

Detecção automática de nuvens e sombras em imagens LISS-III no TerraAmazon

Flora da Silva Ramos Vieira Martins¹
Clotilde Pinheiro Ferri dos Santos¹
Adriana dos Santos Siqueira Scolastrici¹
Eric Silva Abreu¹

¹ Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais - FUNCATE
Av. Dr. João Guilhermino, 429 – 11º andar - 12210-131 – São José dos Campos - SP, Brasil
{flora.martins, cferri, adriana.siqueira, eric.abreu}@funcate.org.br

Abstract. Clouds and their shadows represent major obstacles to remote sensing, especially for monitoring programs as PRODES (Amazon Deforestation Monitoring Project) and DETER (Real Time Detection Deforestation System). Visual interpretation and classification of these objects can be time consuming. In order to assist these programs, the “Cloud Detection Tool” was developed based in TM-Landsat5 images and implemented in TerraAmazon, which is a GIS tool designed to be a multi-user editor of geographic vectorial data stored in a TerraLib model database. The objective of the present work was to evaluate such tool with Linear Imaging Self Scanning Sensor (LISS-III) images, which are nowadays employed in PRODES. The test was performed with about 50 LISS-III images of the Legal Amazon. The best channel to cloud detection was the red (B2: 0.62 – 0.68 μm) and the best channel to shadow detection was the near infrared (B3: 0.77 – 0.86 μm). The thresholds were determined by directly analyzing the histogram of each selected channels. Then, filtering and vectorizing were automatically performed. The entire procedure, from thresholds determination to vector acquisition, is fast, about 25 minutes per image. The results showed that besides simple, the Cloud Detection Tool algorithm worked very well with LISS-III images, reducing the total time needed for their interpretation and classification.

Palavras-chave: PRODES, Amazon, image processing, morphologic filtering, Amazônia, processamento de imagens, filtragem morfológica.

1. Introdução

Nuvens e sombras são elementos frequentes em imagens adquiridas por sensores que operam na faixa do espectro visível e infravermelho. As partículas constituintes das nuvens refletem a radiação solar visível, absorvem, emitem, e espalham a radiação infra-vermelha (Figura 1), podendo causar o aquecimento ou esfriamento da superfície terrestre (NASA, 2012; Spang et al., 2004). Frequentemente, esses elementos causam a oclusão de feições de interesse na superfície da Terra, de modo que não podem ser ignorados, por exemplo, em mapeamentos que visam o monitoramento de mudanças no uso e cobertura do solo. Por outro lado, as nuvens são o próprio objeto de interesse em estudos climáticos e meteorológicos, que podem abordar a movimentação de massas, sua composição e caracterização (Spang et al., 2004), sua interação com os ecossistemas terrestres (Durieux et al., 2003), entre outros.

As nuvens são o maior obstáculo para o sensoriamento remoto orbital óptico na Amazônia. Segundo Asner (2001), é altamente improvável a aquisição de imagens mensais livres de nuvens de todas as partes da região. Na região norte da Amazônia a situação é ainda mais crítica, pois é baixa a probabilidade de aquisição de imagens anuais livres de nuvens (Asner, 2001). Dessa forma, poderiam existir áreas não observadas durante o período de um ano ou mais, não sendo consideradas em programas de monitoramento como PRODES, DEGRAD ou DETER (INPE, 2012).

No contexto do PRODES, a cobertura por nuvens e suas sombras variou de 6 a 13 % da área mapeada (*i.e.* exclui não floresta e áreas já desflorestadas) entre os anos de 2000 e 2008. Ressalta-se que as imagens utilizadas são aquelas cujas coberturas por nuvens são as menores disponíveis para o período de seca. Esses alvos representam não só um desafio para o monitoramento da Amazônia, mas também para o processamento das imagens, que deve ser rápido e eficaz. Diversos métodos foram desenvolvidos no intuito de classificar

automaticamente nuvens e sombras em uma imagem multiespectral sendo que, comumente, se baseiam na aplicação sucessiva de filtros. Como as nuvens são geralmente mais frias do que os alvos terrestres, imagens adquiridas na faixa do espectro termal trazem informações valiosas, como é o caso das imagens Landsat para as quais foi desenvolvido o *Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA)*, um algoritmo robusto (Irish et al., 2006). Para imagens de sensores que não registram a radiação termal, Soille (2008) propôs uma adaptação do algoritmo ACCA.

