

## **Sintetização da descrição dos produtos MODLAND de imagens orbitais para monitoramento do Pantanal Mato-grossense**

Julio Ricardo Lisboa de Aragão<sup>1</sup>

Egidio Arai<sup>1</sup>

Fernando Yuzo Sato<sup>1</sup>

Márcio de Morisson Valeriano<sup>1</sup>

Yosio Edemir Shimabukuro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Av. dos Astronautas, 1758 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{julio, egidio, yuzo, valerian, yosio }@dsr.inpe.br

**Resumo.** A importância dos produtos MODIS (*Moderate Resolution Image Spectroradiometer*) tem sido apresentada por diversos trabalhos na literatura. Estes mostram a alta qualidade da informação MODIS para várias aplicações por um número crescente de usuários. Nesse contexto, o principal objetivo deste trabalho é descrever os produtos MODLAND, derivados do sensor MODIS, a bordo da plataforma Terra/Aqua, usada para estudos de ecossistemas terrestres. Estes são oferecidos gratuitamente pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) de modo sistemático, o que favorece seu uso em diversas aplicações. Neste trabalho, são pormenorizadas especificações dos tipos de produto e suas frequências de disponibilidade, para facilitar a escolha dos produtos adequados a usuários diante de seus objetivos de pesquisa. Uma das características mais importantes para o monitoramento de áreas alagadas como o Pantanal é o fácil acesso a produtos de aquisição multitemporal de alta frequência (diária), um recurso importante para a observação remota da complexa dinâmica de inundação destas áreas. As informações sobre os produtos MODLAND estão sintetizadas na forma de uma tabela. Assim, a informação apresentada neste trabalho poderá ser prontamente consultada por diversos usuários para diferentes aplicações.

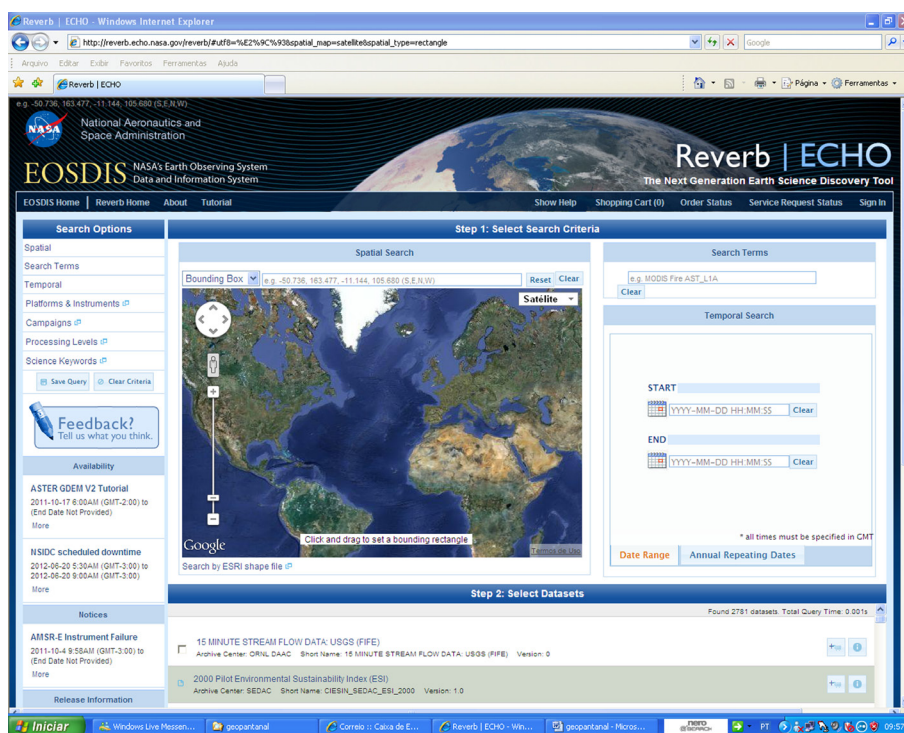
**Palavras-chave:** Produtos MODIS, imagem de refletância de superfície, MODLAND, Pantanal.

