

ANÁLISE QUALITATIVA DO MOSAICO DAS IMAGENS DO SENSOR HIPERESPECTRAL HSS

Leidiane do Livramento Andrade^{1,2}, Ruy Morgado de Castro¹, Jójhy Sakuragi²

¹IEAv – Instituto de Estudos Avançados
Rod. Tamoios, km 5,5 – CEP 12228-840 – São José dos Campos – SP
{leidiane.andrade; rmcastro}@ieav.cta.br

²UNIVAP – Universidade do Vale do Paraíba
Rua Dr. Tertuliano Delphim Júnior, 181 – CEP 12246-080 – São José dos Campos – SP
jojhy@univap.br

Resumo: Neste trabalho é analisada a qualidade radiométrica do mosaico das imagens do sensor *Hyperspectral Scanner Systems* (HSS) utilizando recortes de imagens resultantes de duas faixas adjacentes de um imageamento da cidade de São José dos Campos. Para tanto, foram analisados diferentes alvos em diversas áreas dos recortes e posteriormente da imagem originada pelo mosaico dos recortes de forma a verificar a ocorrência de alterações na resposta radiométrica dos mesmos alvos nas diferentes etapas de processamento da imagem do sensor HSS. Além desta, também foi analisada a influência da aplicação de ajuste para suavização da linha de ligação nos dados radiométricos da imagem. Os resultados apresentados, limitados ao alvo Grama, comprovam que as alterações radiométricas oriundas da mosaicação não são significativas, mas que a utilização do processo de suavização da linha de ligação deve ser avaliado para cada finalidade de uso.

Palavras-chave: HSS, aerolevantamento, mosaico, resposta espectral.

Área do Conhecimento: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento.

Introdução

O sensoriamento remoto vem adquirindo crescente importância, tanto no âmbito governamental quanto privado, devido à necessidade de estudo das modificações impostas ao meio pela atividade humana. Assim, um crescente número de modernos e sofisticados sistemas sensores capazes de gerar imagens em diferentes resoluções espaciais, espectrais e radiométricas são disponibilizados e passam a fornecer informações altamente atualizadas e, a partir destas, é possível organizá-lo de forma a melhorar o manejo dos recursos naturais, o uso da terra e a proteção do ambiente. Neste estudo o sensor remoto utilizado foi o

aerotransportado *Hyperspectral Scanner System* (HSS) é, segundo Moreira et. al. (2004), que um espectrômetro imageador com possibilidade de aquisição de imagem em 50 canais, abrangendo as regiões do visível (VIS) ao infravermelho termal (TIR). Este sensor é do tipo varredura em linha, constituído por um espelho giratório que “varre” a superfície imageada e focaliza a radiação eletromagnética proveniente do solo sobre um detector. Assim a imagem é construída pixel a pixel a cada variação da posição do espelho.

Outra importante característica deste sensor refere-se à resolução espacial que é definida de acordo com as características do voo e das configurações do sensor. Esta resolução espacial influencia diretamente na largura da faixa imageada e conseqüentemente, para o recobrimento total de

uma área de estudo extensa é necessária mais de uma faixa de imageamento.

Para estes casos é necessária a mosaicação das imagens resultantes das faixas do aerolevantamento. A finalidade é juntar duas (ou mais) imagens para gerar uma maior, a partir de registro e/ou georreferenciamento. Como este procedimento é muito utilizado para sensoriamento remoto orbital e fotografias aéreas, mas pouco desenvolvido para imagens oriundas de sensor hiperespectral do tipo varredura de linha e aerotransportado, este trabalho tem por objetivo analisar a qualidade do mosaico gerado de imagens oriundas deste sensor realizado por Andrade et.al (2007) e qual a influência de um ajuste radiométrico na linha de ligação das imagens.

Materiais e Métodos

Neste estudo foram utilizadas imagens adjacentes resultantes das faixas de um imageamento ocorrido na cidade de São José dos Campos no dia 30 de maio de 2006. Devido às características do voo e da varredura do sensor a resolução espacial foi de 2,7m, com 60% de sobreposição entre as faixas.

Em todo o processo, tanto de preparação quanto para a análise propriamente dita, foi utilizado o software ENVI 4.3, distribuído pela SulSoft.

