Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 2531-2537.

Preparação dos produtos MODIS para aplicações operacionais como o Projeto DETER (Detecção de áreas desflorestadas em tempo quase real)

Julio Ricardo Lisboa de Aragão
Egidio Arai
Yosio Edemir Shimabukuro

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, 1758 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{julio, egidio, yosio}@dsr.inpe.br

Abstract. This paper presents the steps required to work with free MODIS sensor products and free softwares such as SPRING, MRT, and ConvGeotiff. It presents the information about how to select, order, and receive the MODIS data. Then it describes how to handle the MODIS data using the MODIS Reprojection Tool (MRT) to convert the geographic projections, to mosaic the images and to convert images from HDF to Tiff format. We use the DETER Project as the example. So since DETER Project uses SPRING software, it is necessary to convert the images from 16 bits to 8 bits format using ConvGeotiff. The MODIS images processed with this approach for the INPE's DETER Project are usefull for several applications.

Palavras-chave: MODIS products, DETER, surface reflectance image, image composition, produtos MODIS, imge de reflectancia de superficie, composição de imagens.

1. Introdução

Com o objetivo de melhor compreender o nosso planeta Terra, o programa EOS (*Earth Observing System*) lançou alguns satélites com vários sensores inovadores, dentre eles o sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) que se encontra a bordo dos satélites Terra e Aqua. Uma enorme gama de produtos são gerados a partir de dados fornecidos por este sensor para aplicações voltadas aos estudos da atmosfera, oceano e terra (Rudorff et al., 2005).

Aqui, será dada ênfase ao processamento dos dados do sensor MODIS no formato HDF (*Hierarquical Data Format*), fornecidos gratuitamente pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration,* NASA, 2005), utilizados pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) na detecção de desflorestamento em tempo quase real (Projeto DETER, Shimabukuro et al., 2005; Shimabukuro et al., 2006).

O formato HDF é ainda pouco conhecido, o que dificulta o processamento dos dados neste formato, sendo necessário programas específicos disponibilizados para tal fim, como é o caso do MRT (*MODIS Reprojection Tool*).

2. Procedimentos

Os dados utilizados para detecção de desflorestamento pelo Projeto DETER, são imagens diárias do produto MOD09, que é uma estimativa da reflectância de superfície, e é computado a partir do nível 1 A nas bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 com os comprimentos de onda centrados em 0,648 µm, 0,858 µm, 0,470 µm, 0,555 µm, 1,240 µm, 1,640 µm, e 2,130 µm, respectivamente e estão disponíveis em resolução espacial de 250 e 500 metros. Mas apesar desta baixa resolução espacial, a cobertura da mesma área a cada dois dias, faz com que a resolução temporal se sobreponha à resolução espacial.

Para a correção atmosférica, os procedimentos foram estabelecidos a partir de um modelo desenvolvido por Tanré et al. (1986) denominado *Second Simulation of the Satellite Signal in*

the Solar Spectrum Radiative Code (6S), o qual foi simplificado para uma aplicação mais operacional. Tal produto é utilizado como dado de entrada para obtenção de diversos outros produtos da superfície terrestre, tais como: BRDF/albedo, FPAR/LAI e índices de vegetação. Para garantir a integridade dos dados do produto MOD09, as estimativas da refletância de superfície vêm acompanhadas do controle de qualidade (*Quality Assessment, QA*) com as seguintes informações para cada pixel:

a) integridade da estimativa da reflectância da superfície;
b) sucesso da conclusão do esquema da correção;
c) presença de nuvens (claro, nublado, parcialmente nublado, fechado);
d) presença de nuvens Cirrus (sem Cirrus, baixa, média e alta);
e) fonte de informações de aerossóis (climatologia);
f) presença de aerossol (baixo, médio e alto);
g) fonte de informação de vapor d'água (climatologia);
h) fonte de formação de ozônio (climatologia);
i) se o pixel é terra ou água.

Os dados do sensor MODIS no formato HDF podem ser adquiridos através do sítio LPDAAC (*Land Processes Distributed Active Archive Center*) no novo endereço https://wist.echo.nasa.gov/api/ (NASA, 2008) como mostrado na **Figura 1**, onde pode ser definido um ou mais produtos (nesse caso especifico, utilizaremos a refletância de superfície diária). O pedido dos produtos de interesse neste sítio não é simples devido a quantidade de diferentes produtos, bem como a necessidade da definição do tipo de dado (Albedo, temperatura de superfície, índice de vegetação, etc) que podem ser adquiridos em cenas diárias ou mosaicos de 8 ou 16 dias, a área (*tiles*) e o período de interesse. Além de se ter como opção o recebimento dos dados via FTP, DVD ou DLT.

