



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

Processamento Digital de Imagens

SER 413 - 4 - Prática de Laboratório

Bruna Virginia Neves

João Arthur Pompeu Pavanelli

Vanessa Camphora

Relatório Parcial da prática de laboratório da disciplina de Processamento Digital de Imagens de Sensores Remotos (SER-415-4) do Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, ministrada por Prof^ª. Dr. Leila Maria Garcia Fonseca e Prof. Dr. Thales Sehn Körting.

INPE
São José dos Campos
2014

1. Introdução

Estudos de sensoriamento remoto demonstram que a análise de objetos de interesse não requer contato físico direto com o mesmo, pois se trata de uma ferramenta eficaz que permite explorar a relação do alvo com o ambiente através do registro da radiação eletromagnética (REM) refletida ou emitida nestas interações, por meio de sensores remotos (Jensen, 2009).

A manipulação de dados de sensoriamento remoto deve ser realizada a partir de revisão de literatura, a fim de compreender as diferentes técnicas de processamento digital de imagens (PDI) e escolher a mais adequada para o tipo de problema que se quer investigar.

O sistema visual humano é o mais avançado dos sentidos, capaz de reconhecer facilmente padrões em diferentes formas e imagens. Contudo, ele dificilmente é capaz de processar o enorme volume de informação presente numa imagem, pois há vários tipos de degradações e distorções, inerentes aos processos de aquisição, transmissão e visualização de imagens. Além disso, o olho humano é limitado a detectar apenas o espectro eletromagnético correspondente ao visível, sendo que os sensores remotos tem a capacidade de registrar quase todo o espectro eletromagnético (González, 2010).

O objetivo de se usar processamento digital de imagens é remover essas barreiras, inerentes ao sistema visual humano, facilitando a extração de informações a partir de imagens. Dessa forma, sua função é melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais para o usuário e fornecer outros subsídios para a sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos. Nesse sentido, sistemas dedicados de computação são utilizados para atividades interativas de análise e manipulação das imagens brutas. O resultado desse processo é a produção de outras imagens, estas já contendo informações específicas, e realçadas (González, 2010).

Nesse contexto, o processamento digital deve ser encarado como um estágio preparatório, embora quase sempre obrigatório, da atividade de interpretação das imagens de sensoriamento remoto.

A prática de laboratório de Processamento Digital de Imagens (PDI) consistiu em uma atividade prática de análise exploratória de diversas técnicas de PDI, que envolveu deste a obtenção de uma imagem orbital até sua classificação e validação. Teve como objetivo, portanto, oferecer aos discentes a execução de técnicas de PDI necessárias para desenvolver projetos na área de Sensoriamento Remoto.

2. Métodos e Procedimentos

Um recorte de imagem de alta resolução espacial do município de São José dos Campos-SP foi utilizado como referência para o desenvolvimento das atividades (Figura1). A partir do recorte, uma pesquisa no catálogo de imagens orbitais disponível no site do INPE foi realizada com o intuito de encontrar outras imagens que representassem a mesma área, entretanto com uma resolução espacial mais baixa, para aplicação de algumas técnicas de PDI.

A imagem escolhida foi do satélite CBERS-2B, que pertence ao programa CBERS (China-Brazil Earth Resources Satellite ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), implantado em 1988 após parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial (CAST), num convênio técnico-científico binacional envolvendo Brasil e China (EMBRAPA, 2014).

O satélite CBERS-2B foi lançado em 2007, mantendo-se operante até o início de 2010. Ele inovou em relação aos seus antecessores por incluir em sua carga-útil o sensor HRC (High Resolution Camera ou Câmera Pancromática de Alta Resolução) que forneceu imagens com resolução espacial de 2,7 metros. O sensor HRC possui uma única banda espectral, que atua no espectro do visível e infravermelho próximo, o que possibilita um maior detalhamento da superfície em relação aos dados captados pela câmera CCD (High Resolution CCD Camera ou Câmera Imageadora de Alta Resolução). O HRC foi programado para produzir imagens com 27Km e obter a cobertura completa da Terra em 130 dias, o que corresponde a aproximadamente 5 ciclos de cobertura do sensor CCD (Tabela 1).

A câmera CCD é um sensor óptico capaz de adquirir imagens da Terra com resolução espacial de 20 metros. Ele apresenta 4 bandas multiespectrais (Azul, Verde, Vermelho e Infravermelho Próximo - IVP) e uma banda pancromática. Para o exercício foram utilizadas apenas 3 bandas multiespectrais, referente ao espectro do verde, vermelho e IVP (Tabela 1).

Tabela.1 Dados dos sensores do satélite CBERS-2B.

Sensor	Bandas	Faixa Espectral
CCD	2	0,52 - 0,59 μm Verde
CCD	3	0,63 - 0,69 μm Vermelho
CCD	4	0,77 - 0,89 μm IVP
HRC	1	0,50 – 0,80 μm Pancromática



Figura1. Recorte Referência de São José dos Campos – SP.

Assim, foi realizado o registro da imagem pancromática CBERS-2B utilizando o recorte como referência e posteriormente o registro das demais bandas.

Posteriormente as imagens CBERS-2B foram submetidas a um processo de restauração, a fim de corrigir efeitos degradantes oriundos do processo de aquisição das imagens. A partir das imagens restauradas foi possível aplicar o procedimento de fusão, caracterizado por uma transformação RGB \rightarrow IHS. Também foi realizada uma fusão com as imagens sem restauração a fim de comparação dos procedimentos. Além disso, foram exploradas técnicas de análise de principais componentes, segmentação e classificação.

Os softwares utilizados para estas atividades de registro, mosaico e recorte de imagens foram TerraPixel e Envi, e para as demais atividades realizadas, o Spring.

3. Resultados

A imagem CBERS-2B foi utilizada em uma composição colorida das bandas 2(B), 3(R) e 4(G) com 20 m de resolução espacial (sensor CCD) e a banda 1 pancromática de 2,7 m sensor(HRC). A Figura 2 representa uma composição RGB realizada a fim de

ilustrar a diferença espacial entre os dados da imagem adquirida e do recorte proposto: CBERS-2B-CCD (G), Recorte de SJC(R) e Pan(B). Percebe-se que há uma grande variação de resolução espacial entre as bandas CBERS-2B e o recorte, assim como a banda Pan, o que dificulta a análise das mesmas. Para isto foi adotada a conduta de utilizar o recorte apenas como referência de registro, utilizando os dados CBERS-2B para realização dos demais procedimentos.

