

Desenvolvimento do Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira

Júlio César Dalla Mora Esquerdo¹
João Francisco Gonçalves Antunes^{1,2}
Josué Cordeiro de Andrade³

¹ Embrapa Informática Agropecuária
Caixa Postal 6041 – CEP 13083-886 – Campinas-SP, Brasil
{julio, joaof}@cnptia.embrapa.br

² Faculdade de Engenharia Agrícola – Feagri/Unicamp
Caixa Postal 6011 – CEP 13083-875 – Campinas-SP, Brasil

³ Instituto de Computação – IC/Unicamp
Caixa Postal 6176 – CEP 13083-852 – Campinas-SP, Brasil
ra061826@students.ic.unicamp.br

Abstract. Satellite images have been an important source of information for land ecosystems studies. Data sharing policies, combined with the development of Web distribution systems, have increased the user's access to several sources of orbital images. A successful example of data sharing is the LP-DAAC (*Land Processes Distributed Active Archive Center*), supported by EOS/NASA, which offers a set of products derived from orbital sensors, including MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*). Although the LP-DAAC products are pre-processed, it usually takes a few steps further so that the user can finally load the images into the geoprocessing and GIS packages. Image reprojection and image mosaicking are examples of such complementary processing activities, which may represent a reasonable job when a long time-series has to be processed. Thus, the objective of this study was to develop a MODIS products database in the Brazilian state basis, in order to store and make available images considering the Brazilian states subsets and adopting an usual image format and map projection, without requiring any additional processing step. Processing methods of NDVI, EVI and Pixel Reliability imagery, derived from the MOD13Q1 product, are presented, as well as a Web system for data distribution based on the GeoNetwork, a catalog application to manage spatially referenced resources.

Palavras-chave: image processing, image database, data sharing, processamento de imagens, banco de imagens, compartilhamento de dados.

1. Introdução

As imagens de satélite têm sido uma fonte importante de informações para estudos dos ecossistemas, pois provêm a necessária visão sinótica e temporal da superfície terrestre. Atualmente, existe uma série de sensores disponíveis aos usuários, gerando dados da superfície terrestre com diferentes detalhamentos e periodicidades. As políticas de incentivo ao compartilhamento de dados, aliadas ao desenvolvimento de sistemas Web de distribuição, têm facilitado o acesso do público em geral às imagens de satélite, permitindo o desenvolvimento de estudos nos mais variados temas.

Um dos mais importantes sensores em operação é o MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), principal instrumento a bordo das plataformas orbitais Terra e Aqua, administradas pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). A principal característica dos sensores MODIS é sua resolução espectral, que registra informações em 36 faixas do espectro. As resoluções espaciais variam de acordo com as faixas espectrais, com valores de 250, 500 e 1000 metros.

O EOS/NASA (*Earth Observing System*) pratica uma política de distribuição pública de dados orbitais por meio do LP-DAAC (*Land Processes Distributed Active Archive Center*), que realiza o processamento, arquivamento e distribuição de produtos derivados do sensor MODIS. Uma grande vantagem para o usuário é a disponibilidade de produtos pré-

processados, demandando menor necessidade de processamentos para utilização das imagens. Entre os produtos disponibilizados estão os índices de vegetação, muito utilizados nos estudos de séries temporais por serem uma forma de sintetizar a informação contida em imagens multiespectrais. Eles são o resultado de transformações lineares do fator de refletância obtido de duas ou mais bandas espectrais, envolvendo soma, razão, diferença ou qualquer outra relação matemática que possa ser combinada (Wiegand et al., 1991). Os índices de vegetação apresentam alta correlação com a biomassa e o índice de área foliar da vegetação (Defries e Townshend, 1994; Price, 1993; Justice e Hiernaux, 1986), sendo utilizados há décadas em estudos envolvendo o monitoramento da vegetação.

