

Comparação das áreas de queimada obtidas através de dados de campo e de dados do sensor CCD/CBERS 2

Gabriel Pereira¹
Elisabete Caria Moraes¹
Egídio Arai¹
Luís Gonçalves Longo de Oliveira¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil
{gabriel, bete, luis, egidio}@itid.inpe.br

Abstract. The main objective of this work is to estimate the total burning area occurred in Centro Técnico Aeroespacial (CTA), near Brazilian's National Institute for Space Research (INPE), São José dos Campos, São Paulo State. The area calculated from the sensor CCD on China-Brazil Earth-Resources Satellite (CBERS 2) image was compared with the ground measurements performed in the field using a global positioning system (GPS) with 15 m accuracy. The reflectance factors of the burning area measured with a FieldSpec Pro FR spectroradiometer were also analyzed. The results demonstrate a low reflectance in the visible electromagnetic spectrum, with a mean of 4%, in the near infrared and short wave Infrared the reflectance factors increase reaching 17%. The area obtained from CCD/CBERS 2 image was 6.54% smaller than the ground measured area.

Palavras-chave: Biomass burning, CCD/CBERS 2, remote sensing estimation, queimadas, CCD/CBERS 2, estimativas através de sensoriamento remoto.

1. Introdução

Queimadas ocorrem por todo o mundo com impactos locais sobre o uso da terra, produtividade, transportes, biodiversidade, e com impactos regionais e globais, relacionados a processos bioquímicos, hidrológicos e atmosféricos (Roy, 2002).

As queimadas são controladas, principalmente, por fatores como o clima, condições da vegetação e atividade humana, os quais estão intrinsecamente relacionados (Justice et al., 1993). Andreae e Merlet (2001) e Kaufman et al. (2005) caracterizam as queimadas como agentes lançadores de grandes quantidades de gases radiativamente ativos e aerossóis carbonáceos, que influenciam significativamente no balanço radioativo terrestre, e outros gases, que afetam os processos químicos que ocorrem na atmosfera.

Christopher (2001) destaca que os efeitos radiativos direto provocados pelos aerossóis carbonáceos ocorrem por estes atuarem como elemento absorvedor e espalhador da radiação solar, e que os efeitos indiretos são ocasionados pela influência dos aerossóis na formação de nuvens. Moraes et al. (2004) verificou que o efeito dos aerossóis carbonáceos apresenta maior influência no balanço de radiação do que efeito ocasionado pela emissão dos gases do efeito estufa liberados na queima de biomassa. Portanto, a queima de biomassa atua como forçante radiativa, alterando o balanço de radiação e, conseqüentemente, o balanço climático.

Esta evidência originou a necessidade do desenvolvimento de instrumentos legais internacionais sobre a questão da mudança climática, acarretando a criação da Convenção – Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, e a adoção do Protocolo de Kyoto. Este estabelece, para os países que o assinaram, metas de redução da liberação dos gases do efeito estufa, objetivando a estabilização de suas concentrações na atmosfera (Miguez, 1999). Segundo a Convenção Quadro das Nações Unidas muitos países assumiram o compromisso de desenvolver e atualizar, periodicamente, inventários nacionais das emissões antrópicas dos gases de efeito estufa (MCE, 2002).

O Brasil possui grande incidência de queimadas, emitindo anualmente, toneladas de aerossóis carbonáceos e gases do efeito estufa. Muitas vezes a queima de biomassa decorre da prática humana, que pode ser configurado como crime, segundo a legislação ambiental vigente. A queimada antropogênica, que afeta o Brasil e vários países de clima tropical, intensificou-se nas últimas décadas, o que tem causado grandes prejuízos, como danos à saúde humana e perdas de fauna e flora (França, 2005).

O sensoriamento remoto orbital, com suas características de visão sinóptica de grandes áreas, alta eficiência de atualização de informações sobre a mesma área e relativo baixo custo, atualmente representa a principal alternativa tecnológica que auxilia na detecção, no dimensionamento e no entendimento dos processos de queimada.

O *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), sensor a bordo da plataforma orbital Terra, lançada pela NASA como parte do programa *Earth Observation System* (EOS), é um exemplo disso, pois conta com uma série de produtos “Fogo” que, diariamente, ajudam no monitoramento e detecção de grandes queimadas.