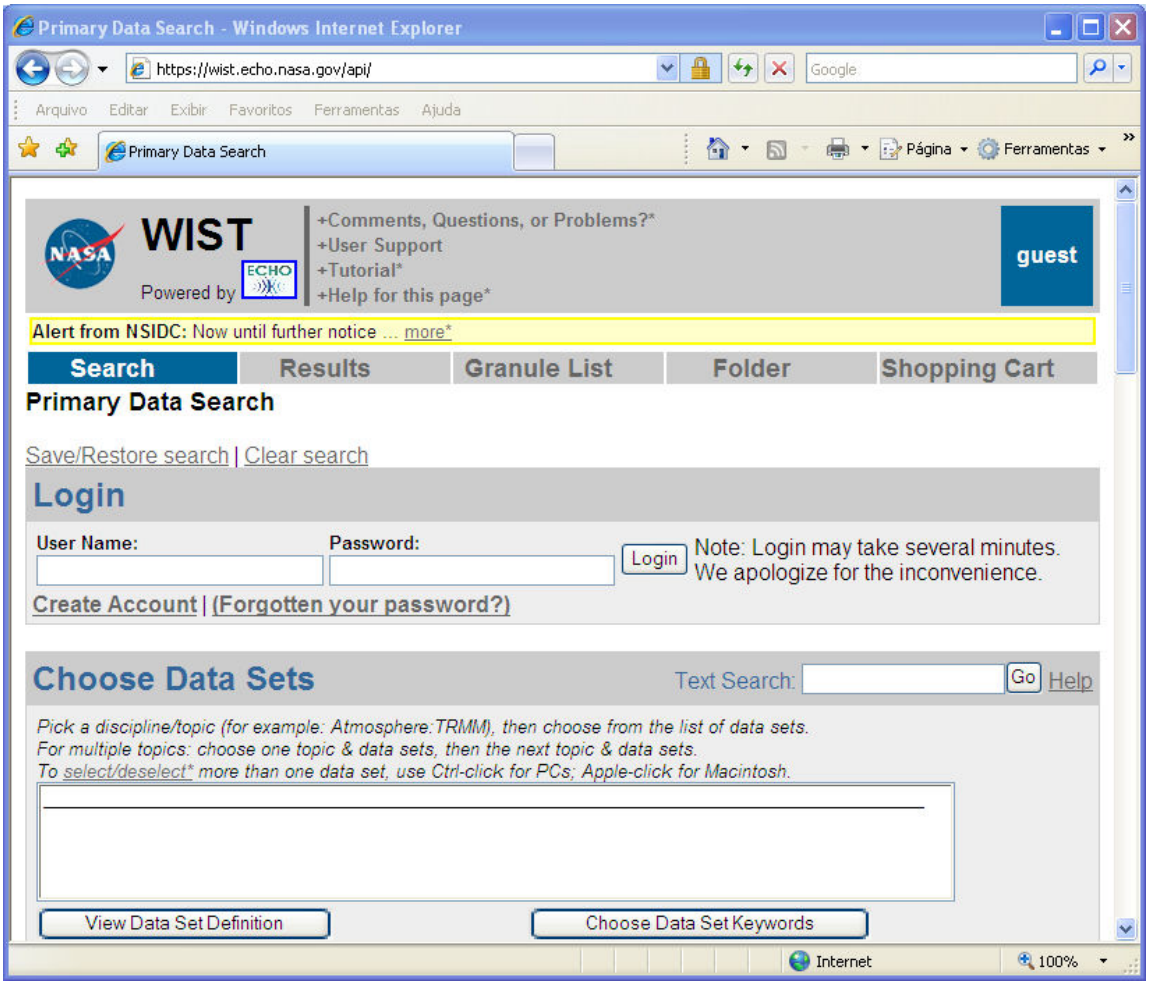

Figura 1 – Pagina inicial do novo sítio LPDAAC.

Os produtos gerados para estudo da terra adotaram a projeção cartográfica Sinusoidal como padrão, para facilitar a divisão do globo terrestre em uma grade. A definição da área de interesse será baseada nesta grade Sinusoidal.

A grade Sinusoidal divide toda a superfície terrestre em intervalos de 10x10 graus, que corresponde a aproximadamente 1200x1200 km e são chamados de *tiles*. A **Figura 2** exemplifica a grade de *tiles* que cobre a América do Sul.