**Abstract.** The importance of MODIS (Moderate Resolution Image Spectroradiometer) products has been presented by several works in the literature. These works show the high quality of MODIS information for several applications and then has increased the number of users. In this context, the main objective of this work is to describe the MODLAND products, derived from MODIS sensor onboard of Terra/Aqua platforms, used for the terrestrial ecosystems studies. These products are provided free of charge by NASA (National Aeronautics and Space Administration) in a systematic way, allowing to use them for several applications. In this work, the product types specifications and acquisition frequency are detailed, facilitating the choice of the correct product for users who already have defined their research objectives. One of the most important features for monitoring wetlands like Pantanal floodplain is their easy access to multitemporal high frequency acquisition products (diary), an important feature for remote observations of the complex flooding dynamics in those regions. The information about the MODLAND products is summarized in a table format. Therefore the information presented in this work is promptly useful for several users working with different applications.

**Key-words:** MODIS products, surface reflectance image, MODLAND, Pantanal.

## 1. Introdução

Com o objetivo de compreender melhor o 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, que cruzam o equador as 10:30h e 13:30h no horário local respectivamente. Uma enorme gama de produtos é gerada a partir de dados fornecidos por este sensor para aplicações voltadas aos estudos da atmosfera, oceano e terra, Rudorff et al. (2007). Os produtos do sensor MODIS nas plataformas Terra/Aqua, chamados MODLAND, são fornecidos gratuitamente pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) (NASA, 2005). Os dados MODLAND podem ser adquiridos através da EOSDIS (NASA's Earth Observing System and Data Information System), por acesso ao endereço <<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb>>, NASA (2010), como mostrado na **Figura 1**, onde podem ser definidos um ou mais produtos simultaneamente.



**Figura 1.** Página inicial do novo sítio EOSDIS.

A importância dos produtos MODIS tem sido apresentada em vários trabalhos disponíveis na literatura. Nestes trabalhos são apresentadas e discutidas as especificações de alta qualidade das informações derivadas destes sensores, tais como a alta qualidade no georeferenciamento de suas imagens, gratuidade dos produtos disponibilizados, 36 bandas espectrais e, em especial, a cobertura total do globo terrestre a cada 2 dias (alta resolução temporal), que têm causado o aumento significativo de trabalhos que fazem uso desses dados, incluindo projetos operacionais como a Detecção de Desmatamento em Tempo quase Real (DETER) desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, assim como estudos de aplicação da metodologia do projeto Panamazônia no Pantanal, município de Barão de Melgaço, MT, Duarte et al. (2006), uso de series temporais EVI/MODIS e análise harmônica para o estudo da bacia do rio Taquari, Pardi-Lacruz e Sousa Jr. (2006), monitoramento de desastres naturais utilizando imagens MODIS, Sousa Jr. e Pardi-Lacruz (2006). No caso do Pantanal Matogrossense, as características multitemporais do MODIS mostram-se cruciais para o monitoramento da complexa dinâmica das inundações sazonais desse ecossistema.

Neste contexto, o objetivo principal desse trabalho é descrever os produtos MODLAND, derivados do sensor MODIS a bordo das plataformas Terra e Aqua do Projeto EOS, (*Earth Observing System*), desenvolvidos para os estudos dos ecossistemas terrestres.

## 2. Procedimentos

Neste trabalho serão descritos os produtos do sensor MODIS chamados MODLAND utilizados para o estudo de ecossistemas terrestres, fornecidos gratuitamente pela NASA (NASA (2005)), elucidando mais especificamente os tipos de produtos e sua disponibilidade temporal, facilitando a escolha do produto correto para usuários que já tenham definidas as aplicações. Isto ocorrerá através de uma compilação dos dados referentes a esses produtos.

O pedido dos produtos de interesse neste sítio não é simples devido à quantidade de diferentes produtos, bem como à necessidade da definição do tipo de dado (albedo, temperatura de superfície, índice de vegetação etc.), que podem ser adquiridos em cenas diárias ou em mosaicos de 8 ou 16 dias, a área (*tiles*) e o período de interesse. Os pedidos resultam no recebimento dos dados via FTP (*File Transfer Protocol*).