Visto a influência das queimadas como mecanismos de mudança de clima e o potencial do sensoriamento remoto como tecnologia de detecção e de produção de conhecimento nesta área, o presente trabalho pretende estudar a possibilidade de detecção de pequenas queimadas através de imagens CBERS. Neste contexto estudou-se a queimada ocorrida na área do CTA no dia 22 de agosto de 2006 utilizando-se as imagens CCD do CBERS 2 e os resultados estimados foram comparados com as medidas realizadas em campo.

2. Caracterização e localização da área de estudo

Pertencente ao CTA e próximo ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a área queimada no dia 22 de agosto de 2006, encontra-se localizada no município de São José dos Campos no Estado de São Paulo (SP), entre as coordenadas 23°11'50''S e 43°53'30''W, e 23°14'52''S e 43°50'03''W. Observa-se na **Figura 1** que a área queimada foi de 54,78ha, sendo que a área onde ocorreram as medidas de campo, assinalada com o número 1, correspondeu a aproximadamente 14,83 ha, representando 27,07% da área total queimada.

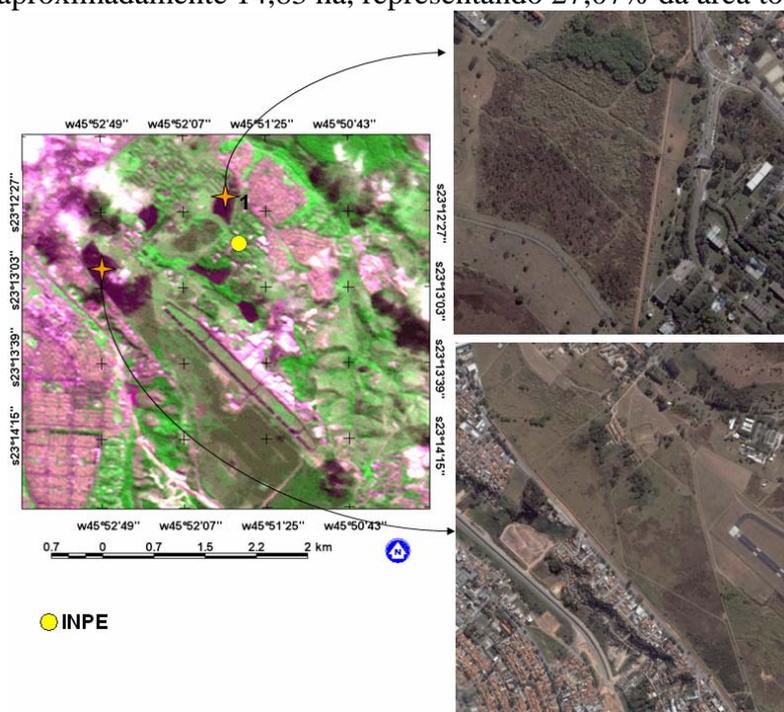


Figura 1 – Área de estudo em São José dos Campos. Imagens CBERS a esquerda (Composição 2B, 3R, 4G) e imagens extraídas do *Google Earth* a direita.

3. Materiais e Métodos

O programa de geoprocessamento utilizado neste trabalho foi o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Através deste programa a imagem do sensor CCD/CBERS 2 do dia 23/08/2006 foi georeferenciada utilizando a base geocover disponibilizada pela *Global Land Cover Facility*, que apresenta uma acurácia média de 75 m (GLCF, 2004).

Os 200 pontos inseridos no banco de dados e utilizados para a delimitação da área queimada foram coletados pelo receptor GPS de navegação Garmin com 12 canais paralelos e acurácia de 15m, que tiveram suas localizações transladadas e transformadas em um polígono cuja área foi calculada (**Figura 2**).