Dado esse panorama, o objetivo principal desse trabalho foi avaliar o desempenho do aplicativo *Cloud Detection*, disponível no TerraAmazon, na detecção automática de nuvens e suas sombras em imagens LISS-III/IRS no contexto do PRODES 2012. Além de avaliá-lo, desejou-se divulgar e disseminar o uso de tal ferramenta.

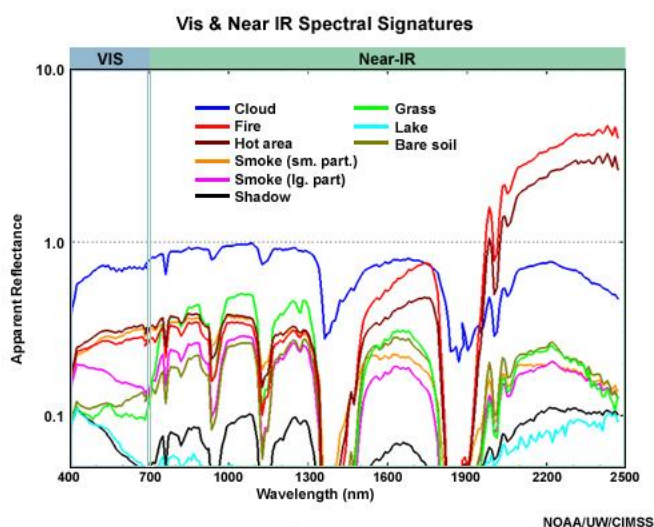


Figura 1. Assinaturas espectrais de alguns alvos comuns, dentre eles nuvens (azul) e sombras (preto). Fonte: König (2012).

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de interesse e imagens LISS-III

A área de interesse desse trabalho foi a Amazônia Legal. As imagens utilizadas foram processadas e utilizadas no desenvolvimento do PRODES relativo ao ano de 2012. O sensor *Linear Imaging Self Scanning Sensor (LISS-III)* está a bordo da plataforma *Indian Remote Sensing Satellites: IRS-P6 (ResourceSat1)*. Graças às suas configurações, as imagens LISS-III são adequadas para estudos de alvos naturais terrestres, sobretudo a vegetação (Tabela 1). Com o fim da missão TM-Landsat5, as imagens LISS-III passaram a ser base para o PRODES, sem perdas em qualidade ou resolução devido a grande semelhança com as imagens TM anteriormente utilizadas. Vale ressaltar que imagens DMC também compõem o banco de dados do PRODES 2012.

2.2 Processamento das imagens

O processamento das imagens visando a detecção das nuvens e suas sombras é bastante simples. Ele inclui duas etapas: (i) seleção da melhor banda (*i.e.* canal, região do espectro) que permite maior contraste do alvo de interesse (nuvem ou sombra) em relação aos demais alvos da cena e (ii) análise do histograma da banda selecionada e determinação dos limiares de níveis de cinza para a filtragem.

Todos esses processamentos foram realizados no aplicativo *Cloud Detection*, disponível gratuitamente com o TerraAmazon. O aplicativo de detecção automática de nuvens funciona

com a aplicação sucessiva de filtros morfológicos causando efeitos de dilatação e erosão (Abreu et al., 2013). O pré-processamento das imagens LISS utilizadas envolveu composição de bandas, registro e contraste.

Tabela 1. Especificações técnicas do sensor LISS-III, cujas imagens encontram-se disponíveis gratuitamente no catálogo do INPE (INPE, 2012).