Visamos aqui, sintetizar as características de cada produto, para facilitar ao usuário a escolha do melhor produto em função das aplicações para o desenvolvimento de seu trabalho. Porém, como citado acima, partimos aqui da premissa que o usuário já tenha sua aplicação definida neste ponto do processo.

Os produtos gerados para estudo da superfície terrestre adotaram a projeção cartográfica Sinusoidal como padrão, dividindo o 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 10°x10°, que correspondem a aproximadamente 1200x1200km e são chamados de *tiles*. A **Figura 2** exemplifica a grade de *tiles* que cobre a América do Sul.

Estes produtos na projeção Sinusoidal são disponibilizados no formato Hierarquical Data Format (HDF). As conversões de projeção cartográfica e de formato de arquivo podem ser realizadas através do utilitário MODIS Reprojection Tool (MRT), como descrito por Aragão et al. (2009), que exemplificam a utilização de um produto MODIS (MOD09) no Sistema de Detecção de Desmatamentos em Tempo Real (DETER), Shimabukuro et al. (2005).

Alguns aplicativos necessitam imagens em 8 bits enquanto que produtos como o MOD09 se encontram no formato de 16 bits. Dessa maneira, foi necessário o desenvolvimento de uma ferramenta para conversão de 16 para 8 bits chamada ConvGeoTif, Arai et al. (2005).

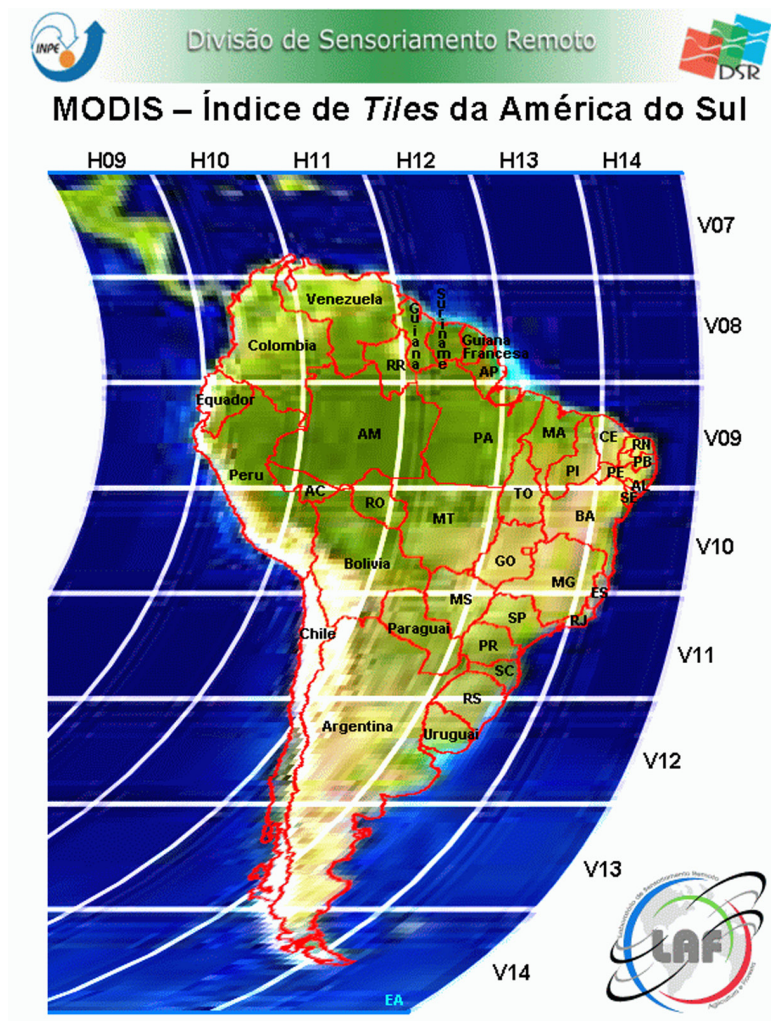


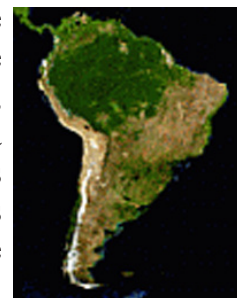
Figura 2. Grade de tiles da América do Sul.