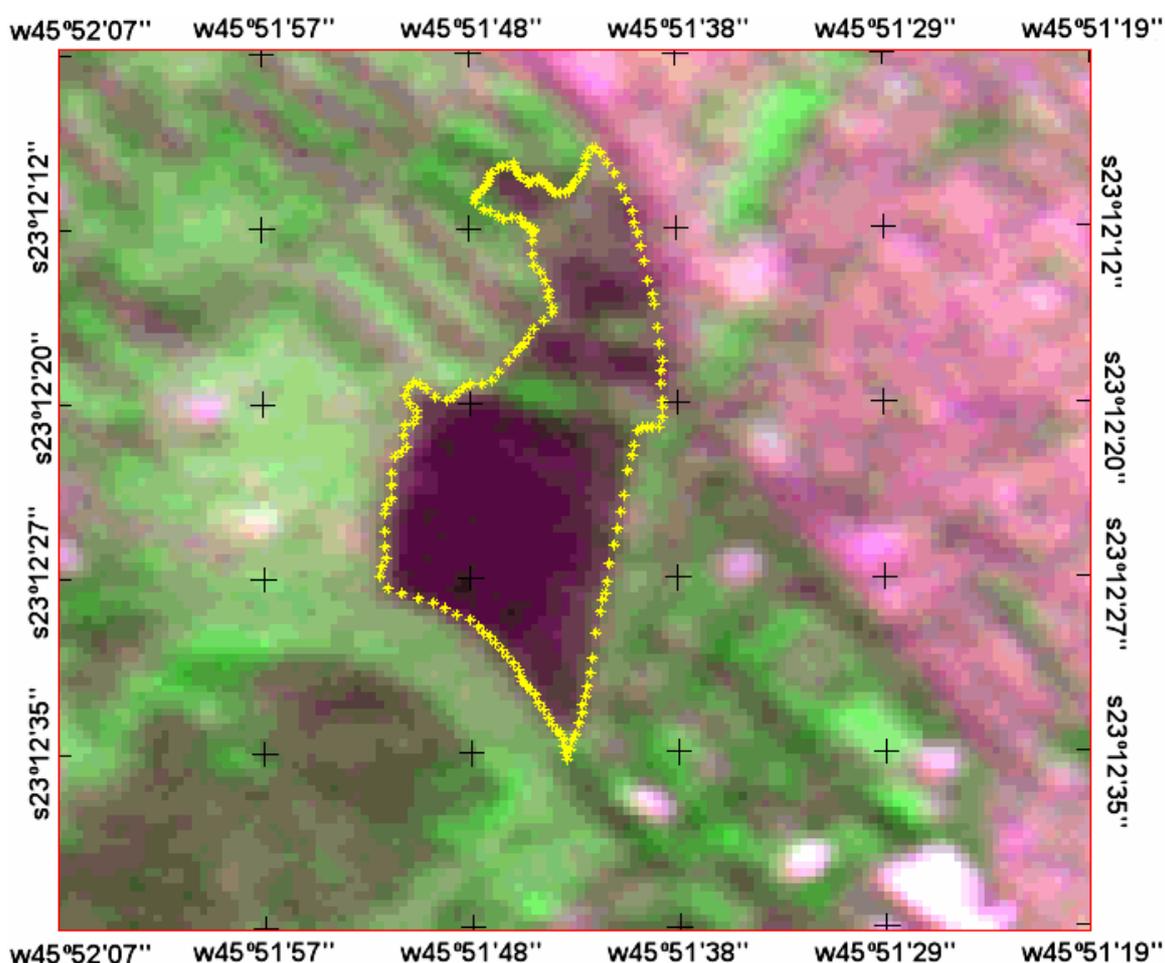


Figura 2 – Área queimada no CTA. Os pontos em amarelo representam os dados de GPS coletados em campo.

Os dados radiométricos foram coletados utilizando o espectrorradiômetro FieldSpec Pro II, fabricados pela empresa Analytical Spectral Devices. Tais espectrorradiômetros possuem intervalo espectral de 350 a 2500 nm, resolução espectral variando de 3 a 10nm e tempo para aquisição de dados de aproximadamente 1/10 de segundo por espectro. Os fatores de reflectância para os diversos pontos coletados na área queimada foram calculados utilizando-se como superfície lambertiana a placa *Spectralon 11*, que apresentou reflectância espectral de aproximadamente 100% em todo o espectro solar.

