

## Definição da data de plantio para auxiliar o monitoramento da moratória da soja

Pedro Valle de Carvalho e Oliveira<sup>1</sup>  
Marcos Adami<sup>1</sup>  
Arley Ferreira de Souza<sup>1</sup>  
Ramon Morais de Freitas<sup>1</sup>  
Bernardo Friedrich Theodor Rudorff<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{pedrovco, adami, ramon, bernardo}@dsr.inpe.br, arley@dpi.inpe.br

**Abstract.** The present work has the objective to identify soybean planting date within deforested fields in the Amazon biome within the context of the soy moratorium. The definition of the soybean planting date is important to indicate the best period or date to perform the aircraft survey that should assure the correct identification of soybean within deforested fields after the soy moratorium. The study area is the municipality of Dom Eliseu, Pará State, Brazil. A temporal series of MODIS/EVI data was generated from the beginning of 2001 until July 2010 in intervals of 8 days as available for the MOD09Q1 product. A web tool was developed to assist the visual analysis of the EVI temporal series together with recent available Landsat-TM images to define the crop planting date. Based on the planting date the best dates for aerial survey were estimated for the crop year of 2009/10.

**Palavras-chave:** planting date, soy moratorium, MODIS/EVI images, data de plantio, moratória da soja, imagens MODIS/EVI.

### 1. Introdução

A moratória da soja tem por finalidade a não comercialização da soja oriunda de áreas desflorestadas a partir de 24 de julho de 2006 para frear o desflorestamento em decorrência da expansão da sojicultura no bioma Amazônico. O Grupo de Trabalho da Moratória da Soja (GTS) vem, desde a safra 2007/2008, fazendo o monitoramento das áreas de cultivo de soja em desflorestamentos identificados pelo PRODES por meio de sobrevôo e visitas *in loco*. A partir da safra 2009/10 o GTS conta com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) na utilização de imagens de satélites de sensoriamento remoto destinadas a auxiliar na identificação de áreas com culturas agrícolas para, em seguida, serem sobrevoadas e visitadas *in loco* a fim de verificar a presença de soja nas áreas desmatadas posteriormente à data fixada pela moratória da soja (ABIOVE, 2010, RUDORFF et al., 2010). Uma das dificuldades encontradas na identificação das áreas de soja por meio do sobrevôo consiste na definição da data de plantio da soja para assegurar que o sobrevôo seja feito na época correta e coincida com o máximo desenvolvimento da cultura, que ocorre cerca de 60 dias após o plantio, segundo Adami (2010).

Sakamoto et al. (2005) utilizaram dados de EVI com 500 m de resolução espacial para identificar os diferentes estádios fenológicos da cultura do arroz em diferentes localidades do Japão. Eles propuseram uma filtragem por *wavelet* (Coiflet=4) dos dados de EVI e, com base nos cálculos de máximo e mínimo da primeira derivada e nos estudos dos pontos de inflexão (derivada segunda=0), determinaram as prováveis datas do plantio, do máximo vigor vegetativo e da época da colheita. Adami (2010) utilizou dados MOD09, com resolução espacial de 250m e resolução temporal de 8 dias para estimar a data de plantio da cultura da soja na região de Castro, no Paraná. Neste estudo o autor comparou diversos tipos de filtragem e chegou à conclusão de que a filtragem por *wavelet* (Db=6) foi a que gerou melhores resultados para estimar as datas de plantio. Seus resultados concordam com os obtidos por Sakamoto et al. (2005) que indicam a relação entre os pontos de inflexão da curva e as datas de plantio, de máximo vigor vegetativo e de época de colheita.

Desta forma, o presente trabalho visa identificar a data de plantio de soja em polígonos desflorestados do PRODES a fim de prever o melhor período para realização de sobrevôos para identificação de soja em áreas desmatadas depois do dia 24 de julho de 2006.