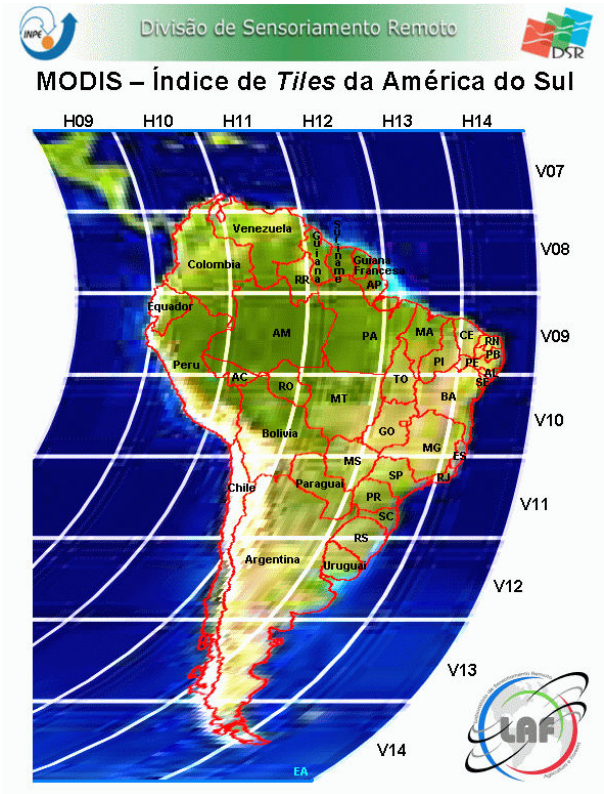

Figura 2 – Grade de *tiles* da América do Sul.

Através da utilização de 10 *tiles* do produto MOD09 são então obtidos mosaicos que cobrem a Floresta Amazônica brasileira como pode ser observado nas Figuras 3 e 4, onde é possível ter uma noção real da cobertura diária de uma área na região amazônica nos dias 02/08/2008 e 03/08/2008 respectivamente. Pode ser observado que com imagens de dois dias seguidos é possível ter a cobertura de toda área de interesse. Na Figura 3 os estados Amazonas, Rondônia e Roraima não são totalmente cobertos e na Figura 4 estas áreas são cobertas em detrimento de outros estados.

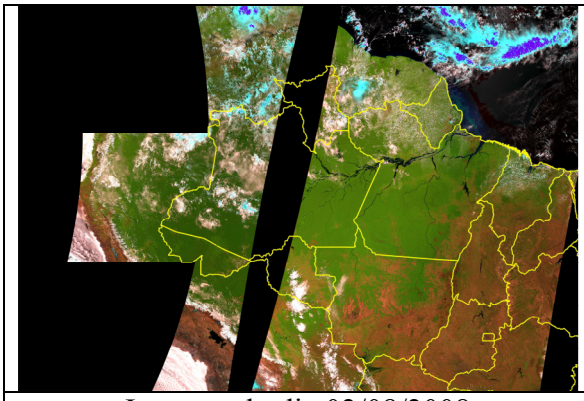

Imagem do dia 02/08/2008

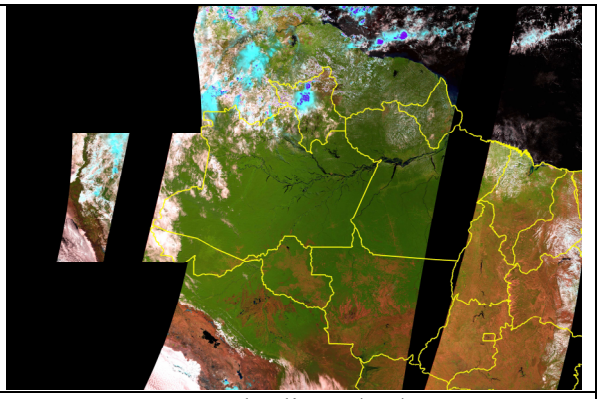

Imagem do dia 03/08/2008

Figuras 3 e 4 – Mosaico de imagens MODIS dos dias 02 e 03 de agosto de 2008.