Entretanto, ainda que os produtos disponibilizados pelo LP-DAAC sejam pré-processados, a maior parte dos usuários demanda processamentos complementares para transformar o pouco usual formato HDF (*Hierarchical Data Format*) em formatos compatíveis com os pacotes de geoprocessamento. Outra transformação refere-se à mudança da projeção cartográfica sinusoidal (padrão dos produtos LP-DAAC) para projeções mais comuns, como a Geográfica ou a UTM. Por fim, muitos usuários desejam analisar áreas maiores que os recortes espaciais disponibilizados pelo LP-DAAC, sendo necessária a chamada “mosaicagem” das imagens, de forma a reunir em uma única imagem diversos recortes espaciais.

Dessa forma, a Embrapa Informática Agropecuária iniciou o desenvolvimento do Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira, com o intuito de armazenar e disponibilizar ao usuário imagens já prontas para uso, sem a necessidade de qualquer processamento complementar. Nesse banco, os produtos são disponibilizados em recortes de acordo com a base estadual brasileira, na projeção Geográfica e em formato GeoTIFF (*Geographic Tagged Image File Format*), compatível com a maior parte dos SIGs e pacotes de processamento de imagens. O banco disponibiliza atualmente a série completa dos índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*), presentes no produto MOD13Q1, atualizado a cada 16 dias. Produtos compostos como este contêm a melhor informação espectral dentro de um período de tempo, o que favorece a obtenção de imagens com menores influências atmosféricas e ruídos (Holben, 1986), além de ser uma forma de sintetizar a informação temporal, reduzindo o número de imagens a serem observadas.

2. Material e Métodos

A série histórica do produto MOD13Q1 cobrindo o território brasileiro foi adquirida do LP-DAAC (LP-DAAC, 2010) em formato HDF. As imagens são disponibilizadas em recortes espaciais, chamados de *tiles*, cada um cobrindo uma área geográfica de 10 x 10 graus de latitude/longitude, sendo que o território brasileiro é coberto por 17 recortes. No caso do produto MOD13Q1, o LP-DAAC produz anualmente 23 composições máximas para cada *tile*, o que corresponde a um total de 391 imagens anuais considerando os 17 recortes espaciais que cobrem o território brasileiro.

O processamento dos produtos MOD13Q1 inclui, entre várias etapas, a geração do mosaico dos *tiles* que cobrem o território nacional, a reprojeção cartográfica e o recorte do mosaico de acordo com a base estadual brasileira. Estas atividades são executadas utilizando-se rotinas desenvolvidas em linguagem IDL (*Interactive Data Language*) e programas do pacote computacional MRTTools (*Modis Reprojection Tools*), versão 4.0.

Para automatizar a execução dessas atividades, foram desenvolvidos scripts de execução, também em linguagem IDL, de forma a encadear todas as atividades e evitar qualquer intervenção humana no processo. O fluxograma da Figura 1 ilustra as etapas de processamento das imagens.