## 2. Materiais e Métodos

A área de estudo abrange o município de Dom Eliseu, localizado no leste do estado do Pará, entre os paralelos 3°45'00''S e 4°40'00''S e os meridianos 48°30'00''W e 47°20'00''W aproximadamente, conforme se observa nas Figuras 1a e 1b. O município se encontra no bioma amazônico. Na Figura 1b são destacados os polígonos identificados pelo PRODES, sobrevoados pela Globalsat no início do ano de 2010 e que servirão para determinar a época do sobrevôo ideal na localidade, com base na data de plantio.

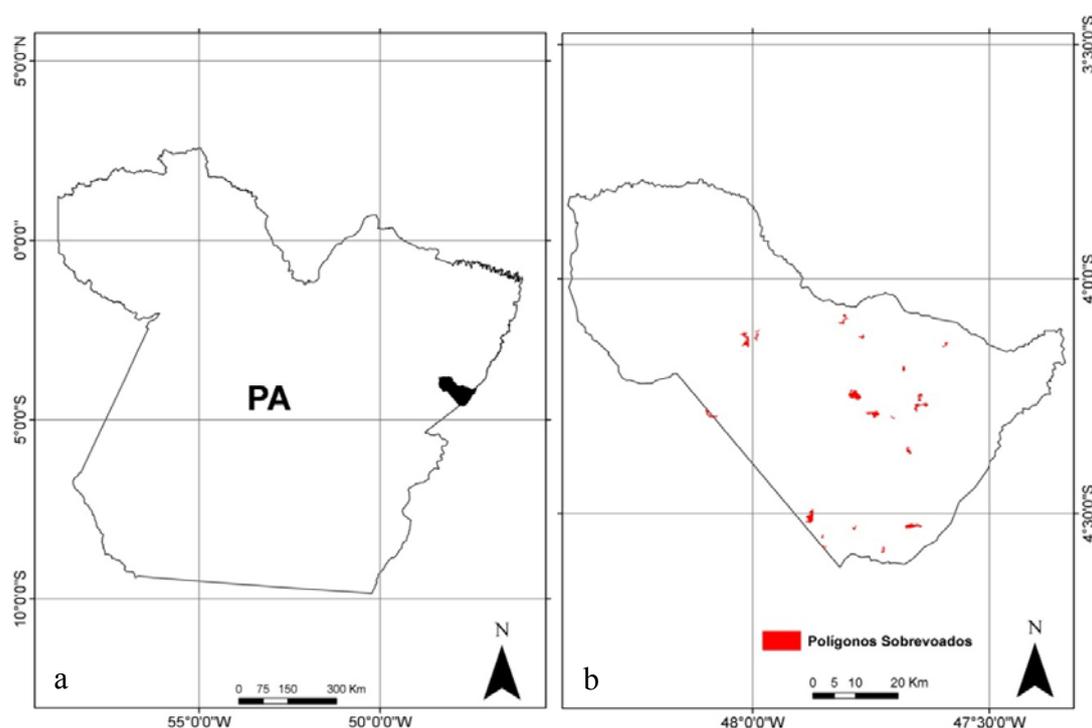


Figura 1.(a) Localização do município de Dom Eliseu no estado do Pará e (b) polígonos sobrevoados pela Globalsat no município.

Para o presente trabalho foram obtidos valores de EVI (equação 1) como descritos por Huete et al. (2002),

$$EVI = \frac{G*(\rho_{NIR}-\rho_{Red})}{(\rho_{NIR}+C_1*\rho_{Red}-C_2*\rho_{Blue}+L)} \quad (1)$$

na qual,  $\rho_{NIR}$ ,  $\rho_{Red}$  e  $\rho_{Blue}$  são as reflectâncias bidirecionais de superfície corrigidas atmosféricamente (Rayleigh e absorção de ozônio) na região do infravermelho próximo, vermelho e azul, respectivamente;  $G$  é um fator de ganho igual a “2,5”;  $C_1$  e  $C_2$  são coeficientes de resistência a aerossol que usa a banda do azul para corrigir a banda do vermelho, de valores “6” e “7,5”, respectivamente;  $L$  é um ajuste de fundo de dossel de valor igual a “1”. Essa equação foi aplicada nos valores de reflectância de superfície do produto MOD09Q1 de resolução espacial de 250 m, que agrega as bandas 1 e 2, correspondendo às porções do espectro eletromagnético do vermelho e infravermelho próximo, respectivamente. Foi utilizada também a banda 3, que se encontra na região do azul do espectro eletromagnético, do produto MOD09A1 de resolução 500 m. No caso da banda do azul, sua

