

Comparação de sensores hiperespectrais terrestre e aéreo para estudos ambientais

Jessica Saldanha Souza¹
Marcos Rafael Nanni²
Taiana Loan de Lima Campos¹
Rafael Moreno Campos¹
Luis Guilherme Teixeira Crusiol¹
Guilherme Fernando Capristo Silva¹
Renato Henrique Furlanetto¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM/PGA
Avenida Colombo, 5790 – 87020-900 - Maringá – PR – Brasil
{jessicasaldanha.souza, rafaelmorenocampos}@gmail.com; {taianacampos,
luisguilherme_crusiol, renatohfurlanetto}@hotmail.com; capristouems@yahoo.com.br

² Universidade Estadual de Maringá – UEM/DAG
Avenida Colombo, 5790 – 87020-900 - Maringá – PR – Brasil
marcos.nanni@gmail.com

Abstract. Using the hyperspectral imaging sensor AisaFENIX - SPECIM - Spectral Imaging - aerial assessment were conducted with several objectives, among them, relate and compare the spectral behavior of specific targets contained in the images generated by the sensor with data acquired at the field level. The flights were performed on May 1st and 2nd of 2016. At Maringá State University (Universidade Estadual de Maringá - UEM), which was inserted on the flight paths, images were collected from different targets (six colored tarps- red, green, blue, yellow, dark gray and light gray - and a barium sulphate plate, developed to be used as a standard) that were laid in an open area. At the same moment of the acquisition of the images, data were collected in the field using a calibrated sensor, FieldSpec 3 spectroradiometer - ASD Inc. Geometric and radiometric corrections of the images obtained by the AisaFENIX sensor were performed in CaliGEO-PRO software. After initial processing, targets radiance data were collected, which were compared and correlated with the field data. For all targets we obtained high values for the coefficient of determination ($R^2 = 0,96$ to $0,99$) and Pearson correlation coefficient ($r = 0,98$ to $0,99$) and also significance in “Student's t-test” ($\alpha = 0,05$). The results indicate that statistical models can be developed to calibrate the images generated by the hyperspectral sensor AISAfenix using the spectroradiometer FieldSpec 3.

Palavras-chave: AisaFENIX, hyperspectral images, environment, spectroradiometry.

1. Introdução

Os sensores hiperespectrais começaram a ser desenvolvidos a partir de 1980 pela National Aeronautics and Space Administration, desde então esta tecnologia vem sendo aprimorada, tornando-se mais acessível a usuários que necessitam de uma maior qualidade espectral Goetz et al. (2009).

Um sensor hiperespectral permite a aquisição de medidas em pelo menos 100 bandas contíguas, na região compreendida entre o visível e o infravermelho, permitindo uma análise detalhada e quantitativa de cada pixel contido na imagem Brook et al. (2011) e Novo (2010).

Estudos utilizando imagens hiperespectrais veem se tornando uma pratica cada vez mais habitual, onde bons resultados estão sendo alcançados em diversas áreas que utilizam desta tecnologia. O sensoriamento remoto hiperespectral tem como algumas aplicações o mapeamento da vegetação, caracterização de poluição urbana, avaliação de áreas degradadas, agricultura de precisão, mapeamento geológico e pedológico de detalhe e exploração mineral Souza Filho (2004).

Segundo Souza Filho (2004) sensores hiperespectrais tem um alto potencial para obter detalhes sobre as propriedades físico-químicas dos materiais presentes nas imagens geradas

pelos sensores, como exemplo é possível identificar a composição química/bioquímica, grau de cristalinidade e morfologia de minerais presentes na superfície imageada.

Atualmente existem dois tipos de sensores hiperespectrais: os orbitais e os aerotransportados. Entre os sensores orbitais, o mais completo sensor em operação é o Hyperion que opera nas faixas do visível e infravermelho próximo (0,4 a 2,5 μm) com uma alta resolução espectral, já sua resolução espacial fica reduzida a 7,5 km de largura.

Dos sensores aerotransportados existentes destaca-se, neste trabalho, o sensor AisaFENIX, operando também nas faixas do visível e infravermelho próximo (0,38 a 2,5 μm) e podendo chegar a 1,0 m de resolução espacial com altitude de voo de 660 m.

Por ser um sensor recentemente adquirido pela UEM, foram realizados testes de campo e laboratório para avaliação da consistência dos dados, haja vista não existirem trabalhos de calibração deste sensor no território nacional. Neste sentido, foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar os dados obtidos pelo sensor hiperespectral aerotransportado em condições de campo.