### 3. Produtos MODLAND

Um resumo das descrições dos produtos disponíveis para o estudo dos ecossistemas terrestres denominados MODLAND é apresentado a seguir.

#### 3.1 – Refletância de superfície (MOD09)

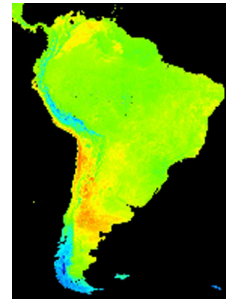
O produto MOD09 é uma estimativa da refletância de superfície, e é disponibilizado nas bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 com os comprimentos de onda centrados em 0,648  $\mu\text{m}$ , 0,858  $\mu\text{m}$ , 0,470  $\mu\text{m}$ , 0,555  $\mu\text{m}$ , 1,240  $\mu\text{m}$ , 1,640  $\mu\text{m}$ , e 2,130  $\mu\text{m}$ , respectivamente. Essas bandas são definidas para o estudo da superfície terrestre (Justice et al., 1998). Juntamente com as bandas espectrais existem informações importantes como qualidade dos pixels, ângulos de incidência solar e visada do sensor e ainda no caso de mosaicos dia do ano do pixel utilizado no mosaico.





### 3.2 – Temperatura da superfície da Terra e emissividade (MOD11)

O produto MOD11 contém a temperatura da superfície da terra (LST – *Land Surface Temperature*) e a emissividade (E), que são variáveis imprescindíveis à descrição dos processos da superfície terrestre necessários para diversos estudos climáticos, hidrológicos, ecológicos e biológicos. As temperaturas estão em Kelvin e disponibilizadas tanto para a passagem diurna como a noturna. Possui ainda informações de qualidade, ângulo de visada, e outras especificações associadas.



### 3.3 - Cobertura da Terra (MOD12)

O produto MOD12 é um mapa de bioma gerado pelos dados MODIS na resolução de 1 km e tem por base o esquema de classificação IGBP (International Geosphere-Biosphere Programme). Este produto é anual, e os dados referentes a 2004 constituem o produto disponível mais recente.



### 3.4 – Índices de vegetação (MOD13)

O produto MOD13 contém os índices de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) e EVI (*Enhanced Vegetation Index*). Normalmente, o NDVI é mais sensível à presença de clorofila e outros pigmentos da vegetação, enquanto que o EVI é mais sensível à variação na estrutura do dossel, incluindo o LAI, a fisionomia da planta e a arquitetura do dossel, Huete et al. (2002). Os dados estão disponíveis nas resoluções de 250m, 500m e 1km em um mosaico gerado por 16 dias de imagens ou mensais com 1km e 5,6km. O produto possui ainda as refletâncias de superfície das bandas espectrais utilizadas no cálculo dos índices de vegetação, dados de qualidade, ângulos de incidência solar e visada do sensor.



NDVI

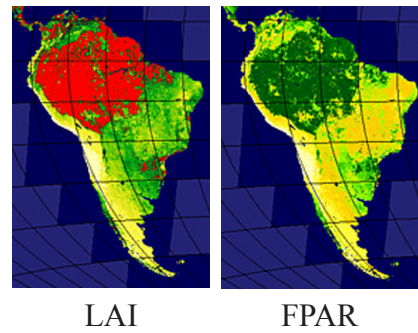
### 3.5 – Anomalias termais, fogo e queima de biomassa (MOD14)

O produto MOD14 contém os dados referentes às anomalias termais, como por exemplo, as queimadas que têm um efeito significativo na ecologia de savanas, nas florestas boreais, nas tundras e nas alterações da cobertura da terra. Uma característica importante desse produto é a inclusão dos registros de ocorrência e do cálculo da energia emitida em cada foco. Os dados estão disponíveis em mosaicos de imagens semanais e mensais.