resolução espacial foi reamostrada para 250 m, utilizando o interpolador vizinho mais próximo, de maneira a deixá-la com a mesma resolução espacial das demais bandas. Foi gerada uma série temporal de dados EVI desde o início do ano de 2001 até julho do ano de 2010, com intervalo de oito dias, conforme a disponibilidade dos produtos MOD09Q1 e MOD09A1.

Os polígonos do PRODES selecionados para monitoramento (RUDORFF et al., 2010) passaram por um processo de geração de um *buffer* de 500 m. Estas áreas (polígonos mais *buffer*) foram usadas como uma máscara para recorte da série temporal de imagens do Modis. Todos os centróides dos pixels que faziam intercessão com esta área foram selecionados, evitando a exclusão de pixels de borda que poderiam contribuir para a análise do trabalho. Como resultados desse processo obtiveram-se os valores de EVI somente para as áreas que se objetiva estudar, minimizando um eventual custo computacional e pessoal, por não se tratar de usar toda a cena Modis. Posteriormente, em cada pixel selecionado, foi realizada uma análise visual, observando seu comportamento espectro-temporal.

Foi desenvolvida uma ferramenta de *web* (Figura 2) capaz de auxiliar e facilitar a análise visual das curvas de EVI para determinar as datas de plantio da soja para cada pixel e ainda agregar imagens do sensor Landsat TM para aperfeiçoar ainda mais essa análise visual.

Por fim, após identificar as prováveis datas de plantio, buscou-se encontrar a melhor data para se planejarem os sobrevôos. Segundo comunicado técnico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento de El-Husny et al. (2003), existe mais de um cultivar apto a ser cultivado na região em estudo e cada um deles tem um ciclo específico nas fases vegetativas e reprodutivas. Na Tabela 1 são explicitados os cultivares, indicando o número de dias após plantio para atingir a floração e a duração do ciclo. Observa-se que, em média, a floração é atingida 44 dias após o plantio, sendo essa época indicada para identificar a soja no sobrevôo.