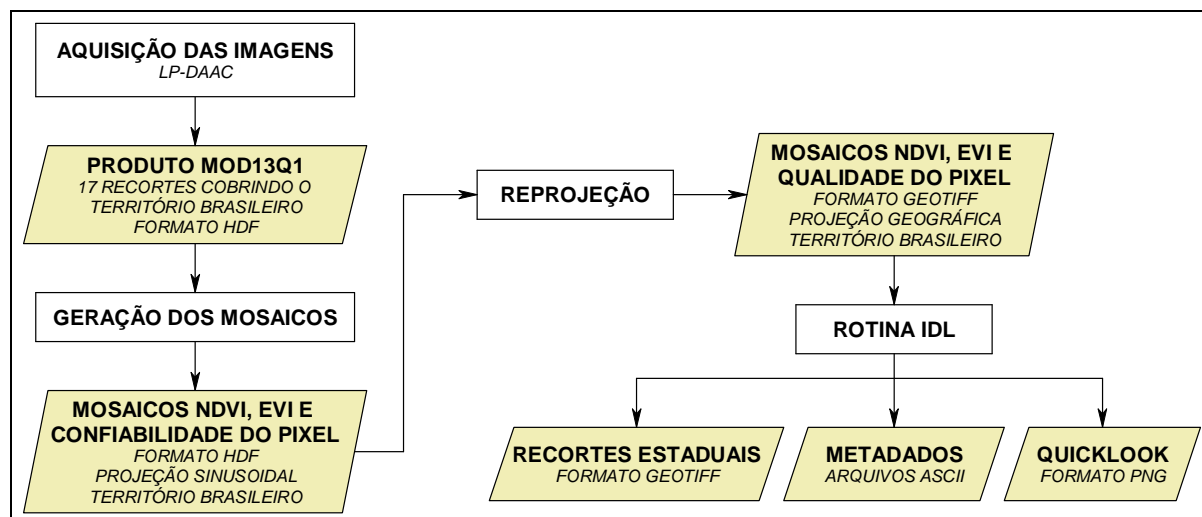


Figura 1. Fluxograma das atividades de processamento das imagens do produto MOD13Q1 para alimentação do banco.

A primeira atividade é a separação das imagens de NDVI (Rouse et al., 1973), EVI (Huete et al., 1997) e Confiabilidade do Pixel presentes no produto MOD13Q1 e a geração de três mosaicos, reunindo os 17 recortes que recobrem o território brasileiro. Em seguida é realizado o processo de reprojeção do mosaico, que consiste na mudança da projeção cartográfica original do dado de entrada para uma outra projeção de interesse. Neste caso, a projeção sinusoidal foi convertida para a projeção geográfica, adotando-se o método de reamostragem pelo vizinho mais próximo, datum WGS-84 e formato de saída GeoTIFF. A Figura 2 ilustra o mosaico composto pelos 17 recortes antes e após o processo de reprojeção.

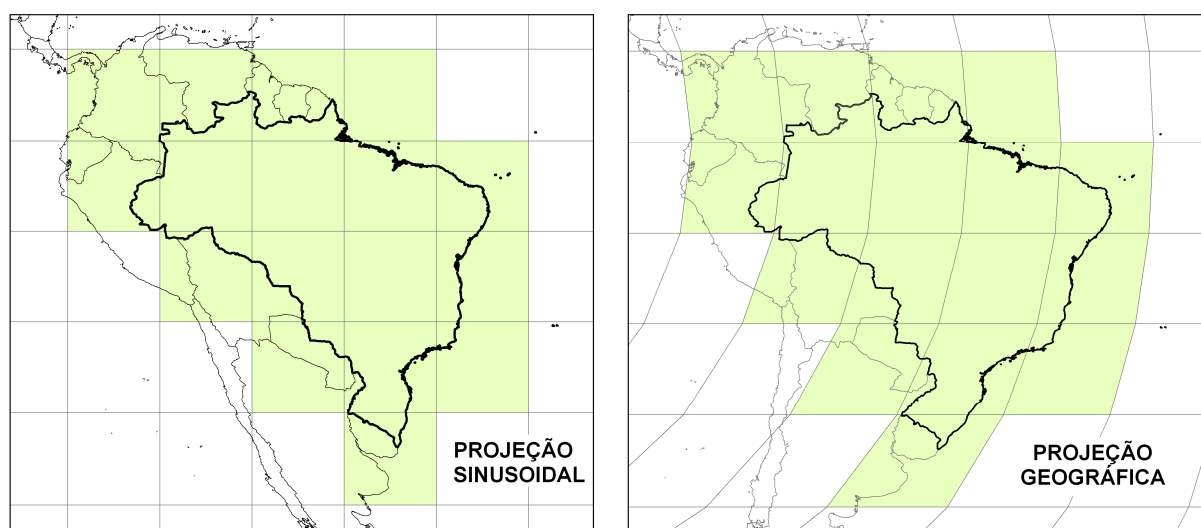


Figura 2. Ilustração do mosaico contendo os 17 recortes (*tiles*) cobrindo o território brasileiro antes e após o processo de reprojeção cartográfica das imagens.