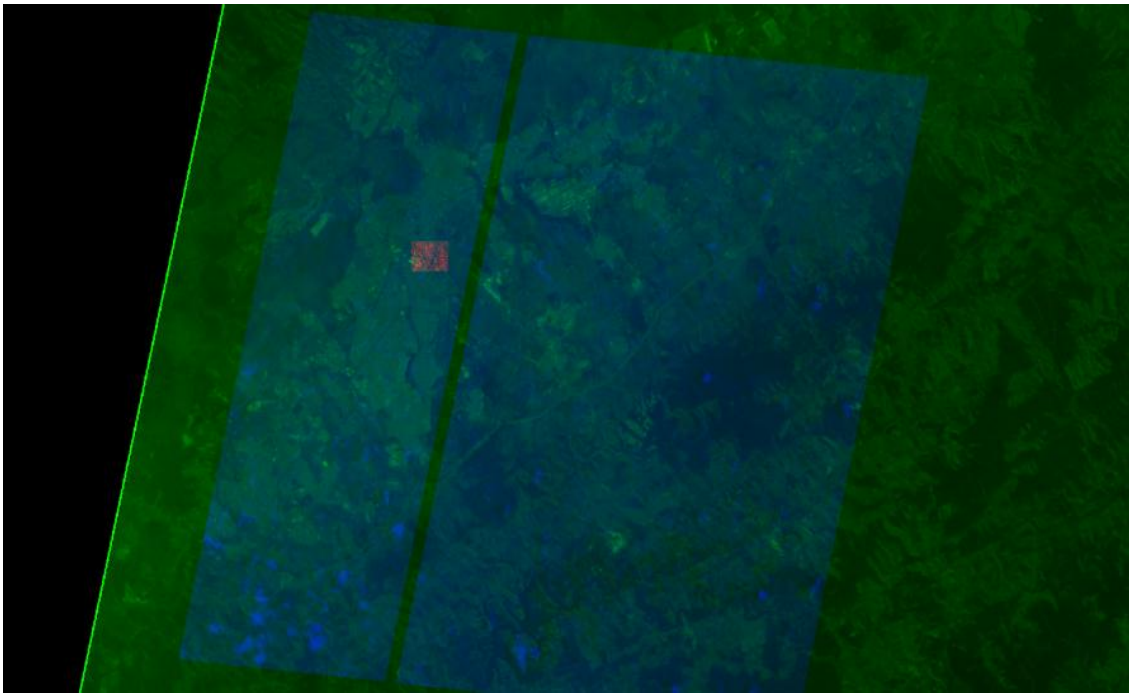


Figura 2. Composição RGB das diferentes resoluções espaciais das imagens.

O Registro das bandas 2,3 e 4 foi realizado por meio do software Envi, usando o Recorte1 como referência, mas o resultado não mostrou-se satisfatório, então o software TerraPixel foi utilizado, de forma que a banda Pan fosse registrada, usando o Recorte como referência. A seguir, a banda Pan foi utilizada como referência para registrar a as bandas 2, 3 e 4 do CBERS. As Figuras 3, 4 e 5, 6, 7 e 8 ilustram os procedimentos.



Figura 3. Aquisição automática de pontos de controle do Recorte no ENVI.

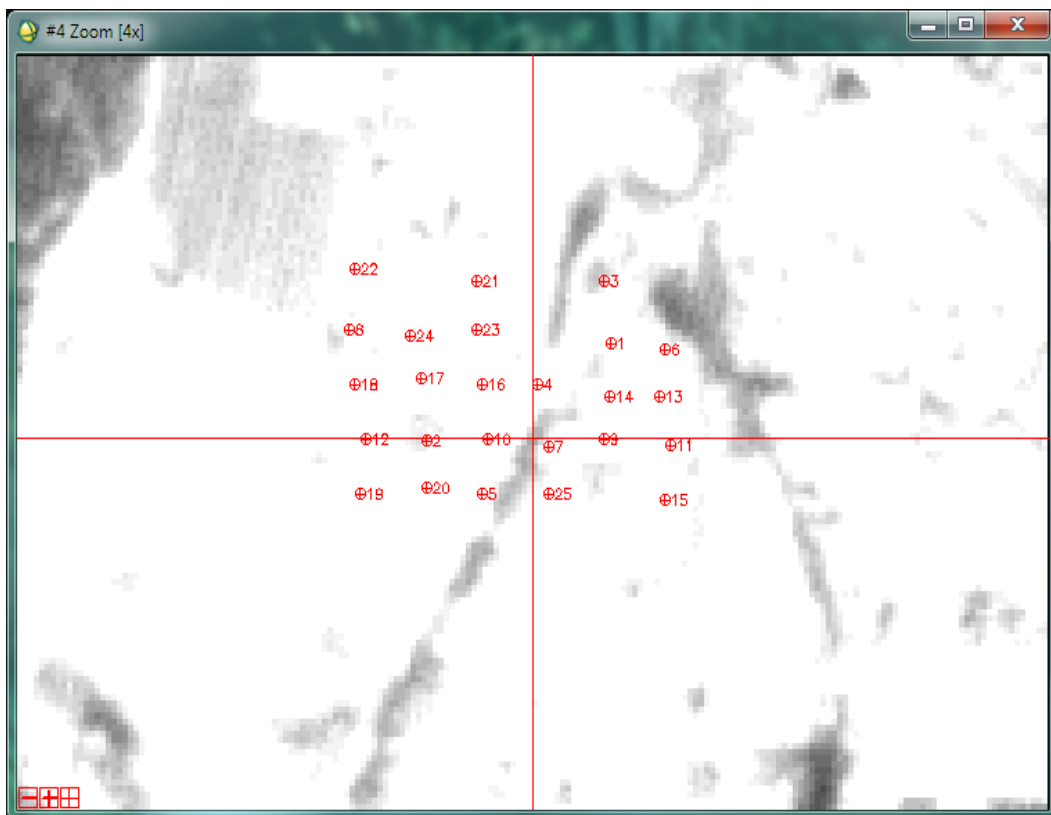


Figura 4. Pontos de controle na Imagem CBERS-2B no ENVI.