O método de mosaicação utilizado foi o método “Mosaicking - Pixel Based” que é a junção

das imagens manualmente devido à qualidade visual da junção, adaptado por Andrade et.al (2007), o qual iniciou-se com o recorte da imagem com finalidade de reduzir seu tamanho e, conseqüentemente, reduzir a influência das distorções dos pixels das bordas devido ao ângulo de visada do sensor (86°). Entretanto, não foi reduzido o número de bandas (50 bandas) uma vez que elas fazem parte dos dados utilizados para a análise radiométrica do mosaico. Após estes procedimentos a imagem foi georreferenciada e posteriormente mosaificada com o recorte de uma

imagem adjacente que passa pelo mesmo processo. Parte do processo de mosaicagem pode ser observada na composição RGB do recorte da imagem A na Figura 1.

Para melhorar a sensação de descontinuidade na ligação entre as imagens, foi realizada uma suavização da linha de ligação por meio de ajuste radiométrico.

Após a mosaicagem, a imagem final foi novamente georreferenciada, uma vez que pelo método citado o mosaico perde o georreferenciamento.

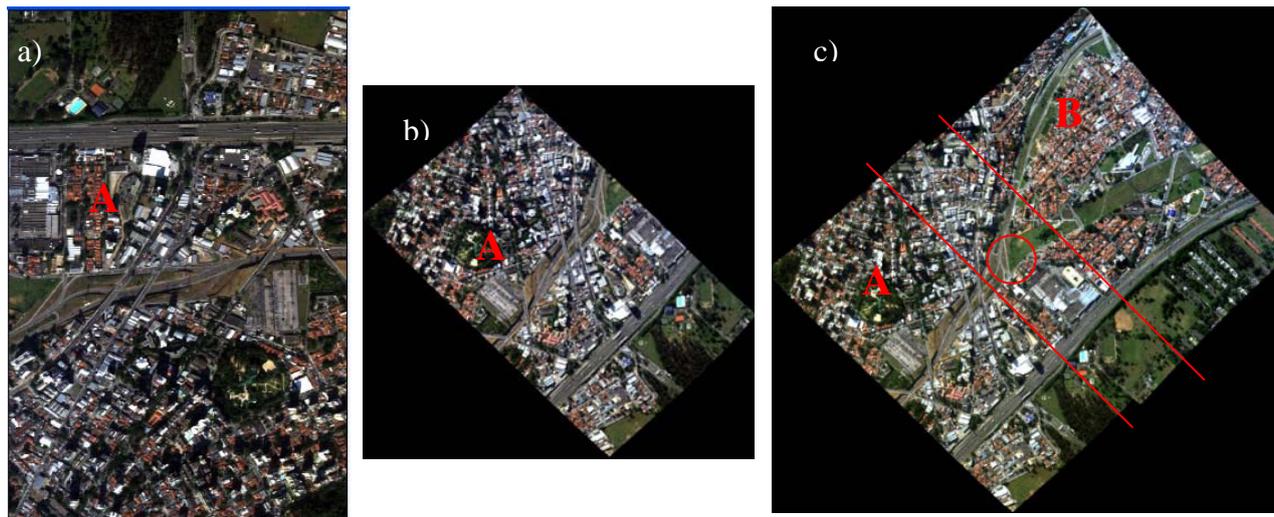


Figura 1: Composição RGB (8,5,2) do recorte das imagens resultantes do imageamento e do mosaico. a) Recorte da imagem A, original. b) Recorte da imagem A, georreferenciada. c) Mosaico do recorte da imagem A com a imagem B (adjacente da imagem A).

Para realizar a análise qualitativa do mosaico, foram escolhidos alvos representativos na linha de ligação entre os recortes (entre as duas linhas paralelas observadas na Figura 1c) além de outros aleatoriamente na área de cada recorte.

Estes alvos, compostos por diversos *pixels*, tiveram suas respostas espectrais comparados em cada fase de processamento dos recortes e todas as bandas do sensor. Para demonstrar os resultados obtidos, foi utilizado o alvo Grama, demarcado por um círculo na Figura 1c, cujo espectro radiométrico é apresentado nos gráficos de resposta espectral do alvo Grama (Figuras 2a e 2b).

Segundo Moreira (2002), o comportamento espectral da vegetação sadia, ou seja, fotossinteticamente ativa, apresenta alta absorção da energia eletromagnética na região do espectro visível, com refletância máxima da ordem de 10%, na região do verde (0,55 μ m).