Especificações	LISS-III / IRS-P6
Número de bandas espectrais	4
Resolução espectral	B1: 0,52 - 0,59 μm (verde) B2: 0,62 - 0,68 μm (vermelho) B3: 0,77 - 0,86 μm (IV próximo) B4: 1,55 - 1,70 μm (IV médio)
Resolução espacial	23,5 m
Resolução temporal	24 dias
Resolução radiométrica	7 bits
Largura da varredura	141 km
Número de detectores	6000/banda
Ângulo de inclinação	98,6°

3. Resultados e Discussão

3.1 Seleção da banda adequada para destaque de cada alvo

Em análise das imagens adquiridas pelo sensor LISS-III foi possível notar que a banda do infravermelho próximo foi aquela que apresentou maior contraste entre o alvo “sombra” e os demais alvos da cena. Isso se explica pela alta reflexão da vegetação nessa região do espectro (Figura 2b). Para o alvo “nuvem”, a banda que apresentou maior contraste foi a do vermelho, devido à alta absorção da vegetação combinada a alta reflexão das nuvens (Figura 2c). Diante disso, a banda do IV próximo foi selecionada como referência para o mapeamento das sombras e a banda do vermelho foi selecionada para o mapeamento das nuvens.

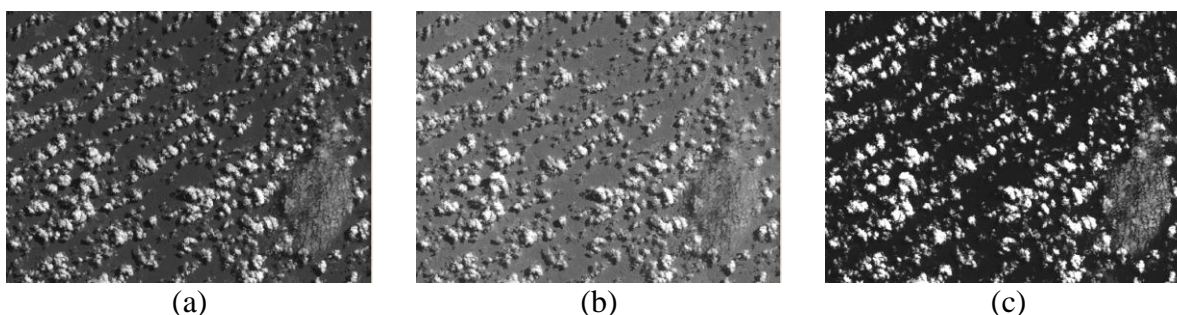


Figura 2. Exemplos de imagens LISS-3 utilizadas na composição colorida: (a) IV médio: 1,55-1,70 μm ; (b) IV próximo: 0,77-0,86 μm e (c) Vermelho: 0,62-0,68 μm .

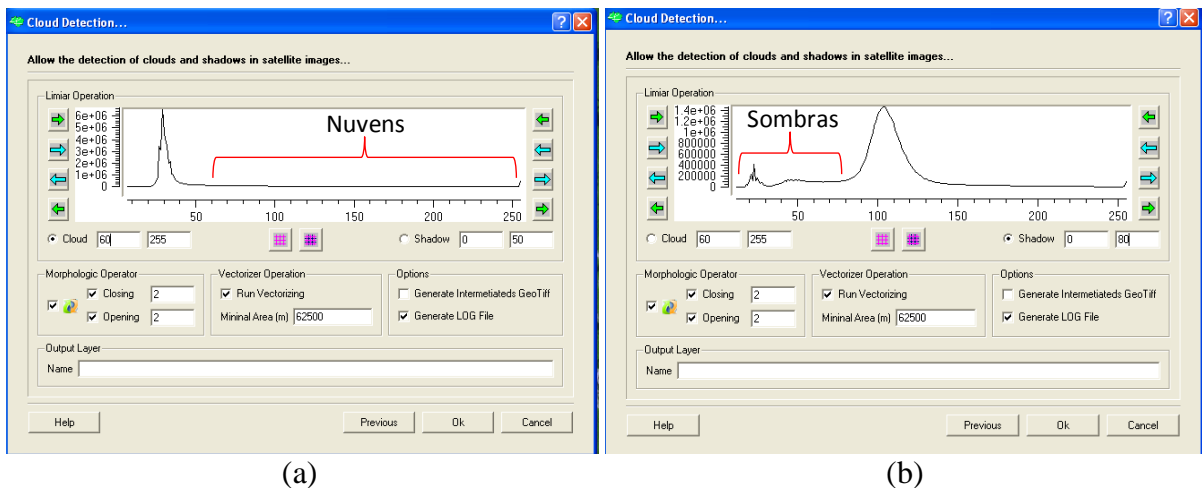
3.2 Análise dos histogramas e determinação dos limiares