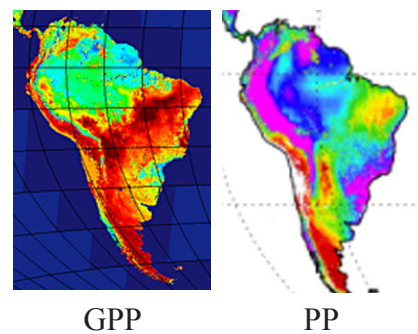
### 3.6 – Índice de área foliar e fração de radiação fotossinteticamente ativa (MOD15)

O produto MOD15 contém os parâmetros de índice de área foliar (LAI; *leaf area index*) e fração da radiação fotossinteticamente ativa (FPAR) absorvida pela vegetação. O LAI representa a propriedade estrutural do dossel da vegetação, correspondente à área de folhas por unidade de área do terreno. A FPAR é uma estimativa da fração da radiação solar incidente fotossinteticamente ativa que é absorvida pela vegetação. Disponível em imagens diárias ou em mosaicos de 8 dias.



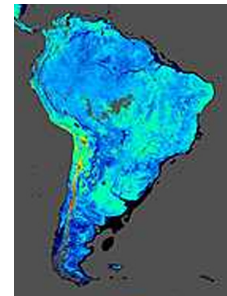
### 3.7 – Fotossíntese líquida e produtividade primária (MOD17)

O produto MOD17 consiste na medida da fotossíntese líquida e da produtividade primária. A produtividade primária é a taxa com que a energia luminosa é convertida em biomassa, em que a soma total da energia convertida é denominada produtividade primária bruta (GPP – *Gross Primary Production*).



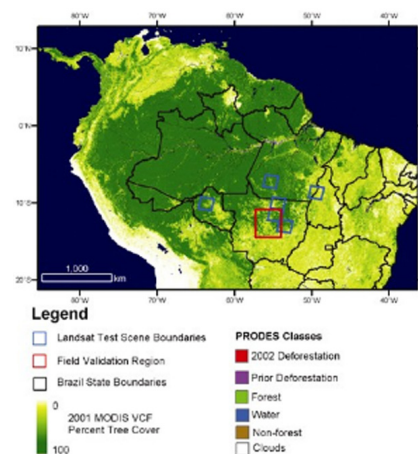
### 3.8 – BRDF/Albedo (MOD43)

O produto MOD43 refere-se aos parâmetros da distribuição da função da refletância bidirecional (BRDF) e do albedo. O conhecimento da BRDF permite corrigir observações a partir da normalização dos ângulos de visada e de iluminação para aqueles de uma geometria padrão. O albedo é definido como a fração de energia incidente que é refletida pela superfície de volta para a atmosfera e pode ser usado no monitoramento das superfícies vegetadas.



### 3.9 – Campos contínuos de vegetação (MOD44)

O produto MOD44 contém a conversão da cobertura vegetal (VCC – *Vegetation Cover Conversion*) e os campos contínuos de vegetação (VCF – *Vegetation Continuous Field*), para identificação de alterações na cobertura vegetal da Terra. Os itens de legenda correspondem aos principais processos observados na dinâmica entre as classes gerais predominantes de cobertura e uso dos solos.



As informações gerais dos produtos funcionalmente descritos no resumo acima podem ser encontradas de modo mais específico e abrangente em Rudorff et al. (2007), que apresentam um compêndio descritivo dos produtos e das aplicações dos dados MODIS. Em complemento a esta descrição funcional resumida, a totalidade dos subprodutos MODLAND, pormenorizados com nome do produto, resolução espacial e frequência, é apresentada no **Quadro 1**.

É oportuno ressaltar que os produtos de prefixo MOD são produtos obtidos pelo satélite Terra, enquanto que aqueles com prefixo MYD são produtos obtidos pelo satélite Aqua, e os de prefixo MCD são produtos mistos, obtidos da combinação das duas plataformas, isto é, são utilizados dados dos sensores das duas plataformas para a geração do produto final. Outro detalhe a ser ressaltado refere-se ao produto MOD14/MYD14, cuja frequência é diária (*Diária (5min)*), mas não está na projeção Sinusoidal e sim na forma original da varredura do satélite e o conjunto destes dados encontra-se dividido em *granules* de 5 em 5 minutos.