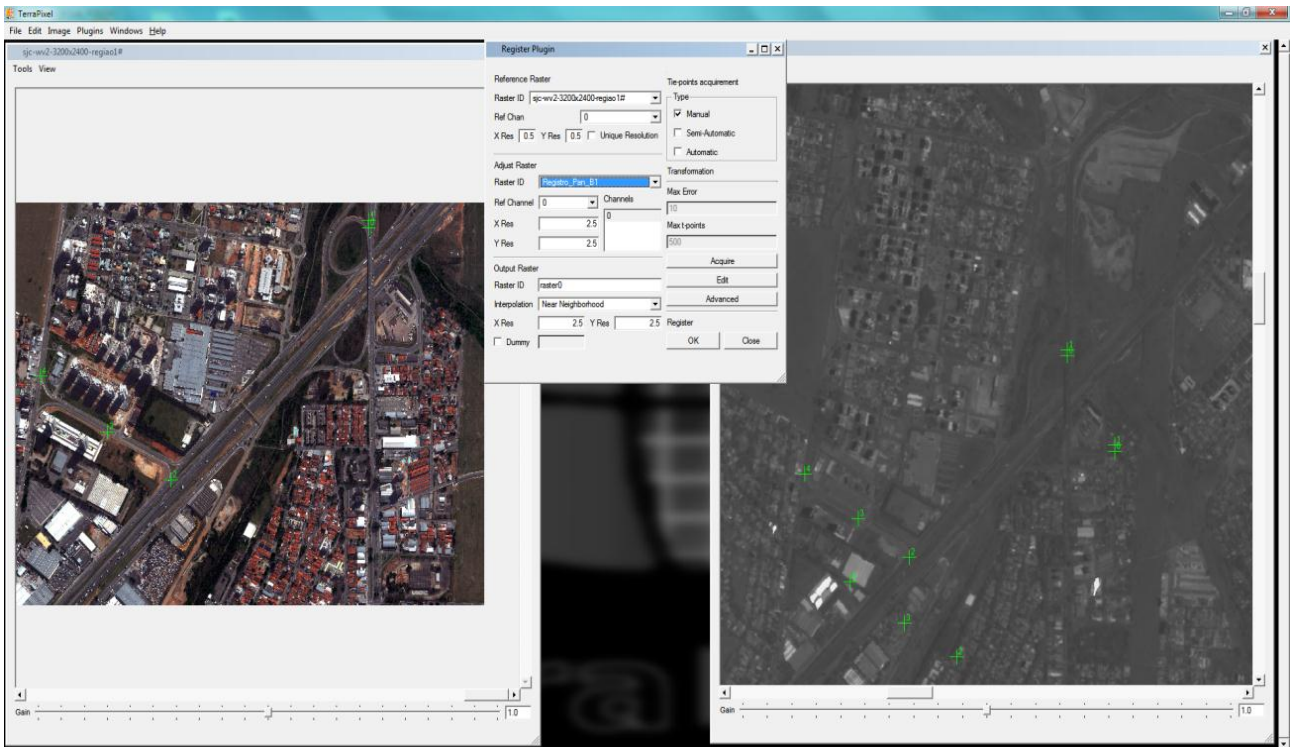


Figura 5. Aquisição de pontos de controle do recorte para registro da banda Pan no Terra Pixel.

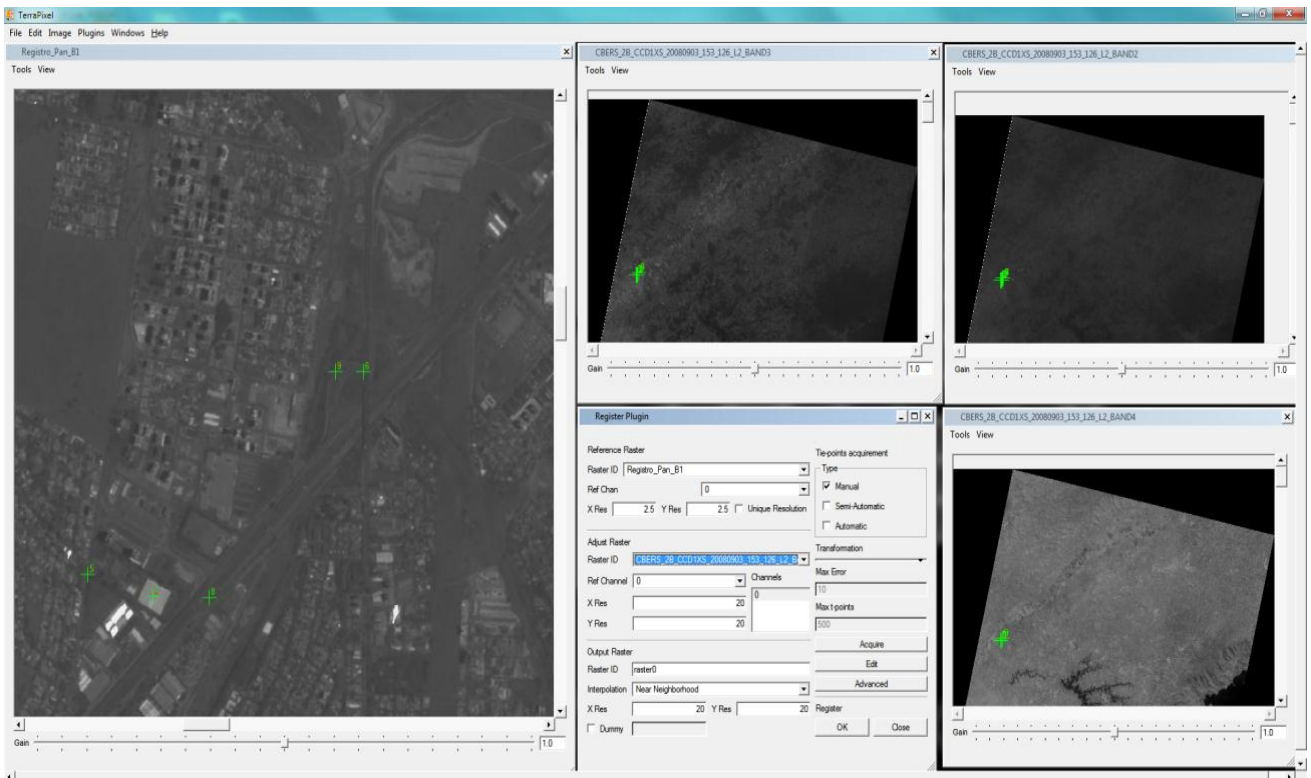


Figura 6. Aquisição de pontos de controle da Banda Pan para registro das bandas CCD-CBERS-2B no Terra Pixel.