No passo seguinte é chamada uma rotina IDL, cuja função principal é carregar os mosaicos reprojitados e fazer o recorte dos limites geográficos de cada estado da Federação. Outra função da rotina IDL é gerar os metadados e *quicklooks* das imagens de NDVI, EVI e Confiabilidade do Pixel, que mais tarde são utilizados na montagem do sistema Web para disponibilização das imagens pela Internet. A construção deste sistema Web foi a etapa final da construção do banco, sendo utilizado o ambiente GeoNetwork, uma ferramenta Web

opensource para a documentação, edição e disseminação de metadados geográficos pela Internet (GeoNetwork Opensource, 2010).

3. Resultados e Discussão

Foram adquiridas do LP-DAAC e armazenadas ao todo 4.182 imagens em formato HDF, compreendendo a série completa do produto MOD13Q1, entre fevereiro de 2000 e novembro de 2010, considerando os 17 *tiles* que cobrem o território nacional. Após o processamento de toda a série, seguindo a metodologia descrita no fluxograma da Figura 1, foram gerados 19.188 arquivos em formato GeoTIFF, referentes às imagens de NDVI, EVI e Confiabilidade do Pixel para os 26 estados da Federação.

Para cada uma das imagens produzidas foram gerados *quicklooks* em formato PNG, contendo informações cartográficas e uma paleta colorida, conforme mostra a Figura 3, que ilustra o *quicklook* da primeira composição máxima de janeiro de 2010. Foram também extraídos os metadados, que descrevem as características da imagem, como a data de início e final do período composto, coordenadas geográficas limítrofes, satélite, produto, estado da federação, entre outras.

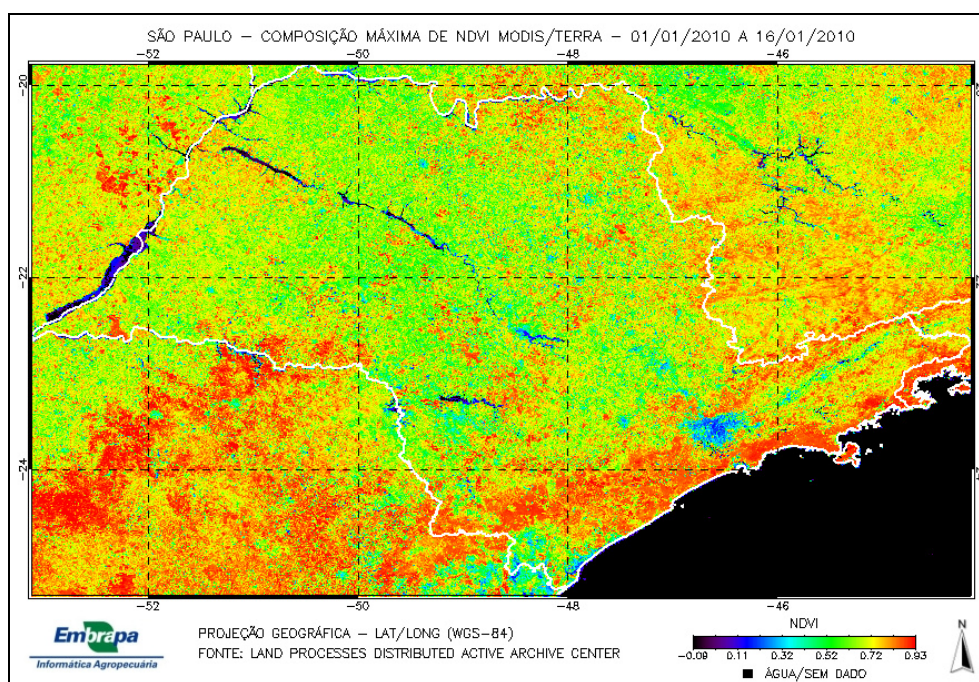


Figura 3. *Quicklook* da imagem de NDVI do Estado de São Paulo na primeira composição máxima de 2010.