Na **Figura 3** é apresentado um exemplo prático do uso do produto MOD09 (Refletância da Superfície), visando mostrar o Pantanal em épocas distintas. Nas duas cenas apresentadas, os limites do Pantanal do território brasileiro estão sobrepostos à composição de imagens de refletância de 3 bandas espectrais (**Quadro 2**), cuja resposta evidencia a dinâmica de inundação entre o período de seca e o período em que a região se encontra alagada. As diferenças de situação quanto à área de inundação no intervalo apresentado (janeiro a abril de 2011) podem ser monitoradas em períodos relativamente curtos com os produtos diários ou em mosaicos de alta resolução temporal.

**Quadro 1 - Produtos MODLAND**

<b>Produto</b>	<b>Nome</b>	<b>Resolução</b>	<b>Frequência</b>
<b>MOD09GA/MYD09GA</b>	Refletância de superfície - Bandas: 1-7	500/1000m	Diária
<b>MOD09GQ/MYD09GQ</b>	Refletância de superfície - Bandas: 1-2	250m	Diária
<b>MOD09CMG MYD09CMG</b>	Refletância de superfície - Bandas: 1-7	5600m	Diária
<b>MOD09A1/MYD09A1</b>	Refletância de superfície - Bandas: 1-7	500m	8 dias
<b>MOD09Q1/MYD09Q1</b>	Refletância de superfície - Bandas: 1-2	250m	8 dias
<b>MOD11A1/MYD11A1</b>	Temperatura da superfície/Emissividade	1000m	Diária
<b>MOD11A2/MYD11A2</b>	Temperatura da superfície/Emissividade	1000m	8 dias
<b>MOD11B1/MYD11B1</b>	Temperatura da superfície/Emissividade	6000m	Diária
<b>MOD11C1/MYD11C1</b>	Temperatura da superfície/Emissividade	5600m	Diária
<b>MOD11C2/MYD11C2</b>	Temperatura da superfície/Emissividade	5600m	8 dias
<b>MOD11C3/MYD11C3</b>	Temperatura da superfície/Emissividade	5600m	Mensal
<b>MOD12Q1</b>	Tipo de cobertura da Terra (Terra)	1000m	Anual

Continua...