Figura 7. Resultado do Registro da banda Pan HRC.

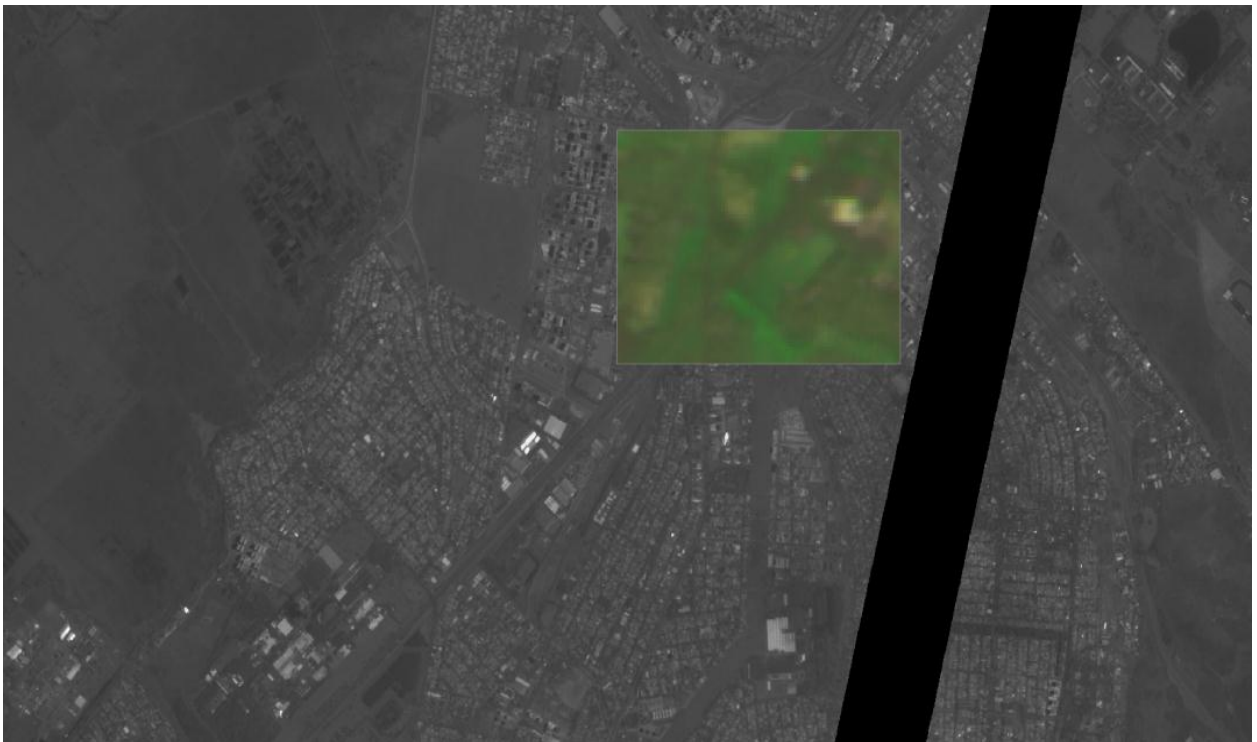


Figura 8. Resultado do Registro das bandas CBERS-2B.

Após a realização do registro, as imagens geradas encontravam-se com baixo contraste e, portanto, difícil visualização e interpretação de detalhes. Para isto foi aplicado um realce para cada cena através da manipulação do histograma linear (Figuras 9, 10, 11 e 12).

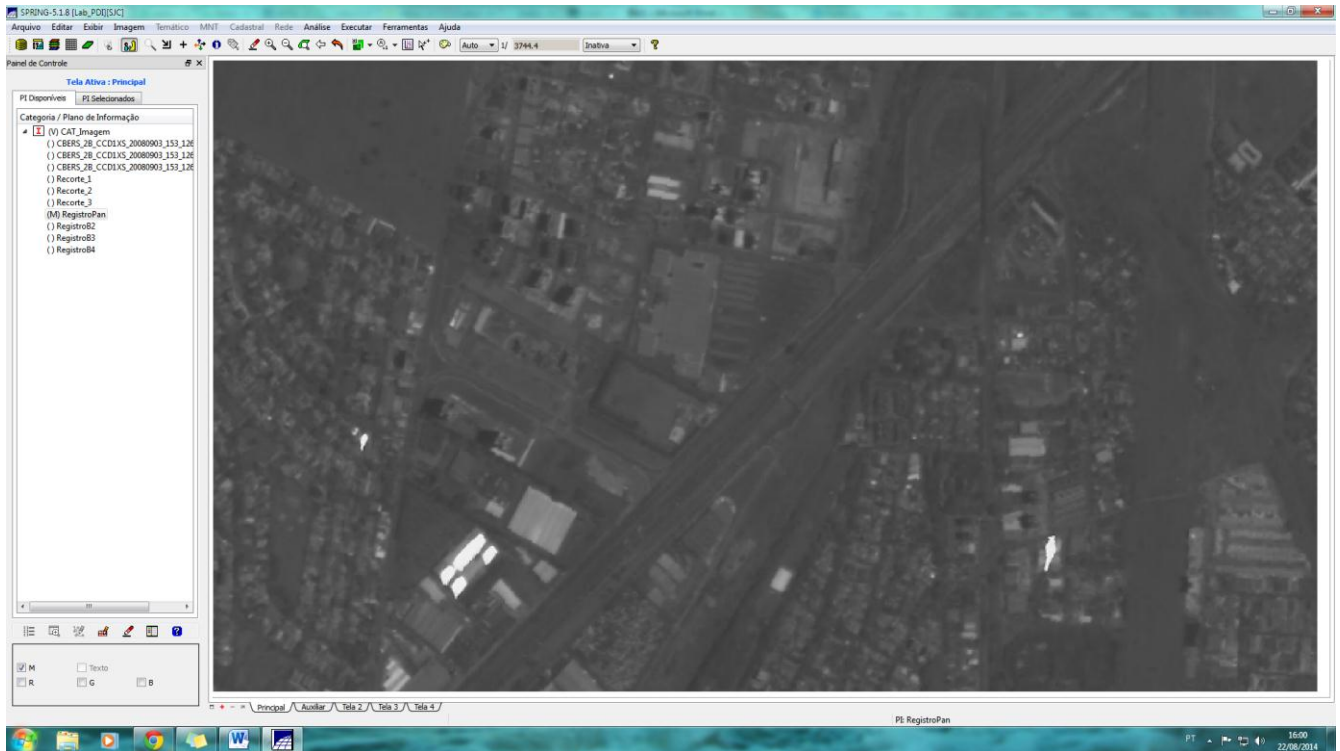


Figura 9. Imagem Pan não realçada.