Selecionadas as bandas, procedeu-se com a análise do histograma de cada uma delas. O histograma da banda do vermelho indicou uma alta frequência de pixels com baixos níveis de cinza (Figura 3a), relacionados provavelmente à extensa área florestada da imagem utilizada. Ainda com relação a esse histograma, consultando-se os valores nas regiões de nuvens dessa

imagem e após alguns testes, observou-se que grande parte da “cauda” do histograma, localizada à direita do pico citado acima, era relativa à presença das nuvens. Sendo assim, os limiares de níveis de cinza selecionados para a detecção de nuvens para esse histograma foram 60-255.

Com relação ao histograma da banda do infravermelho próximo, banda selecionada para detecção das sombras, pôde-se também observar um padrão com a repetição desse procedimento para aproximadamente 50 cenas. Esse padrão (Figura 3b) indica que: (i) os pixels com valores de cinza inferiores àqueles observados no pico de frequências são relativos às sombras e (ii) o pico de frequências secundário, localizado nos baixos valores de níveis de cinza, se refere aos corpos d’água. Diante disso, a seleção dos limiares para a detecção das sombras levou em consideração a extensão dessa “cauda” nos baixos valores de níveis de cinza. No caso exemplificado pela Figura 3b, os limiares foram de 0-80.

Selecionando esses limiares (0-80), os pixels relativos aos corpos d’água são incluídos na máscara de sombras. Caso os limiares selecionados excluíssem o intervalo de 0-20 (Figura 3b), muitos corpos d’água seriam corretamente excluídos da máscara de sombras; no entanto, algumas sombras seriam incorretamente excluídas. Por outro lado, isso aponta o grande potencial dessa ferramenta para o mapeamento de corpos d’água (Figura 5).



(a)

(b)

Figura 3. (a) Histograma da banda do vermelho, utilizada para detecção das nuvens (*Cloud*) e (b) da banda do infravermelho próximo, utilizada para detecção das sombras (*Shadow*).

Os resultados obtidos apresentaram alta precisão (Figura 4), permitindo a detecção inclusive de nuvens pouco densas (Figura 4d). O tempo de processamento é de aproximadamente 25 minutos desde a análise dos histogramas até a obtenção dos polígonos não classificados e considerando uma imagem LISS-III. Uma vez obtidos esse polígonos, os mesmos eram editados, se necessário, e atribuídos à classe “nuvens” do PRODES.

4. Conclusões

O uso ferramenta *Cloud Detection*, assim como o método de seleção de limiares através da análise dos histogramas se mostraram muito eficientes. Esse procedimento permitiu o processamento de diversas cenas utilizadas no PRODES, reduzindo fortemente o tempo gasto com a interpretação visual das mesmas.

Vale frizar que o desenvolvimento das ferramentas disponíveis no TerraAmazon é constante. Para o detector de nuvens, uma das perspectivas é que se possa ajustar os histogramas em subregiões de uma cena, já que algumas imagens, como a DMC, cobrem uma área muito extensa, podendo existir diferenças significativas no comportamento espectral das nuvens devido às diferentes configurações e composições que estas podem apresentar.