2. Metodologia de Trabalho

Para a geração da imagem utilizada neste trabalho, foi realizado um voo na cidade de Maringá –PR, mais precisamente na UEM, nas coordenadas geográficas 23° 24' 10.20" latitude Sul e 51° 56' 45.00" longitude Oeste, nos dias 01 e 02 de maio de 2016. Para a tomada das imagens foi utilizado o sensor aerotransportado AisaFENIX, do fabricante Spectral Imaging (www.specim.fi).

Em um campo aberto, sem influências de sombras de vegetação ou de prédios próximos, foram dispostas lonas nas cores azul, verde, vermelho, amarelo, cinza escura e cinza claro, também foi inserida no campo uma placa pintada com sulfato de bário dissolvido apenas em água. O sulfato de bário tem alta capacidade refletiva, podendo ser utilizada como padrão.

No campo, simultaneamente ao voo, foram realizadas leituras de radiância das lonas e da placa BaSO₄ utilizando o espectroradiômetro FieldSpec-3, com sensor ASD que opera nas regiões do visível e infravermelho (0,35 a 2,5 μm). Foram realizadas dez leituras em cada lona e na placa, e destas calculou-se a média para minimização de possíveis erros no campo. Na Figura 1 são mostradas as lonas e a placa BaSO₄ estendidas no campo no momento da tomada das imagens.

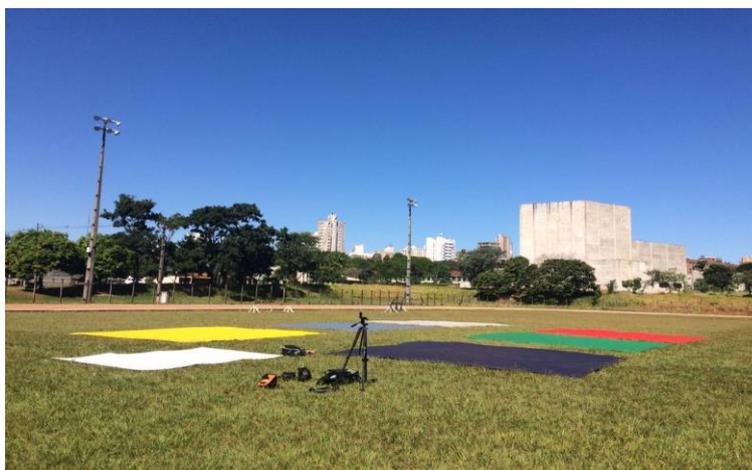


Figura 1 – Lonas e placa de BaSO₄ dispostas no campo no momento do voo com o sensor AisaFENIX.

Após a aquisição das imagens, elas foram processadas no software CaliGEO-PRO que realiza correções geométricas e radiométricas nas imagens. Com a correção das imagens, foi escolhida uma imagem que tivesse os alvos que foram dispostos no campo (figura 2). Assim como as leituras feitas no campo também foram coletadas na imagem dez leituras em cada lona e na placa de BaSO₄, aplicando-se uma média para a minimização de erros de leitura ou valores de pixel inadequados.

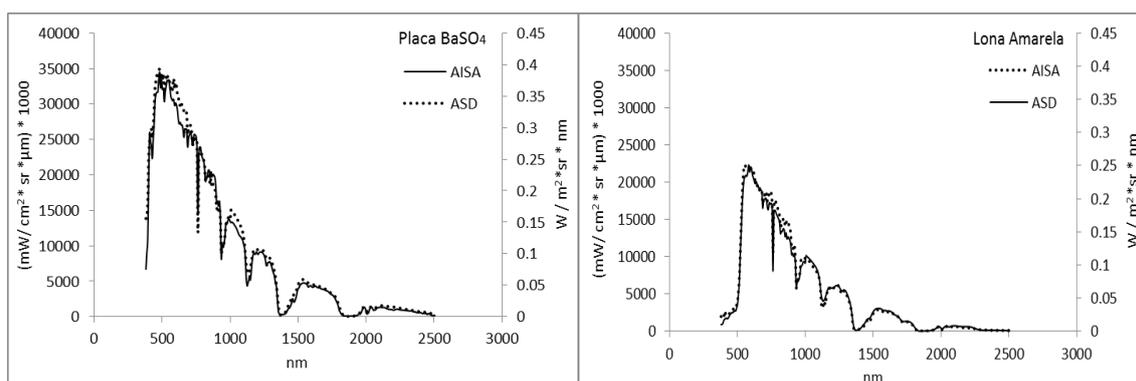


Figura 2 – Imagem gerada pelo sensor AisaFENIX no aerolevantamento realizado na cidade de Maringá.