Figura 10. Imagem Pan realçada.

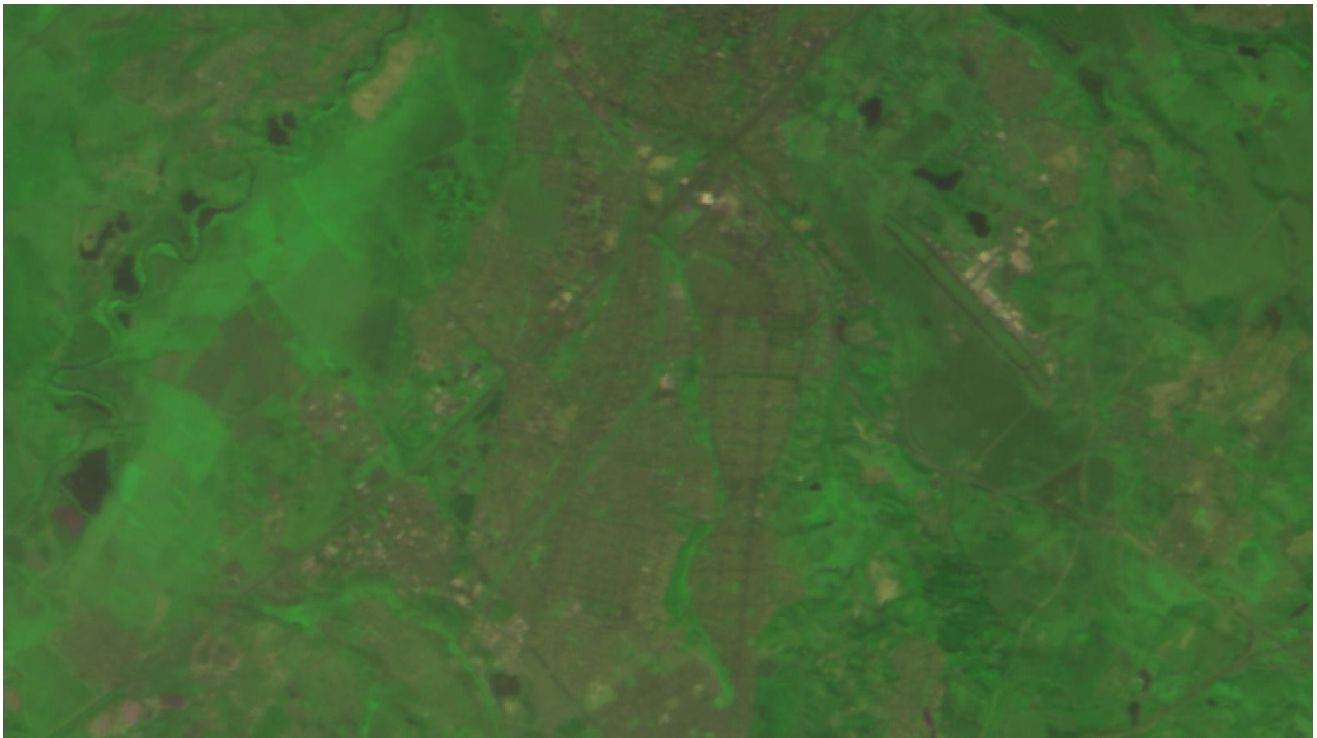


Figura 11. Imagem CBERS-2B não realçada.



Figura 12. Imagem CBERS-2B realçada.

As imagens registradas e realçadas foram utilizadas para realização de procedimentos de fusão IHS. A primeira fusão foi aplicada nas imagens CBERS-2B, utilizando as três bandas multiespectrais do sensor CCD com a Banda Pan HRC (Figura 13). As imagens de cada sensor foram cuidadosamente escolhidas, garantindo que as datas fossem próximas (não haviam cenas de ambas disponíveis para a mesma data), que não houvesse ocultação de objetos e também que a banda pancromática abrangesse todas as bandas multiespectrais selecionadas. Os resultados sem e com realce deste procedimento foram representados pelas figuras 14 e 15 respectivamente.