Entre $\sim 0,7$ e $\sim 0,8 \mu$ m, ocorre um brusco aumento da refletância (reflete a transição entre a baixa resposta do visível para os altos valores no infravermelho próximo, e é conhecida como região da borda vermelha bem característica da vegetação sadia. A alta refletância no infravermelho próximo (até 1,3 μ m) é devido a

estrutura celular, sendo que a partir deste comprimento de onda há um gradual decréscimo da refletância em algumas bandas devido ao conteúdo de água na vegetação.

Resultados

As análises de dispersão dos dados foram feitas considerando que o comportamento do alvo é homogêneo. Portanto e a dispersão dos dados é proveniente do sistema sensor.

A partir da análise dos gráficos de resposta espectral do alvo Grama (figuras 2a e 2b) verifica-se que a dispersão dos dados está dentro das estimativas (médias e desvios padrões) encontradas na avaliação em laboratório do sensor HSS realizada por Castro et. al. (2007), indicando um bom funcionamento do sensor. Apesar de apresentar uma elevada dispersão no comprimento de onda 3,2 μ m (Figura 2b), esta pode estar associada à banda de absorção do vapor d'água (H₂O), um dos principais absorvedores da radiação solar na região do Infravermelho, como também à baixa refletância da superfície neste comprimento de onda, uma vez que o pico de emissão da superfície está em 10 μ m, observado em Schott (1997), o que faz

do comprimento de onda de ~3 a ~7 μ m mais adequado para detecção de queimadas devido à

alta emissão nesta faixa do espectro.

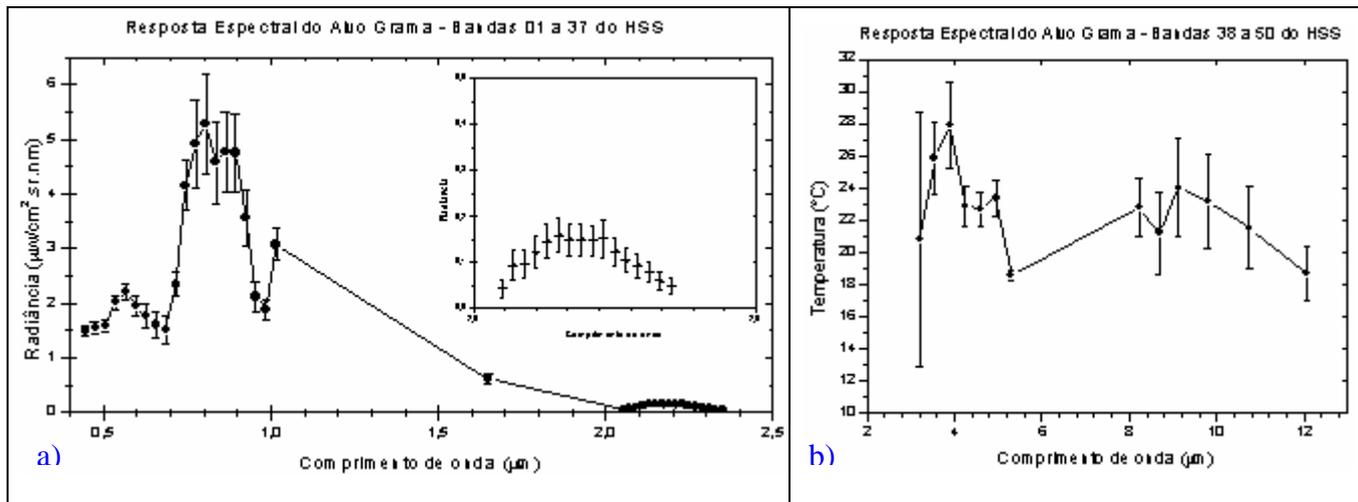


Figura 2: Gráficos de resposta espectral do alvo Grama. a) Resposta espectral do alvo Grama na faixa de ~0,4 a ~2,4 μ m (visível e infravermelho próximo). b) Resposta espectral do alvo Grama na faixa de ~3,2 a ~12,0 μ m (infravermelho médio e infravermelho termal).

Para a comparação do alvo Grama nas diversas etapas do processamento para o mosaico, foram estipuladas análises para os seguintes recortes: 1) IMG A (Figura 1a) e IMG B – recortes sem georreferenciamento; 2) GEO A (Figura 1b) e GEO B – recortes já georreferenciados; e 3) Mosaico com suavização da linha de ligação (Figura 1c).

Não foram realizadas correções devido à atmosfera, nem tampouco foram usados valores das emissividades dos alvos em análise, visto que os alvos escolhidos nas duas faixas eram os mesmos e o imageamento destas faixas foi realizado com um intervalo de tempo inferior a 15 minutos, podendo assim considerar que as condições atmosféricas se mantiveram estáveis.