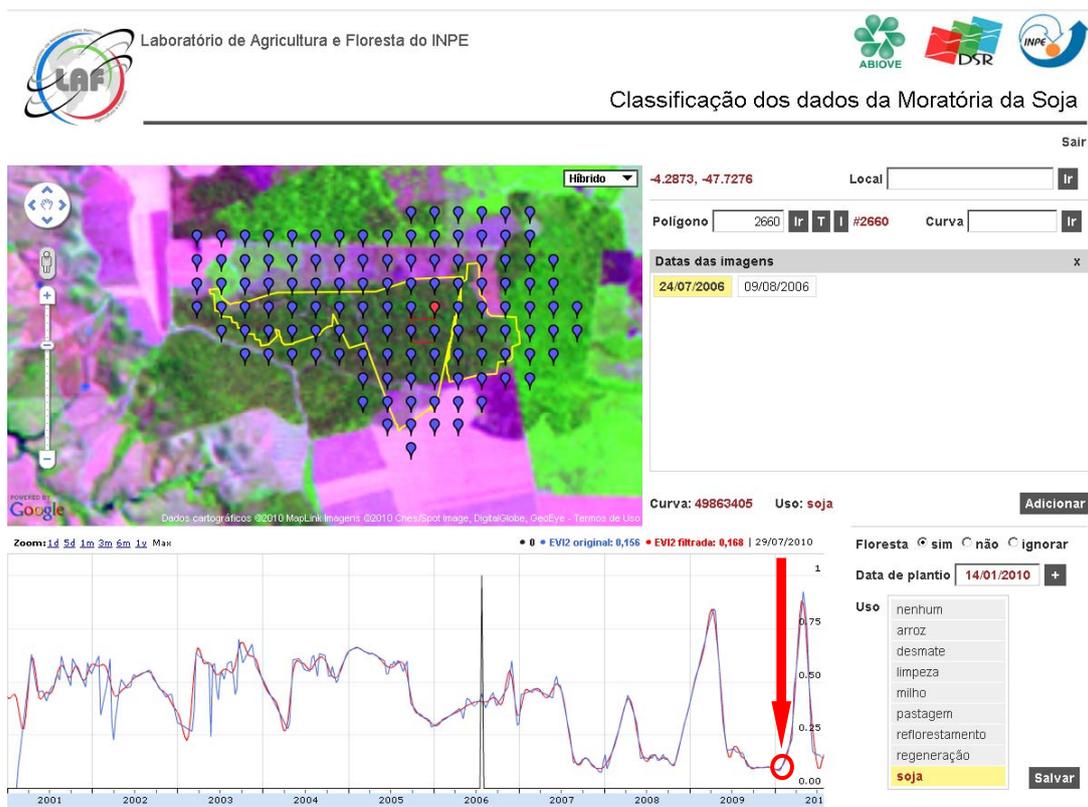


Figura 2. Layout da interface em web criada para auxílio nos trabalhos da moratória da soja.

Tabela 1. Relação entre as diferentes cultivares e suas respectivas épocas de floração e duração do ciclo.

Cultivares	Floração (dias após plantio)	Ciclo (dias após o plantio)
Sambaíba	44	106
Mirador	40	104
Tracajá	42	108
Seridó RCH	51	114

Adaptado de: El-Husny et al. (2003)

### 3. Resultados

A partir da análise das curvas, pode-se observar as mudanças de uso e cobertura da terra, corroborando os trabalhos de Morton et al. (2006), Brown et al. (2007) e Wardlow et al. (2007). Os valores de EVI da série temporal (figura 3), que oscilam entre 0,4 e 0,6, indicam um padrão de floresta, conforme destacado no círculo verde da Figura 3. A sazonalidade das culturas agrícolas também fica bem destacada na série temporal de dados EVI, conforme indicado pelo círculo amarelo da Figura 3. Esta variação típica para culturas agrícolas também foi constatada por Brown et al (2007) e Wardlow et al. (2007).



Figura 3. Variação temporal dos valores de EVI para uma área de floresta ente 2000 e final de 2006 convertida, gradualmente, em cultura agrícola a partir de setembro de 2008.

Da mesma forma como propôs Sakamoto et al. (2005), a identificação da data de plantio, com base nos valores de mínimo EVI apresentados na Figura 4, para pixels em cada um dos 12 polígonos, possibilitou observar que, no município de Dom Eliseu, o início do plantio da soja no ano-safra 2009/2010 ocorreu ao longo do mês de janeiro. Assim, após se somarem 44 dias, os sobrevãos ideais seriam a partir do final de fevereiro até meados do mês de março, sendo mais indicados no início do mês de março. Marcar sobrevão durante esse período é adequado, uma vez que o máximo vigor vegetativo é atingindo posteriormente, assim evitando encontrar soja já colhida nos talhões monitorados.