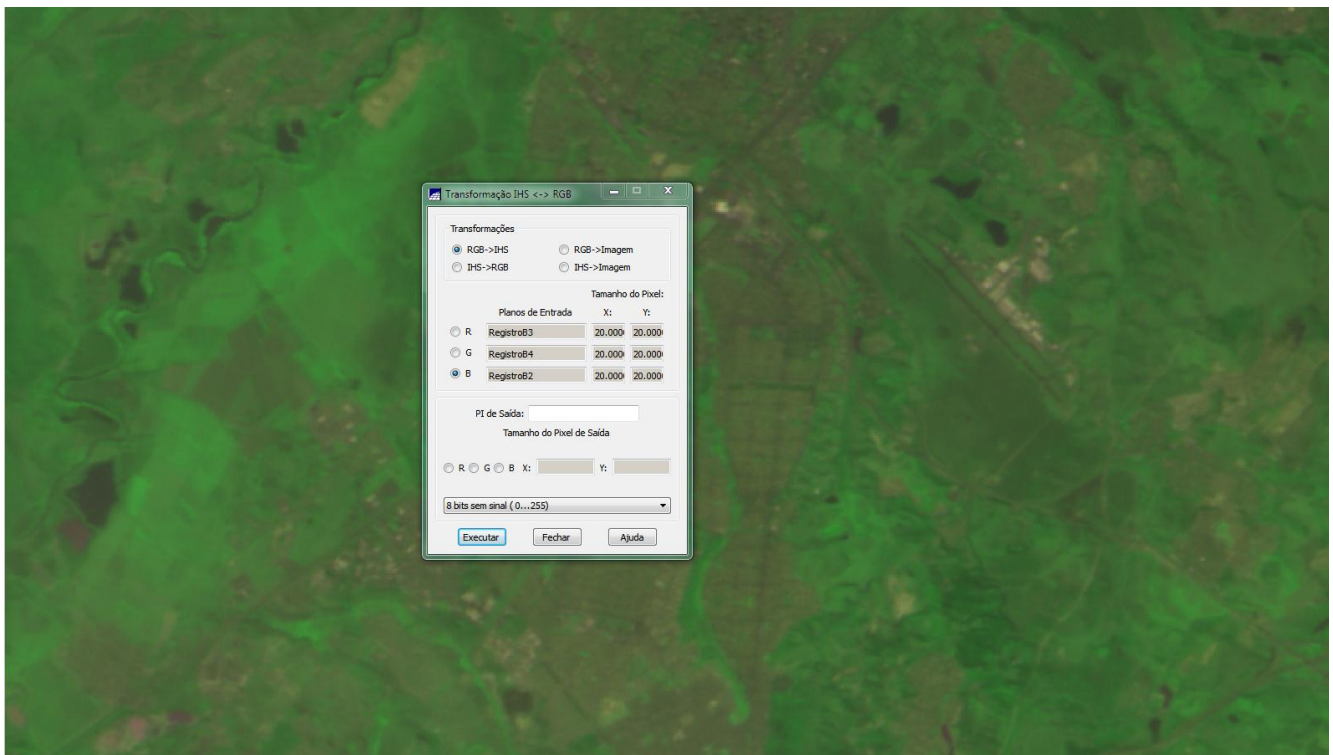


Figura 13. Realização da Transformação RGB->IHS.

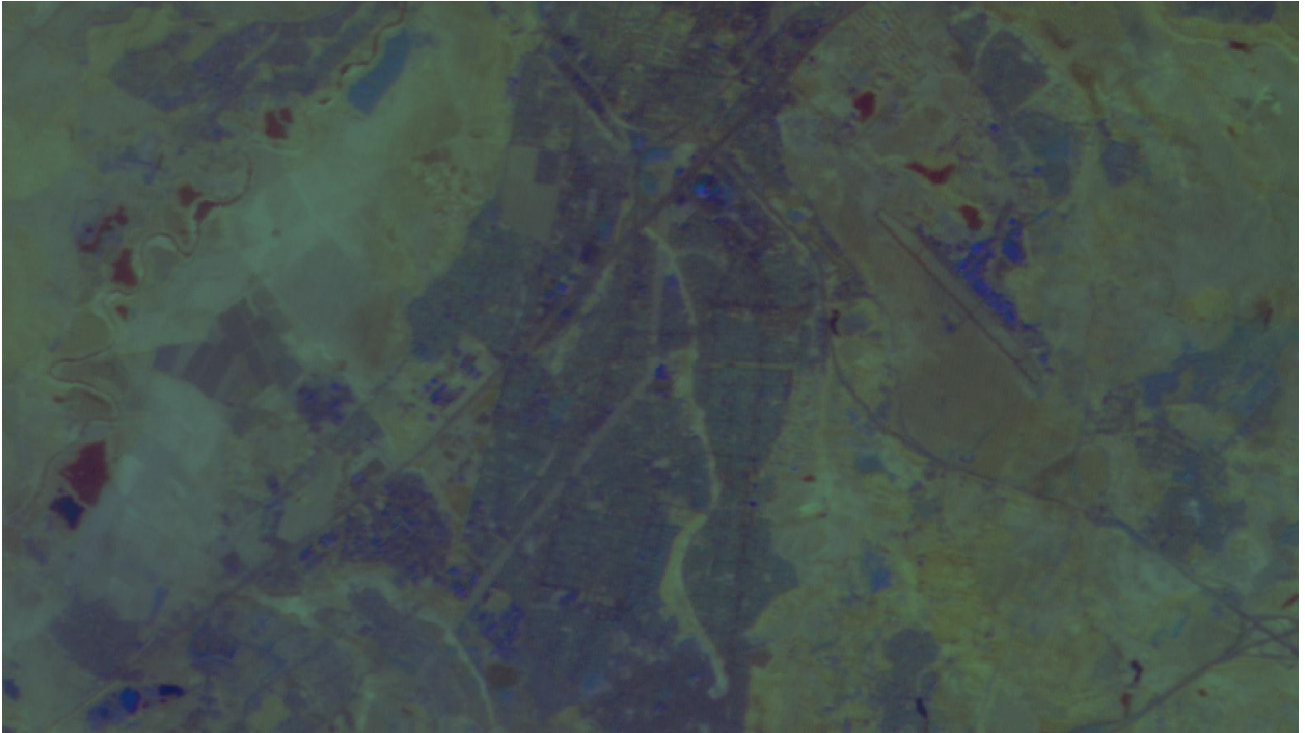


Figura 14. Fusão RGB -> IHS sem realce.