Ao comparar a média e a dispersão dos dados em cada fase de processamento dos recortes para o mesmo alvo, como, por exemplo, numa composição RGB, com as bandas 8, 5 e 2 respectivamente, como pode ser observado na Figura 3a, verificou-se que estas estavam compatíveis umas com as outras, demonstrando que o georreferenciamento não causa alterações significativas dos valores de radiância (médias e desvios padrões).

O processo de suavização da linha de corte deve ser avaliado em cada situação, pois este atenuou os valores de radiância da linha de ligação do mosaico nas bandas 2 e 5, mas para as demais bandas realizou uma média dos valores de radiância com os dois recortes.

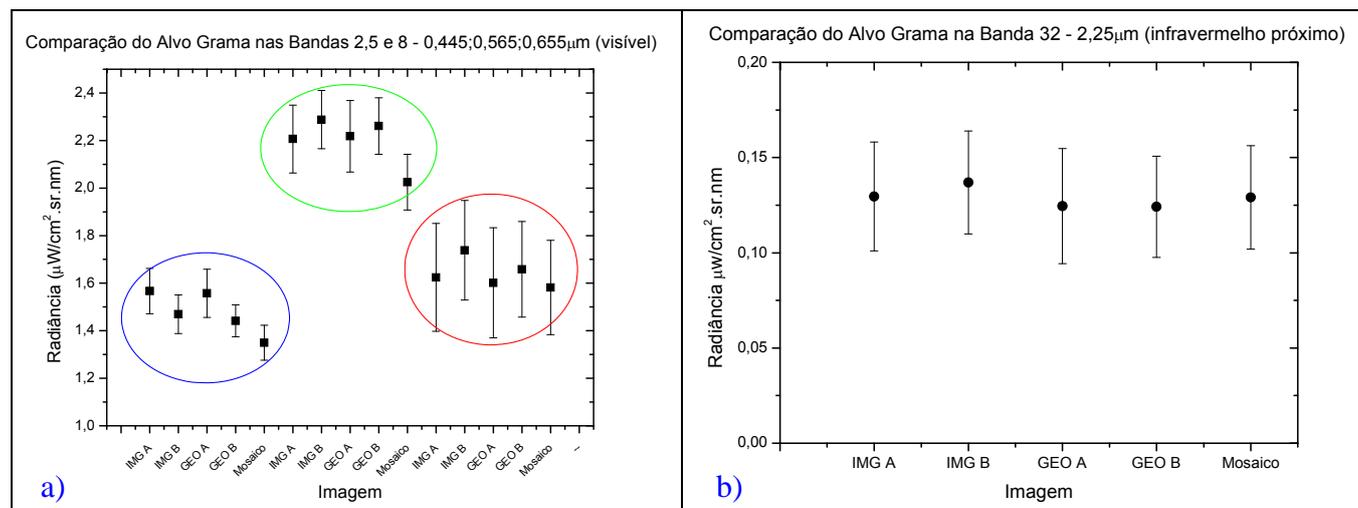


Figura 3: Comparação do Alvo Grama em diferentes bandas nos recortes originais e georreferenciados das imagens e no mosaico dos recortes. a) Comparação do Alvo Grama para a composição R,G,B mais comumente utilizadas as bandas 8, 5, 2 - visível. b) Comparação do Alvo Grama para a banda 32 no infravermelho próximo.

Também foram comparadas bandas no infravermelho próximo (banda 32 – 2,25 μm) e observou-se que apesar de apresentar uma maior desvio padrão, estes também estavam compatíveis, inclusive sua média como pode ser observado ao analisar a Figura 3b.

Da mesma forma ocorreu para a os dados de radiância no infravermelho médio (banda 42 – 4,6 μm) e para os dados de temperatura,

utilizando, por exemplo, a banda 48 – 9,8 μm como fonte de dados (Figuras 4a e 4b respectivamente), verificou-se que a média e a dispersão dos dados também não sofreram alterações significativas pelo processo de mosaicagem dos recortes nem pelo ajuste radiométrico realizado para suavização da linha de ligação dos recortes.