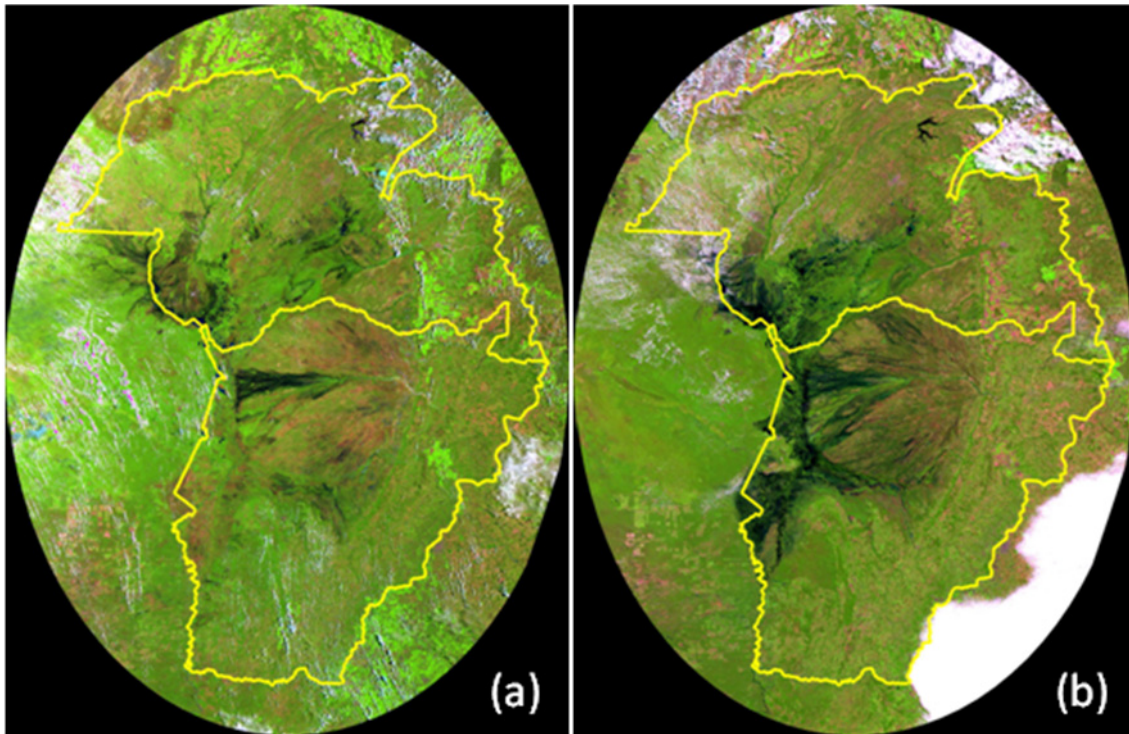
...Continua

<b>MCD12Q1</b>	Tipo de cobertura da Terra (Terra/Aqua)	500	Anual
<b>MOD12Q2</b>	Dinâmica da cobertura da Terra (Terra)	1000m	Anual
<b>MCD12Q2</b>	Dinâmica da cobertura da terra (Terra/Aqua)	500m	Anual
<b>MOD12C1</b>	Tipo de cobertura da Terra (Terra)	5600m	Anual
<b>MCD12C1</b>	Tipo de cobertura da terra (Terra/Aqua)	5600m	Anual
<b>MOD13A1/MYD13A1</b>	Índice de Vegetação	500m	16 dias
<b>MOD13A2/MYD13A2</b>	Índice de Vegetação	1000m	16 dias
<b>MOD13Q1/MYD13Q1</b>	Índice de Vegetação	250m	16 dias
<b>MOD13A3/MYD13A3</b>	Índice de Vegetação	1000m	Mensal
<b>MOD13C1/MYD13C1</b>	Índice de Vegetação	5600m	16 dias
<b>MOD13C2/MYD13C2</b>	Índice de Vegetação	5600m	Mensal
<b>MOD14/MYD14</b>	Anomalias Termiais, Fogo e queima de Biomassa	1000m	Diária (5min.)
<b>MOD14A1/MYD14A1</b>	Anomalias Termiais, Fogo e queima de Biomassa	1000m	Diária
<b>MOD14A2/MYD14A2</b>	Anomalias Termiais, Fogo e queima de Biomassa	1000m	8 dias
<b>MCD15A2</b>	Índice de Área Foliar/FPAR (Terra/Aqua)	1000m	8 dias
<b>MOD15A2/ MYD15A2</b>	Índice de Área Foliar/FPAR	1000m	8 dias
<b>MOD17A2/MYD17A2</b>	Fotossíntese Líquida e Produtividade Primária	1000m	8 dias
<b>MCD43A3</b>	Albedo (Terra/Aqua)	500m	16 dias

**Quadro 2 - Especificações das bandas do sensor MODIS**

Banda	Largura de Banda (nm)	Resolução Espacial (m)	Banda	Largura de Banda (nm)	Resolução Espacial (m)
1	620-670	250	19	915-965	1000
2	841-875	250	20	3660-3840	1000
3	459-479	500	21	3929-3989	1000
4	545-565	500	22	3929-3989	1000
5	1230-1250	500	23	4020-4080	1000
6	1628-1652	500	24	4433-4498	1000
7	2105-2155	500	25	4482-4549	1000
8	405-420	1000	26	1360-1390	1000
9	438-448	1000	27	6535-6895	1000
10	483-493	1000	28	7175-7475	1000
11	526-536	1000	29	8400-8700	1000
12	546-556	1000	30	9580-9880	1000
13	662-672	1000	31	10780-11280	1000
14	673-683	1000	32	11770-12270	1000
15	743-753	1000	33	13185-13485	1000
16	862-877	1000	34	13485-13785	1000
17	890-920	1000	35	13785-14085	1000
18	931-941	1000	36	14085-14385	1000





**Figura 3** - Composição colorida do produto MOD09 utilizando as bandas 1(B), 2(G) e 6(R), Aquisição: 31/jan/2011 (a) e 28/abr/2011 (b).