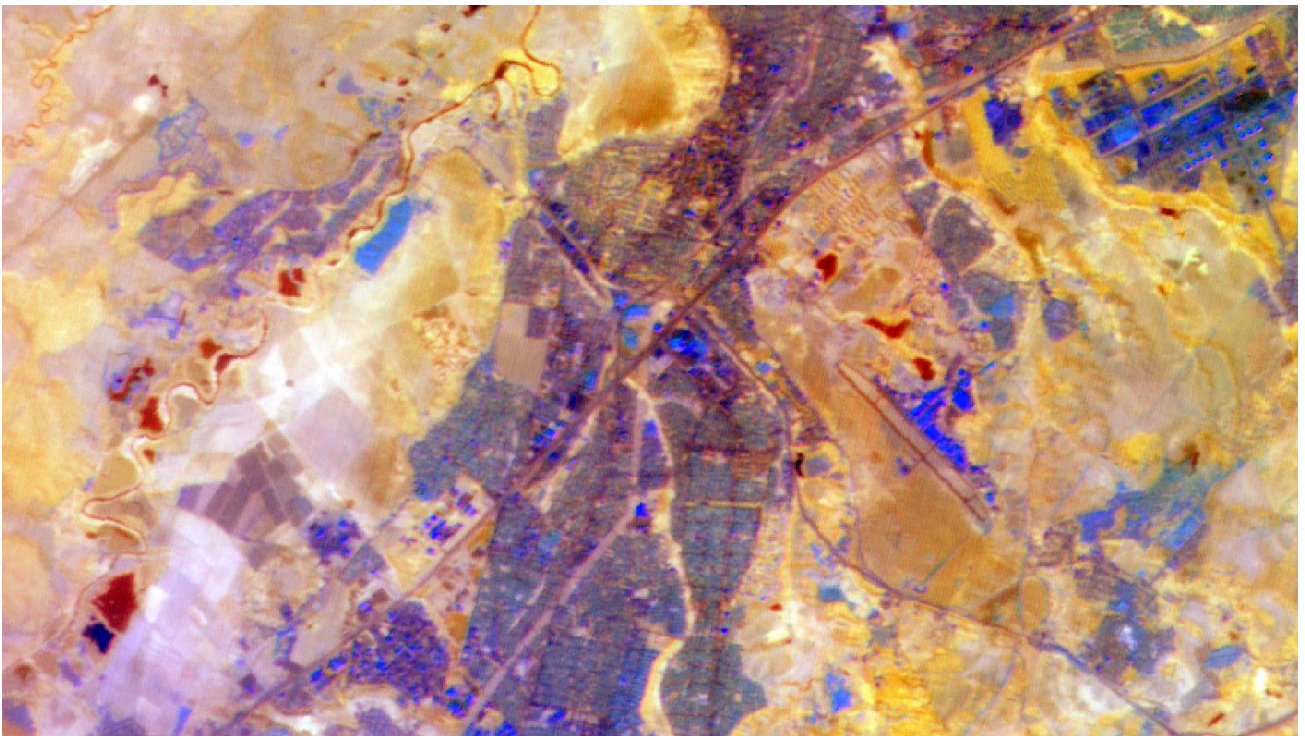


Figura 15. Fusão RGB -> IHS com realce.

O mesmo procedimento de fusão foi aplicado nas mesmas imagens, porém isto foi feito após a aplicação de restauração específica do satélite utilizado e de seu sensor CCD. A nova transformação resultou em uma imagem com detalhes mais evidenciados na cena, variando bastante o histograma e também com alteração da composição colorida (Figura 16).

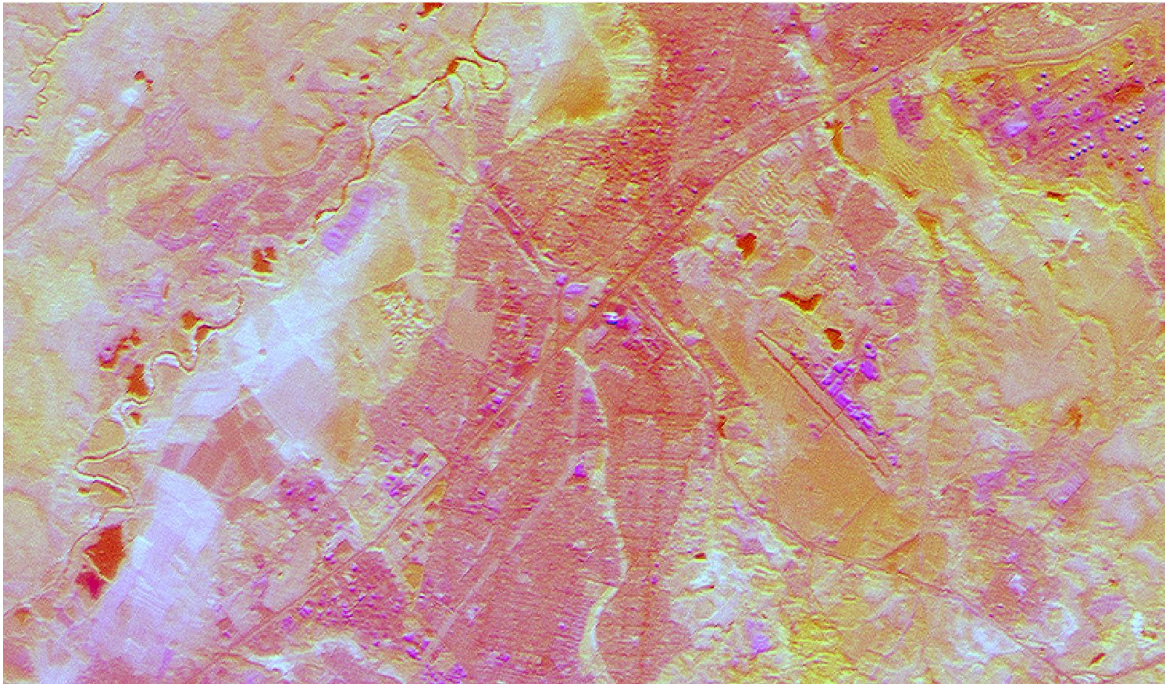


Figura 16. Transformação RGB -> IHS das imagens restauradas.

Ao verificar a matriz de correlação, percebeu-se que as bandas estavam altamente correlacionadas (Figura 17) e então foi aplicada a análise de componentes principais (PCA) a fim de descorrelacionar as bandas. A descorrelação permite obter as maiores variâncias dos dados na componente principal 1 (PC1), diminuindo nas próximas componentes.

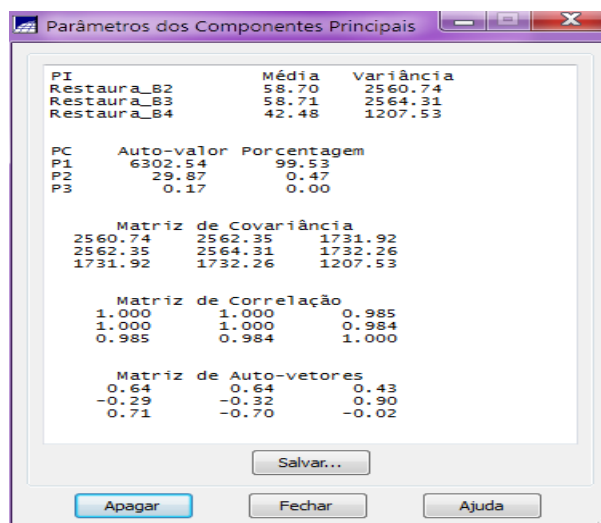


Figura 17. Matriz de correlação entre as bandas 2, 3 e 4.

O resultado de PCA (Figura 18) foi utilizado para segmentar e classificar a imagem. Foram utilizadas PC1 e PC2 apenas, pois PC3 interferiu negativamente nos testes de segmentação e classificação devido a presença de muitos ruídos.

Por se tratar de uma área urbana bastante heterogênea e uma imagem de resolução espacial mais limitada que a do recorte referência, foi difícil separar e identificar cada alvo urbano separadamente (ruas, telhados, árvores, gramíneas, etc.), então optou-se por diferenciar regiões urbanas dos demais alvos da cena.