Após a coleta dos dados os mesmos foram padronizados uma vez que a radiância coletada pelo sensor AisaFenix são expressos em $mW/cm^2 * sr * \mu m * 1000$ e o do FieldSpec são expressos em $W m^{-2} * sr * nm$. Uma vez padronizados, os valores foram incorporados em planilha eletrônica e processados no pacote estatístico sisvar para análise da correlação entre os valores de radiância coletados na imagem e os valores de radiância coletados no campo com o espectrorradiômetro, possibilitando estabelecer a qualidade das informações radiométricas dos alvos imageados pelo sensor. Para os dados de radiância coletados dos dois sensores foram calculados o coeficiente de determinação (R^2); para a análise da correlação foi adotado os testes de Pearson e para a análise da significância da correlação foi utilizado o teste “t de Student” ($\alpha = 0,05$).

3. Resultados e Discussão

As curvas espectrais coletas a partir da imagem e a partir das coletas de campo com o FieldSpec estão apresentadas na Figura 3. O comportamento espectral das lonas e da placa de BaSO₄ obtido pela AisaFenix são muito semelhantes aos dados de radiância obtidos no campo com o FieldSpec. Os valores de radiância mais altos foram obtidos para a placa BaSO₄, como já era esperado devido a sua elevada capacidade refletiva.