#### 4. Considerações Finais

Com a compilação dos dados apresentados, espera-se definir um ponto de partida aos usuários que buscam a escolha do melhor dos produtos voltados ao estudo de ecossistemas terrestres (MODLAND), na definição mais satisfatória e conveniente à aplicação adequada ao desenvolvimento de seu trabalho. Portanto, a informação fornecida por este trabalho será muito útil para vários usuários que trabalham com diferentes aplicações. Entre as especificações desta família de dados, ressalta-se a multiplicidade de recursos para estudos multitemporais, o que vem a favorecer em especial o monitoramento de áreas do Pantanal Motogrossense, dada a complexa dinâmica sazonal de seus ciclos de cheia e vazante.

#### 5. Referências

Aragão, J. R. L.; Arai, E.; Shimabukuro, Y. E. Preparação dos produtos MODIS para aplicações operacionais como o Projeto DETER (Detecção de áreas desflorestadas em tempo quase real). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14. (SBSR), 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 2531-2537. DVD, On-line. ISBN 978-85-17-00044-7. (INPE-15812-PRE/10422). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.12.34.07>>.

Arai, E.; Freitas, R. M.; Anderson, L. O.; Shimabukuro, Y. E. Análise Radiométrica de Imagens MOD09 em 16bits e 8bits. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, p. 3983-3990, 2005. 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>>.

- Duarte, V.; Martini, P. R.; Shimabukuro, Y. E.; Arai, E. Aplicação da metodologia do projeto panamazônia no Pantanal, município de Barão de Melgaço, MT. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1. (GEOPANTANAL), 2006, Campo Grande. Anais... Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2006. p. 608-612. CD-ROM. ISBN 85-17-00029-3. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.13.40>>. Acesso em: 02 ago. 2012.
- Huete, A.; Didan, K.; Miura, T.; Rodriguez, E. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v.83, p.195-213, 2002.
- Justice, C.O.; Vermote, E.; Townshend, J. R.G.; DeFries, R.; Roy, P.D; Hall, D.K, Salomonson, V.; Privette, J.L.; Riggs, G.; Strahler, A.; Lucht, W.; Myneni, B; Knyazikhin, Y.; Running, W.S.; Nemani, R.R.; Wan, Z.; Huete, A.R.; Leeuwen, W.V.; Wolfe, R.E.; Giglio, L.; Muller, J.P; Lewis, P.; Barnsley, M. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): land remote sensing for global change research. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 36, n. 4, p. 1228-1247, 1998.
- Lacruz, M. S. P.; Júnior, M. A. S. Uso de series temporais EVI/MODIS e análise harmônica para o estudo da bacia do rio Taquari. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1. (GEOPANTANAL), 2006, Campo Grande. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2006. p. 848-855. CD-ROM. ISBN 85-17-00029-3. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.13.42>>. Acesso em: 02 ago. 2012.
- Sousa Júnior, M. A.; Pardi-Lacruz, M. S. Monitoramento de desastres naturais utilizando imagens MODIS - estudo de caso: Pantanal. In: SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, 1. (GEOPANTANAL), 2006, Campo Grande. **Anais...** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária; São José dos Campos: INPE, 2006. p. 739-748. CD-ROM. ISBN 85-17-00029-3. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m17@80/2006/12.08.14.01>>. Acesso em: 02 ago. 2012.
- NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Earth observing system data information system**. Disponível em: <<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>>. Acesso em: 15 Jun. 2012.
- Rudorff, B. F. T.; Shimabukuro, Y. E.; Ceballos, J. C. **Sensor MODIS e Suas Aplicações Ambientais no Brasil**. São José dos Campos, SP: Editora Parentese, cap. 2, p 23-35, 2007.
- 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. **Deteção de áreas desflorestadas em tempo real: Conceitos básicos, desenvolvimento e aplicação do projeto DETER**. São José dos Campos: INPE, 63p., 2005. (INPE-12288-RPQ/796). Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/04.01.16.28>>.