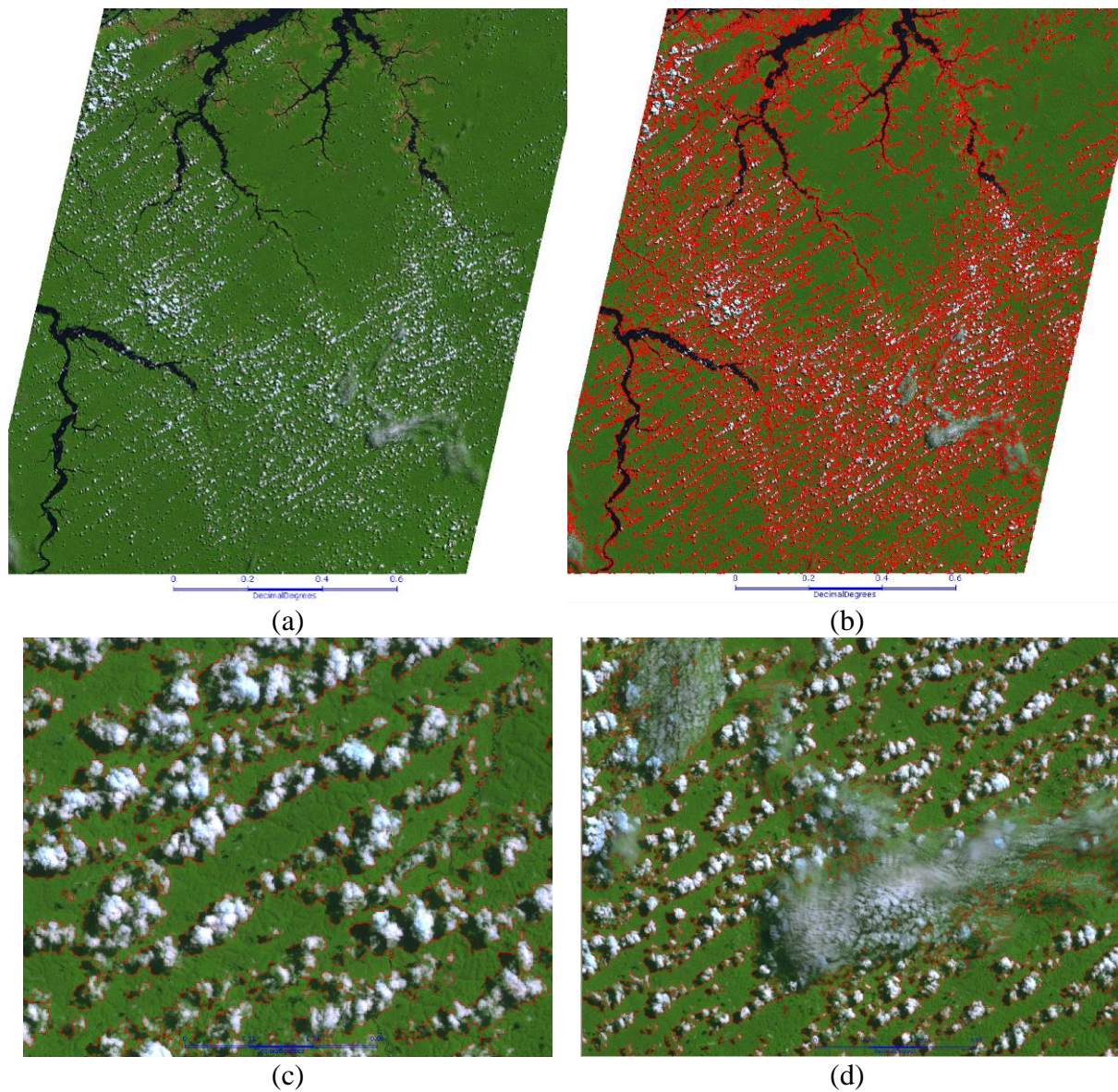


Figura 4. Ilustrações dos resultados obtidos para a imagem LISS-III 317/78: (a) composição RGB sem detecção dos objetos; (b) resultado da detecção e vetorização das nuvens e sombras (c) recorte de nuvens e suas sombras detectadas, (d) recorte de nuvens pouco densas e suas sombras detectadas.