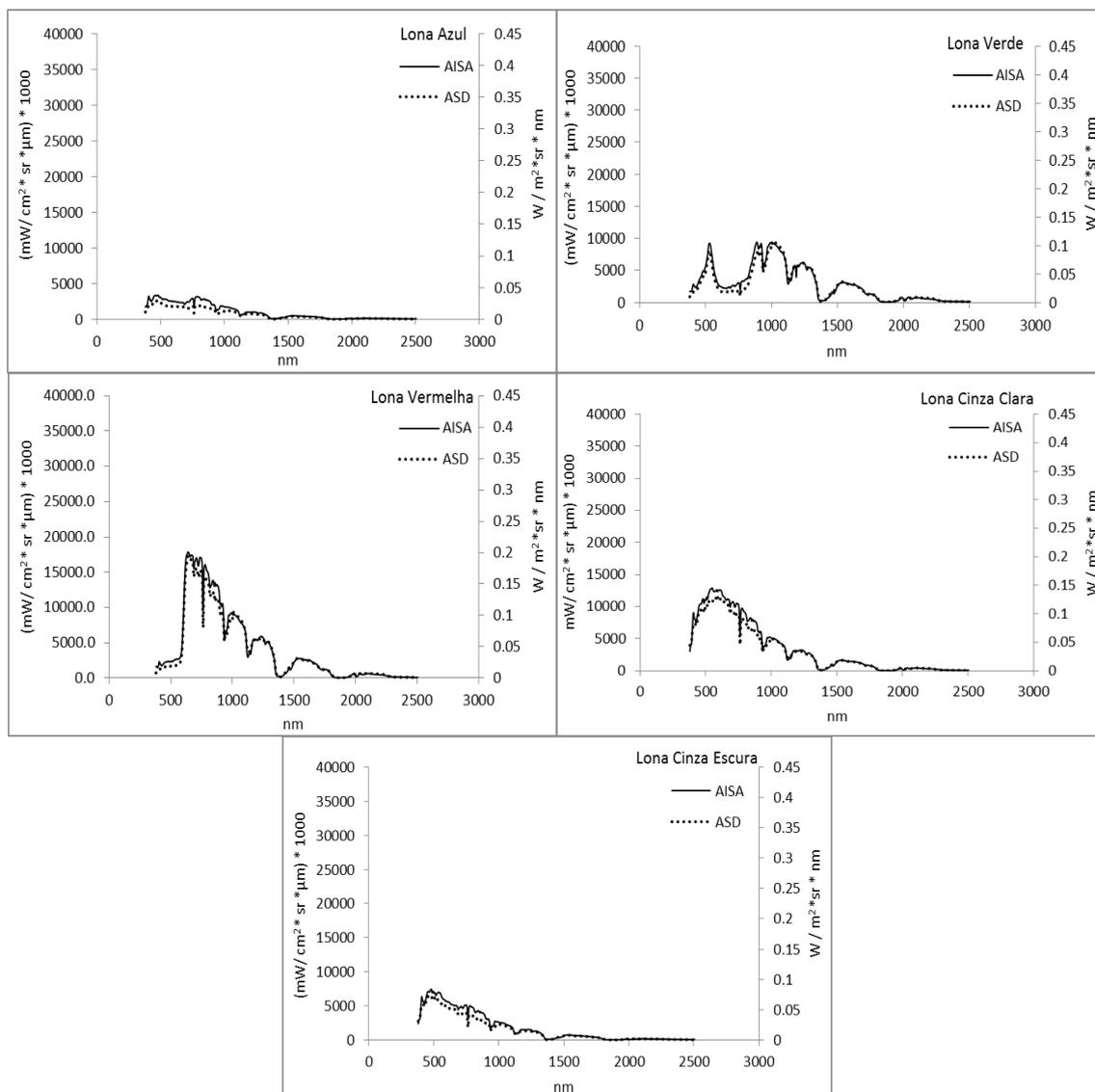


Figura 3 – Comparação entre a radiância geradas a partir de uma imagem do sensor AisaFENIX para a placa de BaSO₄ e as lonas amarela, azul, verde, vermelha, cinza clara e cinza escura e as geradas pelo espectroradiômetro FieldSpec-3.

Os coeficientes de determinação e a equações da reta que demonstram a correlação entre os dados de radiância da imagem e os dados de radiância do campo para as lonas e a placa de BaSO₄ são demonstrados na Figura 4.

Os menores coeficientes de determinação foram para as lonas azul e verde, com R² igual a 0,9812 e 0,9667 respectivamente. A placa BaSO₄ e as lonas amarela, vermelha, cinza clara e cinza escura obtiveram R² superior a 0,99, mostrando altos coeficientes de determinação.