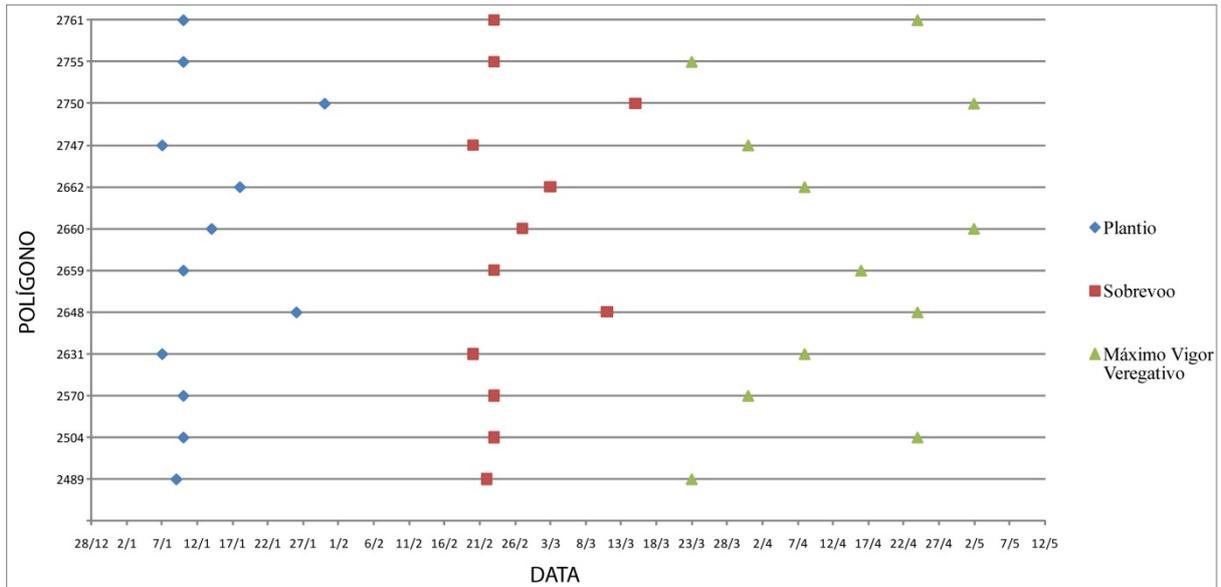
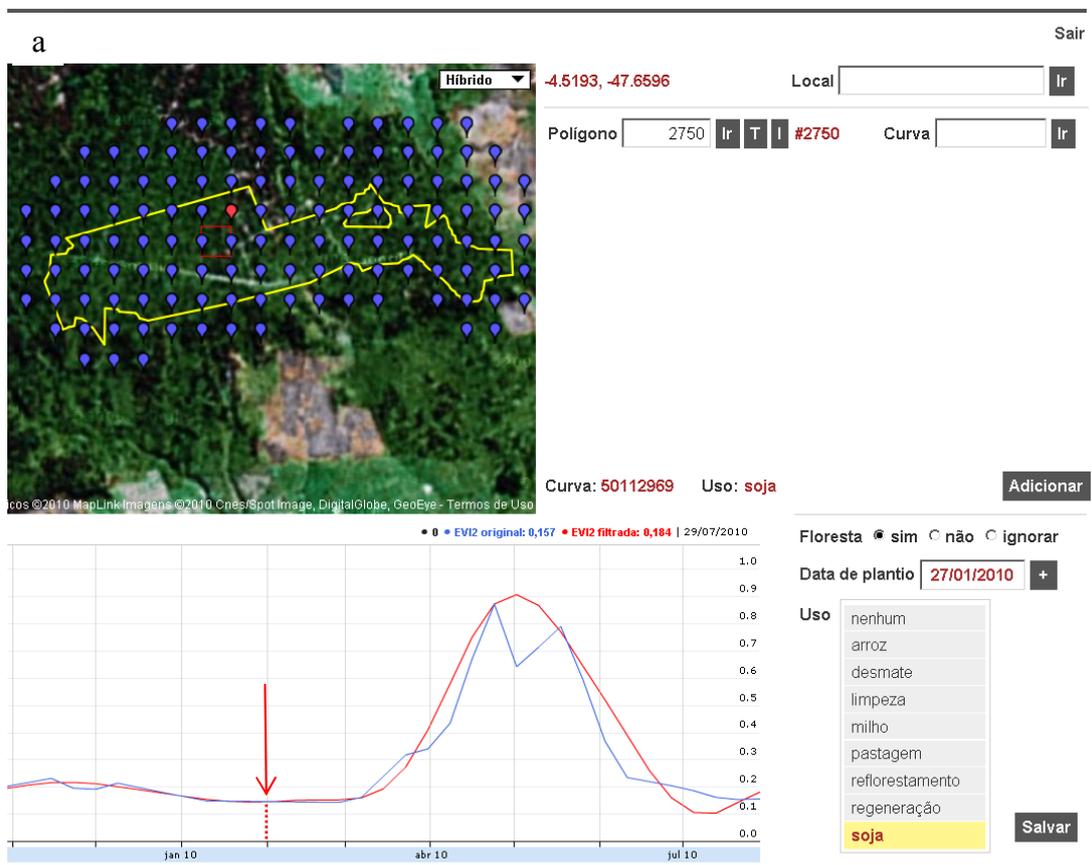


Figura 4. Datas de plantio, sobrevôo e máximo vigor vegetativo extraídas de pixels inseridos nos polígonos para o ano-safra 2009/2010.