Todos os metadados e *quicklooks* foram utilizados para alimentar o sistema Web baseado no ambiente GeoNetwork para distribuição dos dados, sendo fundamentais para as funcionalidades de busca por imagens no banco. O GeoNetwork é um ambiente padronizado e descentralizado para a gestão de informação espacial, desenhado para proporcionar acesso a bancos de dados georreferenciados, produtos cartográficos e metadados relacionados, obtidos a partir de uma variedade de fontes de dados. Uma de suas principais características é seu código aberto e livre, permitindo a customização do sistema conforme a necessidade dos usuários desenvolvedores. Por essa razão, o GeoNetwork vem sendo utilizado para a distribuição dos mais variados tipos de dados geográficos por diversas instituições, como a FAO (*Food and Agriculture Organization*) e WFP (*World Food Programme*) da ONU, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Ministério do Meio Ambiente, entre outras. A

Figura 4 mostra a customização do ambiente GeoNetwork para a criação do Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira.

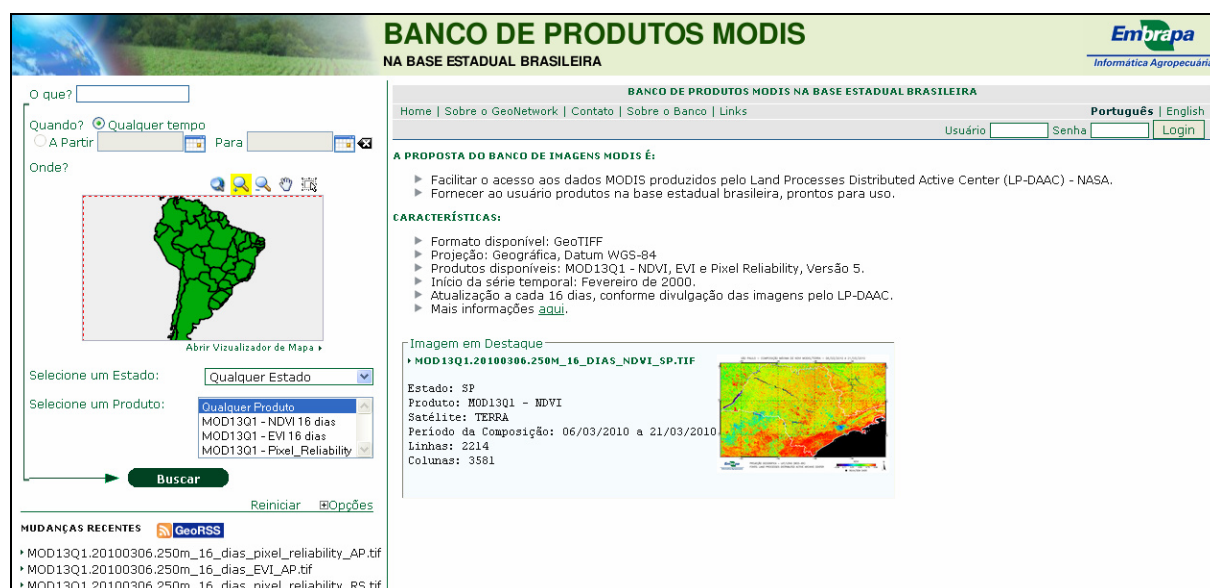


Figura 4. Tela principal do Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira, gerado a partir da customização do ambiente GeoNetwork.

Nos critérios de busca por imagens, o usuário pode definir um intervalo de datas (entre fevereiro de 2000 e a data mais recente), o tipo de imagem (NDVI, EVI e Confiabilidade do Pixel) e o estado da Federação. Por exemplo, considerando uma busca por imagens de NDVI do estado do Rio Grande do Sul em janeiro de 2010, o sistema retorna dois resultados, conforme mostra a Figura 5. Em seguida o usuário pode selecionar as imagens de interesse e realizar o *download* do formato GeoTIFF na projeção Geográfica e datum WGS-84.



Figura 5. Tela do Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira, mostrando os resultados de uma busca.