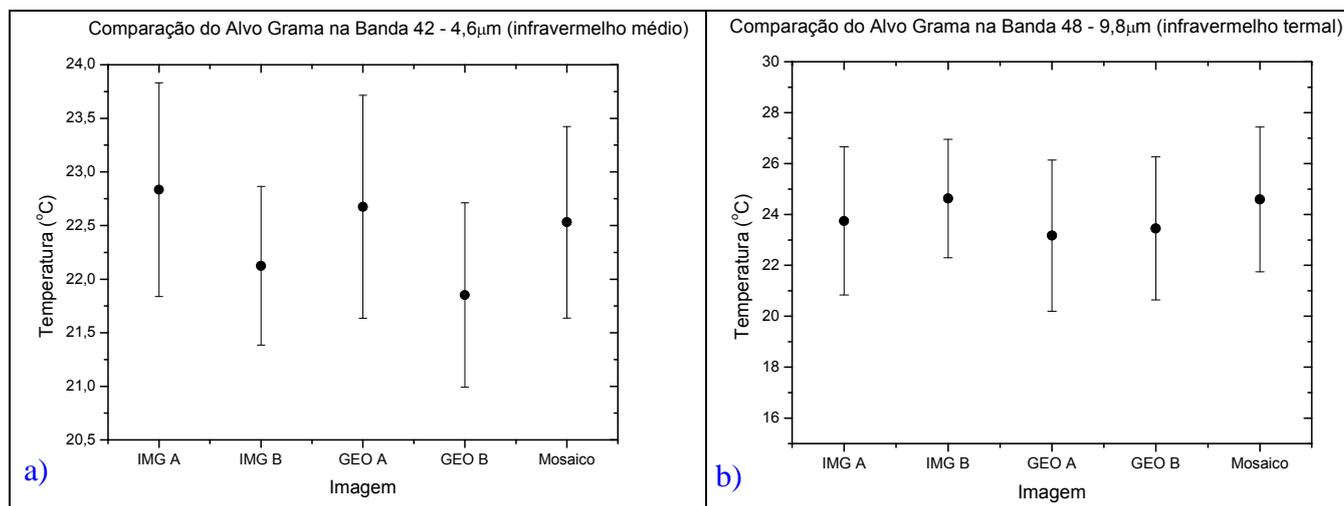


Figura 4: Comparação do Alvo Grama em diferentes bandas nos recortes originais e georreferenciados das imagens e no mosaico dos recortes. a) Comparação do Alvo Grama para a banda 42 no infravermelho médio. b) Comparação do Alvo Grama para a banda 48 no infravermelho termal.

Conclusão

Ao comparar a média e a dispersão dos dados em cada fase de processamento dos recortes para o mesmo alvo, verificou-se que estas são compatíveis, demonstrando que não ocorreram alterações significativas dos valores de radiância pelo processo de mosaicagem dos recortes.

O processo de ajuste radiométrico realizado para suavização da linha de ligação dos recortes realizou uma média dos valores de radiância cuja dispersão dos dados foram compatíveis com os valores dos dois recortes, embora tenha provocado uma atenuação dos valores de radiância para algumas bandas. Nestes casos a aplicabilidade da suavização da linha de ligação deve ser verificada de acordo com o objetivo do mosaico.

Para uma análise completa da amplitude dos desvios padrões de cada alvo e em cada banda, devem ser considerados o tipo de material do alvo estudado, as correções atmosféricas necessárias para minimizar a transformação da radiação da superfície pela atmosfera, as aproximações adotadas e os erros introduzidos no processo de aquisição do sinal.

Referências Bibliográficas

- ANDRADE, L.L.; CASTRO, R.M; ZALOTI Jr., O.D.; FRÔES, R.P. **Mosaico de Imagens do Sensor Hiperespectral HSS**. In: Simpósio de Iniciação Científica do IEAv – SICI, 1., São José dos Campos, 2007.
- CASTRO, R.M., MOREIRA, R.C., ESPOSITO, E.S.C. **Avaliação em laboratório do sensor HSS**. In.: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 13., Florianópolis, 2007. Anais. São José dos Campos: INPE, p. 6443-6448. 2007.
- MOREIRA, R.C. **Espectroscopia por Imageamento**. CTA/IEAv – Instituto de Estudos Avançados. São José dos Campos, 2002.
- MOREIRA, R.C.; CASTRO, R.M; ESPOSITO, E.S.C.; LUCCA, E.V.D. **Sensor hiperespectral HSS: sumário das características técnicas**. In.: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 12., Goiânia, 2005. Anais. São José dos Campos: INPE, p. 4517-4524. 2004.
- SCHOTT, J.R. **Remote Sensing: The Image Chain Approach**. New York. Oxford University Press, p.84, 1997.