Era esperada alguma variação das datas de plantio entre polígonos, pois não é habitual que todos os produtores plantem soja num mesmo momento. Essa variação ocorre, entre outras razões, pois os produtores usam diferentes datas como prevenção de algum advento climático que reduza a produtividade e que traga prejuízo ao agricultor. Houve também uma grande variação intra-polígonos. Isso se explica pela interferência dos pixels de borda mostrados nas Figuras 5a e 5b, justificando, assim, a opção por analisar apenas pixels contidos dentro dos polígonos monitorados.



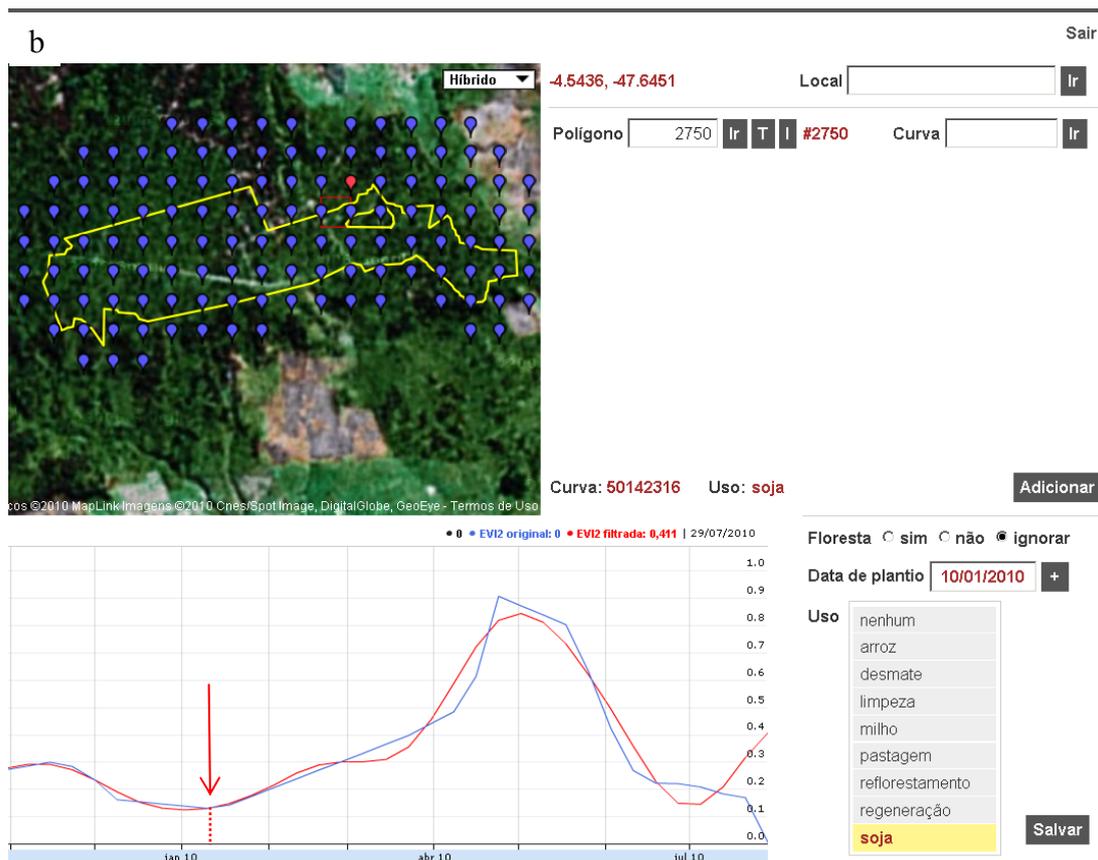


Figura 5. Relação entre resposta espectral de pixel totalmente inserido (a) e na borda (b) do polígono 2750.