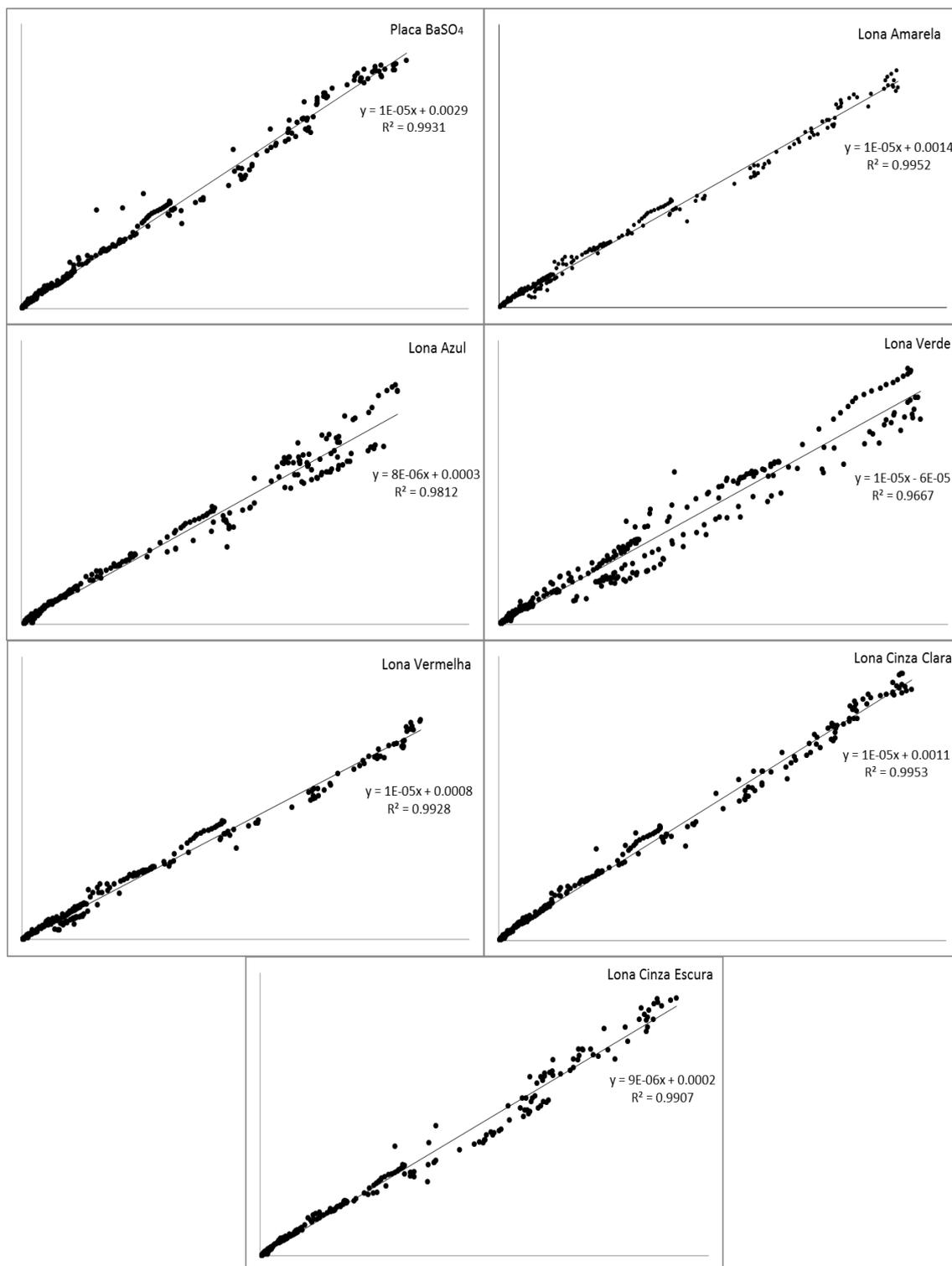


Figura 4 – Correlação entre os dados de radiância das lonas e da placa de BaSO₄, coletados a partir da imagem gerada pelo sensor AisaFENIX e os dados de radiância coletados nos mesmos alvos com o espectrorradiômetro FieldSpec-3.

Com o intuito de avaliar estatisticamente se há correlação entre os dados de radiância coletados na imagem e os dados de radiância coletados no campo foram aplicados aos dados a correlação de Pearson, sendo que quanto mais próximo de 1 o resultado do teste de Pearson, melhor é a correlação entre os dados analisados.

Após o teste de Pearson foi avaliado se os resultados da correlação foram realmente significativos, através do teste t de Student. Considerando 362 amostras de dados com grau de significância de α 0,05, o valor tabelado para t de Student é de 1,96. Para que a correlação fosse considerada significativa os resultados obtidos para o teste t de Student para cada lona e para a placa de BaSO₄ deveriam ser superior a 1,96; como mostra a Tabela 1, a correlação de Pearson foi alta para todos os alvos coletados, mostrando também através do teste t de Student que as correlações foram significativas.

Tabela 1 - Resultados da Correlação de Pearson e teste t de Student para os alvos coletados da imagem e no campo.

Alvos	Correlação Pearson	t de Student
Placa BaSO ₄	0.9965	227.459
Amarela	0.9975	272.803
Azul	0.9905	136.974
Verde	0.9832	102.225
Vermelha	0.9963	222.680
Cinza Clara	0.9976	274.778
Cinza Escura	0.9953	196.069

4. Conclusões

Os dados de radiância obtidos através do sensor AisaFENIX e do FieldSpec-3 tiveram alta correlação em todas as lonas e na placa BaSO₄, mostrando correlação significativa através dos testes estatísticos. Todos os testes mostram que os dados radiométricos das imagens geradas pelo sensor AisaFENIX são confiáveis para a realização de análises e aplicações em diversas áreas. Pretende-se a partir destes estudos realizar nas imagens geradas pelo sensor, correções atmosféricas para que se possa transformar os dados radiométricos em reflectância e obter com maior precisão o comportamento espectral de alvos presentes nas imagens.

A placa de BaSO₄ necessitará de estudos mais avançados. Para que se possa avaliar com maior precisão se é possível que ela seja usada com um padrão ideal de reflectância para os próximos levantamentos com o sensor AisaFENIX.

Agradecimentos

À Financiadora de Estudos e Pesquisa (FINEP) pelo apoio na aquisição do sensor hiperespectral AisaFENIX (convênios 01.12.0185.00 e 01.12.0469.00) e espectroradiômetro FieldSpec-3 (convênio 01.09.1567.00).

Referências Bibliográficas

Brook, A.; Ben Dor, E. Supervised vicarious calibration (SVC) of hyperspectral remote-sensing data. **Remote Sensing of Environment**, 115, 1543-1555. 2011.

Goetz, A. F. H. Three decades of hyperspectral remote sensing of the Earth: a personal view. **Remote Sensing of Environment**, 113, S5-S16. 2009.



Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4.ed. São Paulo: Blucher, 2010.

Souza Filho, C. R. Sensoriamento Remoto Hiperespectral. 2004. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2004/08/23/sensoriamento-remoto-hiperespectral/>>. Acesso em: 16 nov. 2016.