7. O *layout* final da carta, assim como a escala, foram modificados para a adequação na folha A4.

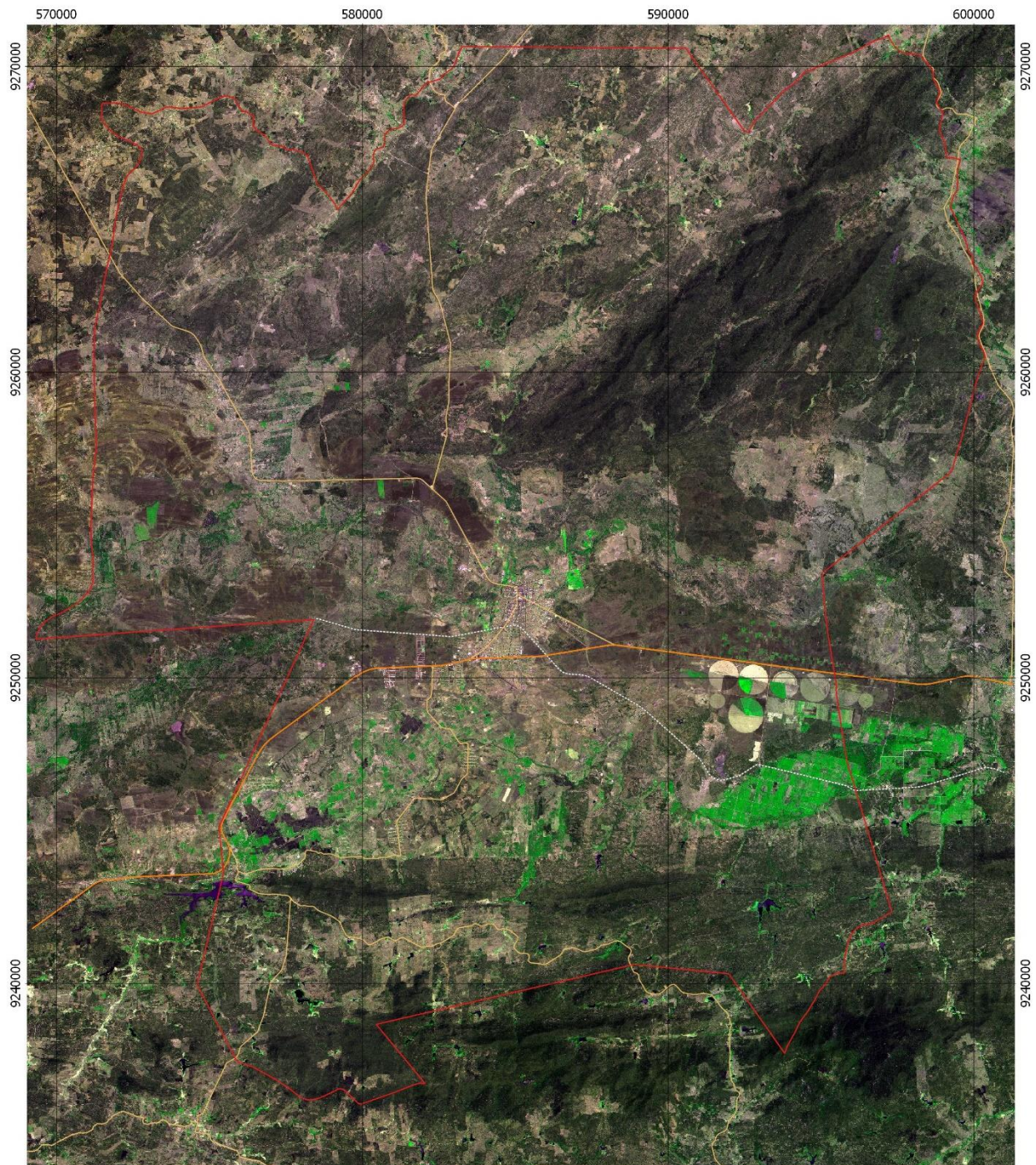


Figura 7 – Carta imagem do município de Sousa, PB.

## 5 CONCLUSÃO

O resultado demonstrou a qualidade das imagens multiespectrais e pancromática do sensor PAN/CBERS-4 e da técnica de transformação IHS para a geração de cartas imagem dos municípios brasileiros. A carta imagem resultante possui uma boa qualidade visual que permite sua utilização em diversas aplicações, com destaque para a gestão municipal. Apesar das imagens utilizadas no devido trabalho possuir algumas distorções geométrica, as correções realizadas foram satisfatórias para a obtenção da imagem final.

A técnica de transformação IHS, utilizada na fusão das imagens, é de fácil utilização no *software* SPRING. Esse *software* possui uma série de tutorias que podem auxiliar aqueles que estão tendo seus primeiros contatos com o programa. Outro aspecto importante é que todos os *softwares* e dados utilizados para confecção da carta imagem foram adquiridos gratuitamente na internet.

Por fim, a utilização dessa técnica e dos dados distribuídos gratuitamente pelo INPE e diversas outras instituições nacionais e internacionais permitem a confecção, a um baixo custo, de diversos matérias que podem ser utilizados com instrumentos para o planejamento e gestão dos municípios, ou ainda, como ferramentas didáticas para o ensino de geografia, meio ambiente e outras ciências nas escolas do município.

## REFERÊNCIAS

CURTARELLI, M. P.; ARNESEN, A. S. **Fusão de imagens dos sensores HRC e CCD para a elaboração de uma carta imagem do município de Ladário, MS.** In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 3., 2010, Cáceres. Anais... 2010. p. 858-866. DVD. ISBN 978-85-60424-05-4. Disponível em: <<http://urlib.net/J8LNKAN8RW/38JEDMD>>. Acesso em: 31 maio 2016.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento.** Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em: <<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 31 maio 2016

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades:** Sousa. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=251620&search=paraiba%7Csousa%7Cinfograficos:-dados-gerais-do-municipio&lang=>>>. Acesso em: 31 maio 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **CBERS: Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestre.** Disponível em: <<http://www.cbbers.inpe.br/>>. Acesso em: 31 maio 2016a.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **CRN - Geoprocessamento.** Disponível em: <<http://www.geopro.crn2.inpe.br/>>. Acesso em: 31 maio 2016b.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. D. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Universidade de Brasília, Brasília, 2012, 266 p.