Após a finalização do pedido, uma mensagem automática confirmando o recebimento desse pedido pelo DAAC através do correio-eletrônico é recebida pelo usuário. Cumprida esta etapa, os dados são processados e disponibilizados, recebe-se via correio-eletrônico o endereço onde se encontram disponíveis os dados solicitados, caso tenham sido pedidos para

recebimento através de transferência de arquivos (ftp), para que possam ser finalmente adquiridos por qualquer programa de protocolo de transferência de arquivos.
O próximo passo é a utilização da ferramenta MRT (MODIS Reprojection Tool), fornecida gratuitamente pela NASA no endereço http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp, ilustrado na **Figura 5.**

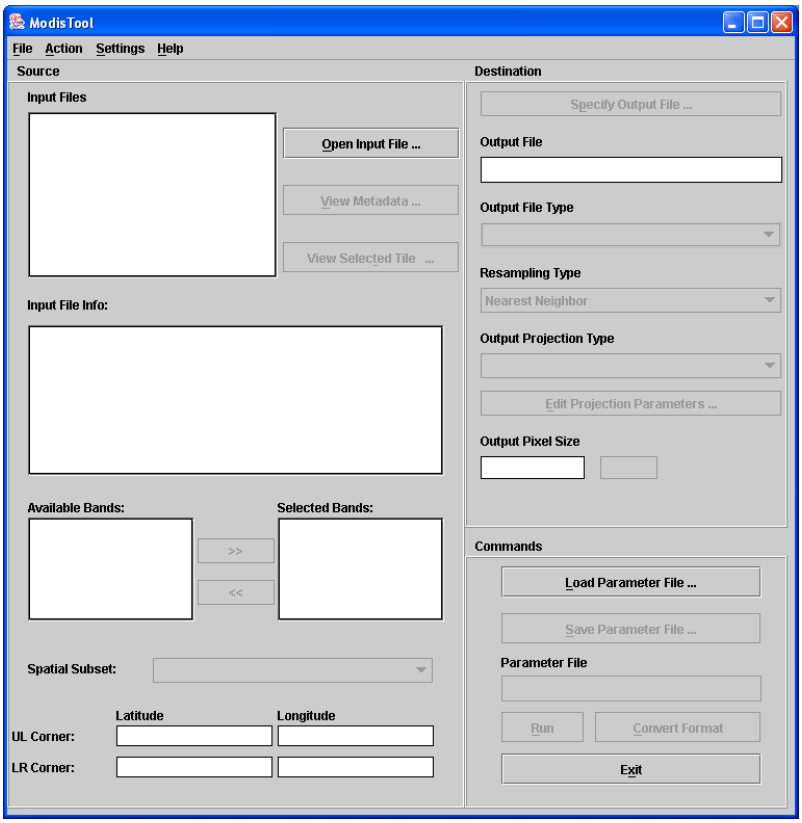

Figura 5 – Janela inicial do programa MRT.

Especificamente no processamento proposto, devemos definir os arquivos de entrada, as bandas desejadas (no caso, bandas 1, 2 e 6), arquivos de saída, que no caso em questão deverão ter como formato de saída a extensão .tif, além de projeção, parâmetros de projeção e o tamanho do pixel de saída.
É possível também realizar o recorte da imagem definindo latitudes e longitudes iniciais e finais. Outra possibilidade é a definição de projeção cartográfica que o programa disponibiliza, tais como: Geographic, Mercator, Mercator Transverso, Sinuzoidal, etc.
Com todos os campos preenchidos, o MRT irá então gerar um mosaico de todos os *tiles* selecionados, em caso de mais de um, e finalmente separar todas as bandas em arquivos individuais.
As bandas 1 e 2 estão disponíveis tanto em 250 como em 500 metros de resolução. Aqui usaremos as de 250 metros. A banda 6 será interpolada de 500 para 250 metros pelo próprio MRT.
Tais arquivos serão gerados em uma estrutura de 16 bits. A partir daí, temos duas opções: Uma, seria a definição de um SIG (Sistema de Informações Geográficas) que tenha a capacidade de processar tais dados, outra seria utilizarmos um programa para conversão de 16 para 8 bits. No caso destes dados serem processados em 8 bits, é necessário que esta conversão seja realizada utilizando sempre um mesmo algoritmo, isto possibilita estudos temporais sem que haja variação na transformação.

Como no caso aqui proposto, utilizaremos o SPRING (Camara et al., 1996), distribuído gratuitamente pelo INPE, utilizaremos também o programa ConvGeotiff (Arai et al., 2005) desenvolvido no instituto e distribuído gratuitamente para a conversão dos dados, tendo em vista o fato do SPRING trabalhar com uma estrutura de 8 bits.
A **Figura 6** apresenta o ConvGeotiff, que simplesmente necessita da definição dos nomes de arquivos de entrada e saída.