4. Resultados e Discussão

A **Figura 3** mostra o fator de reflectância (FR) para os pontos medidos na área queimada do CTA, próximo ao INPE. A queimada apresenta valores de FR muito baixos na região do visível, o que proporciona a cor escura visualizada nas imagens de satélite.

Os valores altos de FR encontrados no ponto 3 são característicos da fuligem branca, onde a fase de chama consumiu praticamente todo o carbono disponível na vegetação. Assim, com a diminuição dos materiais orgânicos o FR alcançou valores entre 27 a 35% no visível e entre 40 a 42% no infravermelho próximo e no infravermelho médio solar (SWIR).

Em geral, o fator de reflectância da queimada apresenta seus menores valores no visível e, à medida que vai se deslocando para comprimentos de onda maiores e de menores frequências, estes valores tendem a aumentar, principalmente, devido à contribuição do solo e da própria natureza físico-química da biomassa queimada.

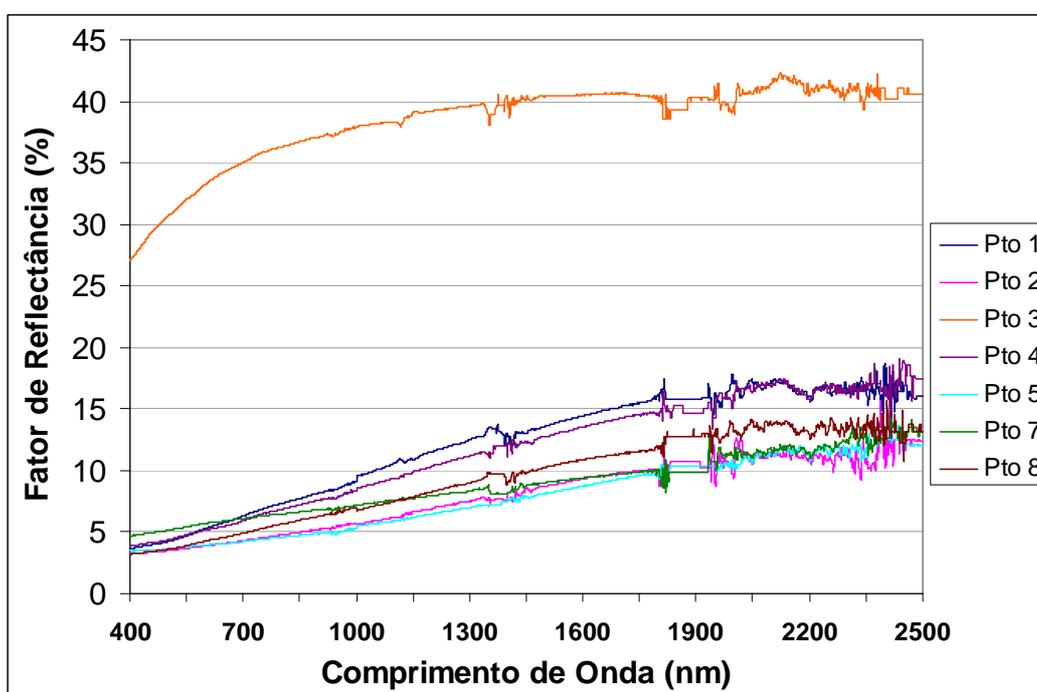


Figura 3 – Gráfico do fator de reflectância para os pontos coletados na área queimada do CTA.

Quando se simula os valores de reflectância média para a queimada nas bandas do azul ($0,45 - 0,52\mu\text{m}$), verde ($0,52 - 0,59\mu\text{m}$), vermelho ($0,63 - 0,69\mu\text{m}$) e infravermelho próximo ($0,77 - 0,89\mu\text{m}$), referentes às faixas espectrais do sensor CCD/CBERS, obtém-se os valores de 4,02%, 4,42%, 5,04 e 6,10%, respectivamente. Estes baixos valores de reflectância de superfície para os pixels analisados, permitem ao algoritmo de classificação uma grande distinção de áreas queimadas e áreas não-queimadas, confundido-as poucas vezes com corpos de água nas faixas do espectro visível.