Após alguns testes de segmentação no Spring, variando os parâmetros de similaridade e de área, conclui-se de a Similaridade = 12 e Área = 40 foram os valores mais adequados para alcançar o objetivo de separar área urbanas dos demais alvos (Figura 19). Esta etapa permitiu classificar a imagem segmentada a partir de regiões (Figura 20), utilizando um limiar de 95% do classificador de Bhattacharyya.

Em ambos experimentos as regiões em vermelho representam áreas de urbanização e as áreas verdes, regiões contendo os demais alvos da cena.

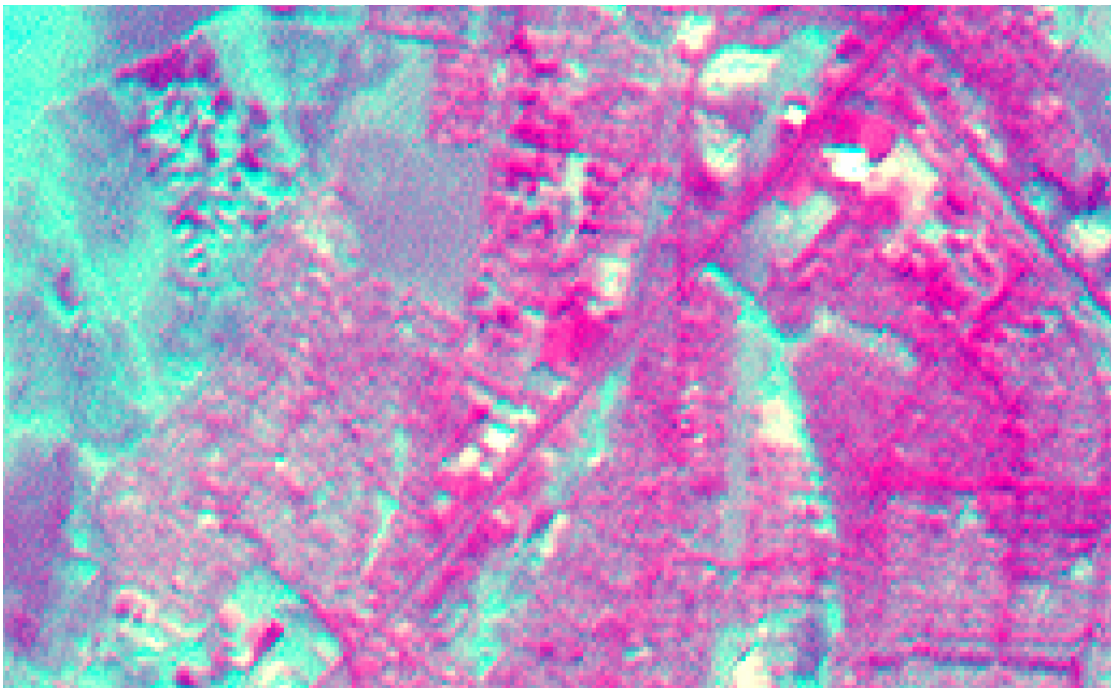


Figura 18. Imagem resultante de PCA.

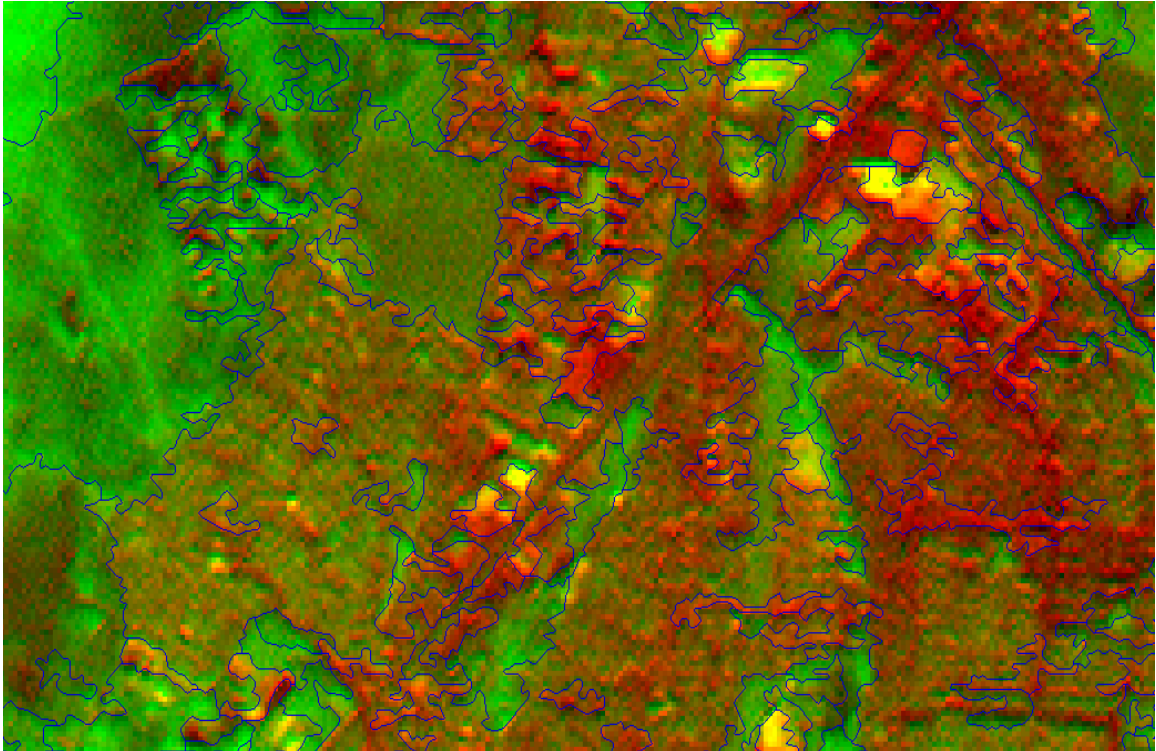


Figura 19. Segmentação $S=12$, $A=40$.



Figura 20. Classificação por regiões.

Referências

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **Satélites de Monitoramento.**

Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013. Disponível em:

<<http://www.sat.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 19 set. 2014

GONZALEZ, R. and WOODS, R. **Processamento Digital de Imagens.** Pearson, 3ª Ed. 2010.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres** (Tradução da Segunda Edição). São José dos Campos, Parêntese Editora, 598p. 2009.