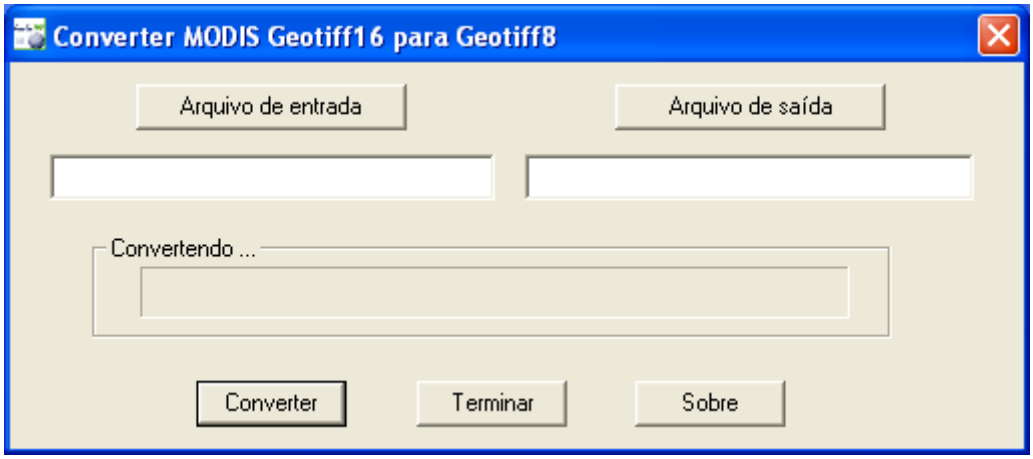

Figura 6 – Janela do programa ConvGeotiff.

Nesse ponto termina o pré-processamento e os dados estão prontos para serem processados e interpretados por um SIG, para a obtenção do resultado final do trabalho.

3. Considerações Finais

Com a utilização de programas gratuitos como o MRT, ConvGeotiff e SPRING e imagens também gratuitas do sensor MODIS, pode-se obter excelentes resultados em vários seguimentos do sensoriamento remoto, aqui especificamente citando a detecção de desflorestamento. Todo esse processo já foi utilizado pelo Instituto, trazendo excelentes resultados, tanto para a pesquisa, como para sociedade, principalmente levando-se em consideração que esses programas não trazem nenhum ônus as instituições nem a qualquer usuário interessado nesses resultados.

4. Referências

Arai, E.; Freitas, R. M.; Anderson, L. O.; Shimabukuro, Y. E. Análise Radiométrica de Imagens MOD09 em 16bits e 8bits. In: Simpósio Brasileiro dDe Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 3983-3990. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12758-PRE/8048). Disponível em: <http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.12.49>.

Camara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M; Garrido, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data model. **Computer & Graphics**, 20, 395-403, 1996.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Earth observing system data gateway. Disponível em: <http://edcimswww.cr.usgs.gov/pub/imswelcome/>. Acesso em: 15 fev. 2005.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. Earth observing system data gateway. Disponível em: http://edcdaac.usgs.gov/landdaac/tools/modis/index.asp. Acesso em: 14 nov 2008.

Rudorff, B. F. T.; Shimabukuro, Y. E.; Ceballos, J. C. **Sensor Modis e Suas Aplicacoes Ambientais no Brasil**. Sao Jose dos Campos, SP: Editora Parentese, 2007. cap. 2, p 23-35.

Shimabukuro, Y. E., Duarte, V., Anderson, L.O., Valeriano, D. M., Arai, E., Freitas, R., Rudorff, B. F. T., Moreira, M. A. 2006, Near real time detection of deforestation in the Brazilian Amazon using MODIS imagery. **Revista Ambiente e Água**, 1, 1, 37-47, 2006.

Shimabukuro, Y. E.; Duarte, V.; Moreira, M. A.; Arai, E.; Rudorff, B. F. T.; Anderson, L. O.; Espírito-Santo, F. D. B.; Freitas, R. M.; Aulicino, L. C. M.; Maurano, L. E.; Aragão, J. R. L. **Detecção de áreas desflorestadas em tempo real: Conceitos básicos, desenvolvimento e aplicação do projeto DETER**. São José dos Campos: INPE, 2005. 63 p. (INPE-12288-RPQ/796). Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/04.01.16.28>.

Tanré, D.; DEROO, C.; Dehaut, P.; Morrcrette, J. J.; Perbos, J.; Deschamps, P. Y. **Simulation of the satellite signal in the solar spectrum: Users´s Guide**. Lille: L.O.A, 1986. 149p.