A **Figura 4** mostra que nem todas as áreas onde foram coletados os pontos de GPS encontram-se plenamente queimadas. Como a vegetação é composta desde gramíneas até formações arbóreas, em muitos casos as chamas não são suficientemente altas para queimar as copas das árvores, porém, a vegetação herbáceo-arbustiva abaixo é completamente consumida. Esta característica faz com que em algumas regiões de influência da queimada apareçam como se não tivessem sido queimadas nas imagens orbitais.

Ao se calcular a área queimada total medida em campo, com o auxílio do GPS de navegação, obteve-se o valor de 14,83 ha. Este valor foi muito próximo daquele obtido pelo cálculo da área estimada através do sensor CCD/CBERS. Ao se eliminar os efeitos de copas das árvores, obteve-se para as medidas de campo o valor da área queimada de 13,44 ha, enquanto que a área estimada através do CCD/CBERS apresentou o valor de 12,56 ha.

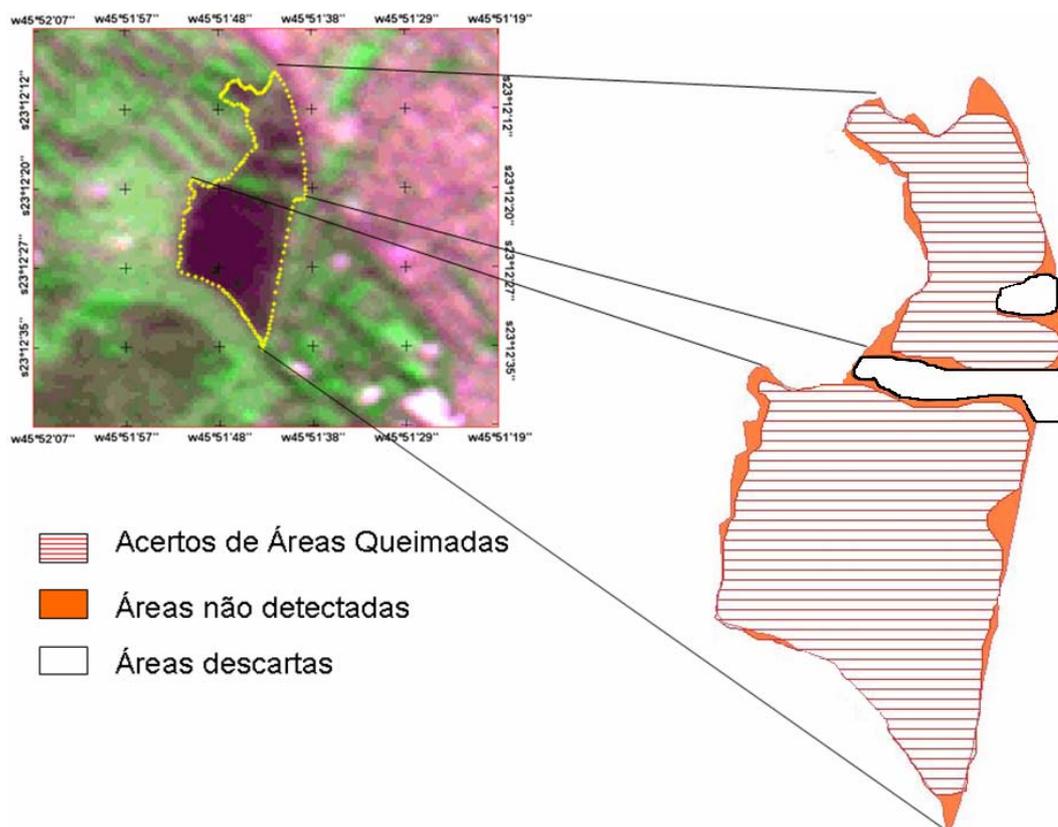


Figura 4 – Comparação entre as áreas queimadas detectadas pelo CCD/CBERS e as medidas em campo.

A **Figura 4** mostra uma grande similaridade entre os dados do CBERS e os dados obtidos pela delimitação da área em campo. A maioria dos erros ocorreu nas bordas dos “pixels”, onde a influência dos pixels adjacentes e a integração das diferentes reflectâncias que compõem o sinal coletado pelo sensor, alteram significativamente a caracterização espectral da queimada. Assim, na delimitação da área queimada ocorrida no CTA, os valores encontrados através do CBERS apresentaram apenas 6,54% de diferença em relação aos dados medidos em campo.