Outro fator que pode trazer inconsistências em relação às datas de plantio é o fato de os produtos MOD09Q1 e MOD09A1 serem composições de oito dias, nas quais é selecionado o pixel que esteja melhor representado ao longo desses oito dias. Pode ocorrer de um pixel, em composições anteriores e/ou posteriores, apresentar valores que não correspondam, naquele momento, ao que se espera para seu valor de reflectância de superfície, devido à presença de nuvens.

#### 4. Considerações Finais

O desenvolvimento da interface em web foi fundamental para se determinar de forma coerente as prováveis datas de plantio da soja, de máximo vigor vegetativo e, conseqüentemente, a melhor data para realizar o sobrevôo que, no ano safra 2009/10, foi entre dezembro de 2009 e março de 2010.

#### Referências Bibliográficas

Adami, M. **Estimativa da data de plantio por meio de séries temporais de imagens Modis**. 2010. Tese (Doutorado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 104 p.

Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais (ABIOVE). **Moratória da Soja – 3º Ano do Mapeamento e Monitoramento do Plantio de Soja no Bioma Amazônia**. Disponível em: <[http://www.abiove.com.br/sustent/relatorio09/moratoria09\\_relatorio\\_jul10\\_br.pdf](http://www.abiove.com.br/sustent/relatorio09/moratoria09_relatorio_jul10_br.pdf)>. Acesso em: 13 out. 2010.

Brown, J. C.; Jepson, W. E.; Kastens, J. H.; Wardlow, B. D.; Lomas, J.; Price, K. P. Multitemporal, Moderate-Spatial-Resolution Remote Sensing of Modern Agricultural Production and Land Modification in the Brazilian Amazon, **GIScience & Remote Sensing** v.44, n.2, p.117-148, 2007.

El-Husny, J. C.; Andrade, E. B.; Almeida, L. A.; Klepker, D.; Meyer, M. C. BRS Tracajá: cultivar de soja para a região Sul do Pará. Belém, Pará: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2003. 6p. (ISSN 1517-2244). Disponível em: <[http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes\\_online/comunicado-tecnico/2003/brs-tracaja-cultivar-de-soja-para-a-regiao-sul-do-para-com-tec-83](http://www.cpatu.embrapa.br/publicacoes_online/comunicado-tecnico/2003/brs-tracaja-cultivar-de-soja-para-a-regiao-sul-do-para-com-tec-83)>. Acesso em: 01 nov. 2010.

Huete, A.; K. Didan, K.; T. Miura, T.; Rodriguez, E.P.; Gao, X.; Ferreira, L.G. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. **Remote Sensing of Environment**, v. 83, p. 195-213, 2002.

Morton, D. C.; DeFries, R. S.; Shimabukuro, Y. E.; Anderson, L. O.; Arai, E.; Espirito-Santo, F. del B.; Freitas, R.; Morisette, J. Cropland expansions changes dynamics in the southern Brazilian Amazon. **PNAS**, v. 103, p.14637-14641, 2006.

Rudorff, B. F. T.; Adami, M.; Aguiar, D. A.; Moreira, M. A.; Mello, M. P.; Fabrini, L.; Amaral, D. F.; Pires, B. M. The Soy Moratorium in the Amazon Biome Monitored by Remote Sensing Images. **Remote Sensing**, 2010. (artigo submetido)

Sakamoto, T.; Yokozawa, M.; Toritani, H.; Shibayama, M.; Ishitsuka, N.; Ohno, H. A crop phenology detection method using time-series MODIS data. **Remote Sensing of Environment**, v. 96, p. 366–374, 2005.

Wardlow, B. D.; Egbert, S. L.; Kastens, J. H. Analysis of Time-Series MODIS 250-m Vegetation Index Data for Crop Classification in the U.S. Central Great Plains. **Remote Sensing of Environment**, v. 108, p. 290-310, 2007.