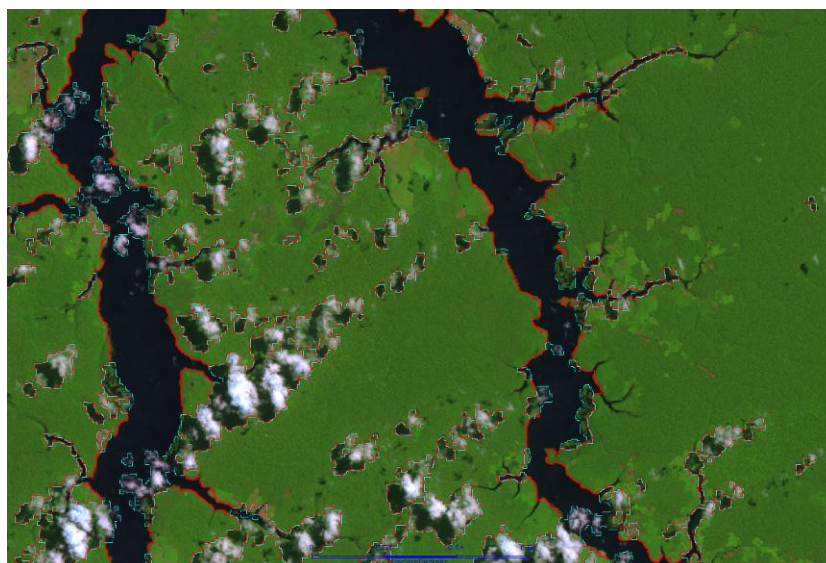


Figura 5. Em vermelho: detecção de sombras incluindo-se nos limiões o pico relativo aos corpos d'água (0-80). Em azul: detecção de sombras excluindo-se os corpos d'água (30-80). Observa-se que a diferença entre os mapeamentos é o justamente o mapeamento dos corpos d'água.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FUNCATE pelo apoio ao desenvolvimento desse trabalho e à participação no XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto.

Referências Bibliográficas

Abreu, E. S.; Fonseca, L. M. G.; Santos, C. P. F.; Ribeiro, V. O. "Cloud Detection Tool" – Uma ferramenta para a detecção de nuvens e sombras em imagens de satélite. Submetido ao XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 16, 2013, Foz do Iguaçu. INPE, 2013.

Asner, G. P. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n. 18, p. 3855-3862, 2001.

Durieux, L.; Machado, L. A. T.; Laurent, H. The impact of deforestation on cloud cover over the Amazon arc of deforestation. **Remote Sensing of Environment**, v. 86, p. 132-140, 2003.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Catálogo de imagens**. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 10.out. 2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **DEGRAD: Mapeamento da Degradação Florestal na Amazônia Brasileira**. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/degrad/>>. Acesso em: 18.out.2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Projeto PRODES: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite**. Disponível em: < <http://www.obt.inpe.br/prodes/>> Acesso em: 18.out.2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **DETER: Detecção do Desmatamento em Tempo Real**. <http://www.obt.inpe.br/deter/>> Acesso em: 18.out.2012.

Irish R. R.; Barker J. L.; Goward S. N.; Arvidson T. Characterization of the Landsat-7 ETM+ Automated Cloud-Cover Assessment (ACCA) Algorithm. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, vol. 72, n.10, p. 1179-1188, 2006.

König, M. **Creating Meteorological Products from Satellite Data**. Disponível em: <http://www.eumetsat.int/metprods_webcast/print.htm#z1.4>. Acesso em: 5.out.2012.

National Aeronautics and Space Administration (NASA). **Clouds & Radiation**. Disponível em:
<<http://earthobservatory.nasa.gov/Features/Clouds/>>. Acesso em: 06.nov. 2012.

Soille, P. **IMAGE-2006 Mosaic: Cloud Detection on SPOT-4 HRVIR, SPOT-5 HRG, and IRS-LISS III**. 2008. Disponível em:
<<http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/11111111/25853/1/lbna23636enn.pdf>>. Acesso em: 31.out. 2012.

Spang, R.; Remedios, J. J.; Barkley, M. P. Colour indices for the detection and differentiation of cloud types in infra-red limb emission spectra. **Advances in Space Research**, v. 33, p. 1041-1047, 2004.