A boa concordância observada evidencia a boa qualidade da correção geométrica aplicada nas imagens do CCD/CBERS 2, as quais minimizaram as variações espaciais internas presentes nas imagens em seu estado bruto. Essas variações são decorrentes das distorções sistemáticas introduzidas pelos movimentos inerentes do satélite, como as alterações na velocidade, na altura e na atitude do satélite, além das influências relacionadas com o deslocamento da órbita e com o ângulo de curvatura da terra.

5. Considerações Finais

Embora a resolução espacial nominal do sensor CCD/CBERS 2 resulte numa contaminação por heterogeneidade dos padrões de cobertura do solo presentes, pode-se constatar a boa

aproximação entre a estimativa de área queimada obtidas através de imagens de satélite e o valor de verdade terrestre coletado em campo.

Os baixos valores de reflectância da superfície para as áreas queimadas referentes às bandas do sensor CCD/CBERS permitem ao algoritmo de classificação uma grande distinção entre áreas queimadas e áreas não-queimadas, facilitando a detecção das mesmas.

A qualidade geométrica do sensor apresentou-se bastante satisfatória, visto que foi observado um erro de 6,54% em relação aos dados de campo. Este erro pode ser considerado desprezível ao se considerar todas as imprecisões decorrentes dos processos de aquisição de pontos e da acurácia do georreferenciamento.

Agradecimentos

Nós agradecemos ao Dr. Yosio Edemir Shimabukuro pela colaboração e ajuda prestada.

Referências

Andreae, M. O.; Merlet, P. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. **Global Biogeochem. Cycles**, vol. 15, p. 955–966, 2001.

Christopher, S. A. Radiative impact of biomass burning aerosols. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 1, n.9-13, p. 345 – 347, July, 2001.

França, D. A.; Ferreira, N. J. Considerações sobre o uso de satélites na detecção e avaliação de queimadas. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005, Goiânia. Anais 2005, 2005.

GLCF. Geocover Technical Guide. Produced by University of Maryland/USA, 2004. Disponível em: <http://glcf.umiacs.umd.edu/data/guide/>. Acesso em: 10/09/2006.

Ichoku C.; Kaufman Y. J. A Method to Derive Smoke Emission Rates From MODIS Fire Radiative Energy Measurements. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, vol. 43, n. 11, November 2005.

Justice, C.; Malingreau, J.; Setzer, A. W. Satellite remote sensing of fires: potential and limitations. In: **Ecological, atmospheric, and climatic importance of vegetation fires**. John Wiley and Sons, 1993. p. 77-88. Publicado como: INPE-7607-PRE/3458.

Kaufman, Y. J.; Boucher, O.; Tanre´ D.; Chin, M.; Remer, L. A.; Takemura, T. Aerosol anthropogenic component estimated from satellite data. **Geophysical Research Letters**, v.32, Sept. 2005.

MCE. First Brazilian Inventory of anthropogenic greenhouse gas emissions background reports. **Ministry of Science and Technology**, 2002. Disponível em: < http://ftp.mct.gov.br/Clima/comunic_old/pdf/queimac_i.pdf>. Acesso em 01/09/2006.

Miguez, J. D. G.A. A convecção quadro das nações unidas sobre mudanças climáticas e o protocolo de Quioto. In: Workshop Mudanças Climáticas Globais e a Agropecuária Brasileira. Campinas, 1999. **Memória**. 15p.

Moraes, E. C., S. H. Franchito and V. B. Rao, Effects of biomass burning in Amazonia on climate: a numerical experiment with a statistical-dynamical model. *Journal of Geophysical Research.*, v.109, p. 1-12, 2004 (D05109, doi:10.1029/2003JD003800).

Roy, D.P.; Lewis, P.E.; Justice, C.O. Burned area mapping using multi-temporal moderate spatial resolution data - a bi-directional reflectance model-based expectation approach. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, n.1-2, p. 263-286, Mar. 2002.