O usuário pode ainda definir uma região de busca no mapa à esquerda da tela e o sistema retornará os recortes estaduais que sobrepõem a área de interesse. O sistema possui ainda um controle de acesso dos usuários por *login* e senha, permitindo ao administrador do Banco

conhecer quem acessa o sistema e o fluxo de *downloads* realizados. O banco é constantemente atualizado conforme o LP-DAAC disponibiliza as composições do produto MOD13Q1 na Internet.

O MOD13Q1 é um dos principais produtos MODIS e é amplamente utilizado pela comunidade científica. Está em sua quinta versão e já apresenta uma década de dados sobre a condição da vegetação em nível mundial, numa resolução espacial de 250 metros, com imagens atualizadas a cada 16 dias. A escolha desse produto para a versão inicial do Banco se deveu à grande demanda dos índices de vegetação nos mais variados tipos de estudos sobre a superfície terrestre.

O Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira reúne imagens prontas para utilização, em formato compatível com a maior parte dos sistemas de processamento de imagens, numa projeção cartográfica usual e em recortes estaduais. Não se trata de um dado novo, mas sim de um processamento de dados já existentes e disponíveis, de forma a tornar mais fácil sua utilização por parte dos usuários de imagens. A formação desse banco só foi possível por conta da política de compartilhamento desses produtos por parte do EOS/NASA, permitindo a qualquer usuário a utilização, modificação e re-distribuição dos dados originais por ele produzidos. Outros produtos produzidos pelo LP-DAAC poderão ser também reprocessados e disponibilizados no banco, como as imagens de temperatura de superfície, albedo, refletância da superfície, entre outros.

4. Conclusões

Os sistemas de processamento apresentados foram fundamentais na automação de atividades de geoprocessamento aplicadas a um grande montante de imagens MODIS. A aplicação GeoNetwork, de código aberto, permitiu a customização do sistema Web para disponibilização dos dados pela Internet, fornecendo ao usuário opções de busca por imagens de acordo com critérios de data, produto e estado da federação. O Banco de Produtos MODIS na Base Estadual Brasileira é uma fonte para auxiliar os usuários das imagens de satélite na aquisição de produtos prontos para utilização nos pacotes de geoprocessamento. Outros produtos MODIS poderão ser inseridos no Banco e disponibilizados à comunidade de usuários.

5. Referências Bibliográficas

- Defries, R. S.; Townshend, J. R. G. NDVI-derived land cover classifications at a global scale. **International Journal of Remote Sensing**, v.15, n.17, p.3567-3586, 1994.
- GeoNetwork Opensource. Disponível em: <<http://geonetwork-opensource.org/index.html>>. Acesso em 10 Nov. 2010.
- Holben, B.N. Characteristics of maximum value composite images from temporal AVHRR data. **International Journal of Remote Sensing**, v.7, p.1417-1435, 1986.
- Huete, A; Liu, H. Q.; Batchily, K.; Leween, W. A comparison of vegetation indices over a global set of TM images for EOS-MODIS. **Remote Sensing of Environment**, n. 59, p. 440-451, 1997.
- Justice, C.O.; Hiernaux, P.H.Y. Monitoring the grasslands of the Sahel using NOAA AVHRR data: Niger, 1983. **International Journal of Remote Sensing**, v.7, n.11, p.1475-1498, 1986.
- LP-DAAC, Aster and MODIS Land Data Products and Services. Disponível em <<https://lpdaac.usgs.gov>>. Acesso em 10 Nov. 2010.
- Price, J.C. Estimating leaf area index from satellite data. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 31, p.727-734, 1993.
- Rouse, J. W.; Haas, R. H.; Schell, J. A.; Deering, D. W. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium, 3., Washington, D. C., 1973. **Proceedings...** Washington, D. C.: NASA. Goddard Space Flight Center, 1973. v. 1, p. 309-317. (NASA SP-351).

Wiegand, G.L.; Richardson, A.J.; Escobar, D.E. Vegetation indices in crop assessment. **Remote Sensing of Environment**, v.35, n.2, p.105-119, 1991.