

Identificação prévia de talhões de soja no Mato Grosso a partir de imagens MODIS – avaliação dos valores de área plantada

Isaque Daniel Rocha Eberhardt¹
Rodrigo Rizzi¹
Joel Rizzo²

1 – Universidade Federal de Pelotas – UFPel

Campus Universitário S/N. Caixa Postal 354, 96.001-970 - Capão do Leão - RS, Brasil
isaquedanielre@yahoo.com.br, rodrigo.rizzi@ufpel.edu.br

2 – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

Av. dos Astronautas, 1758. Caixa Postal 515, 12.227-010 – São José dos Campos - SP, Brasil
risso@dsr.inpe.br

Abstract: The CEI Preview Estimate (CEI-PE) is an alternative approach that uses images acquired prior to canopy peak development in order to antedate soybean detection up to 45 days comparing to the original CEI methodology. The aim this paper was present a municipality assessment of three preview acreage estimates using CEI-PE over Mato Grosso State in crop year 2005/2006. In the three CEI-PE we composed MaxEVI using images acquired up to Day Of Year (DOY) 48, 32, and 16, retrieving CEI-49, -33, and -17 estimates, respectively. In this case, we varied CEI threshold to retrieve the same State soybean acreage in all three estimates. Finally, we compared CEI-PE against original CEI results in 42 municipalities that comprised 92% of the State soybean acreage. Furthermore, it was possible to antedate soybean acreage in Mato Grosso State up to 16 days in comparison to the original CEI technique since CEI-49 provided accuracy around 95% for 35 municipalities (close to 89% of the studied area). In CEI-33 and -17 we found this accuracy to 20 and 15 municipalities, which represent 60 and 43% of the studied area, respectively. Moreover, municipalities with large soybean area within the main producing regions showed smaller estimates variation and errors in all CEI-PE as well as better agreement even in CEI-17. On the other hand, we observed large relative errors in some municipalities in all CEI-PE estimations, where the composited MODIS image acquired from DOY 49 to 64 was crucial to soybean acreage estimation.

Keywords: Remote sensing; vegetation index, estimation area, thematic maps, MODIS.

1. Introdução

Em nível global, a cultura da soja cobriu 102 milhões de hectares na safra 2011/2012, uma das maiores áreas na produção agrícola mundial (USDA, 2012a). Na mesma safra, o Brasil alcançou o patamar de 25 milhões de hectares cultivados com soja (IBGE, 2012), que resultou em uma produção de aproximadamente 66 milhões de toneladas (CONAB, 2012a). O Estado do Mato Grosso (MT) responde por 27% da área total cultivada no país. Parte desta produção é destinada às exportações, com negócios que contabilizaram aproximadamente US\$ 24 bilhões na safra 2011/2012, representando uma importante fonte de divisas para o Brasil (CONAB, 2012b). Estes números posicionam o Brasil como segundo maior produtor e exportador mundial de soja (MDIC, 2010).

Uma atividade econômica de tamanha expressão mobiliza um grande número de atores em um ambiente de grande competitividade, para os quais a soja e seus subprodutos são os ativos econômicos a serem transacionados. Desta maneira, estes atores, demandam por informações confiáveis e em tempo oportuno sobre a safra de soja para conduzir decisões com vistas a aumentar a lucratividade em seus negócios. Uma das maneiras para produzir este tipo de informação, é através dos sensores agropecuários, entretanto, estes necessitam de elevados investimentos e sua realização demanda um prazo relativamente longo até a divulgação dos resultados (Pino, 1999). Semelhantemente, existem os levantamentos realizados por amostragem (Adami et al., 2010), bem como o Levantamento Sistemático de Produção Agrícola (LSPA; IBGE, 2002), realizado pelo IBGE, que possibilita a produção de

estimativas de área cultivada e de produtividade mais ágeis e menos onerosas que os censos agrícolas. Entretanto, os valores de área são obtidos a partir de opiniões e informações de agentes locais, impondo ao LSPA um caráter subjetivo e impossibilitando a aplicação de mecanismos de controle dos erros envolvidos nestas estimativas (Pino, 2001). Da mesma forma, este tipo de levantamento apresenta limitações para captar pequenas variações entre as safras, particularmente em regiões de fronteira agrícola. Por fim, outra limitação é o fato das estimativas em nível municipal, de maneira geral, só ficarem disponíveis após um longo período depois da safra analisada, com defasagem de até dois anos.

Outra forma de produzir tais informações é através do uso de imagens de sensores orbitais. Diversos trabalhos têm apontado esta tecnologia como alternativa para a geração de estimativas em escala regional através do mapeamento das culturas, como opção aos métodos anteriormente citados (Rizzi e Rudorff, 2005; Rudorff et al., 2005). Entretanto, esta técnica apresenta limitações para a sua aplicação em escalas estadual e nacional, particularmente em função da presença de nuvens, principalmente em regiões tropicais, tal como o MT (Asner, 2001).

A partir do lançamento do Sensor orbital *MODerate resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), o problema da cobertura de nuvens foi minimizado, em virtude das características do sensor, que recobre completamente a superfície terrestre em dois dias. Desta forma, é possível a formação de imagens e produtos compostos ao longo de determinados períodos, com os pixels de melhor qualidade no período em questão (Leeuwen et al., 1999; Huete et al., 1999, Didan & Huete, 2006). As imagens compostas são utilizadas para reproduzir, entre outras coisas, o índice de vegetação denominado *Enhanced Vegetation Index* (EVI; Huete et al., 1997).

As imagens MODIS, por sua vez têm sido amplamente utilizadas em trabalhos de monitoramento agrícola em escalas equivalentes a estados do Brasil ou até países de menor área (Wardlow & Egbert, 2008; Epiphany et al. 2010). Um exemplo é o *Crop Enhancement Index* (CEI), proposto por Rizzi et al. (2009), com o propósito de estimar e mapear a área de soja, que foi testado para o MT. Este método utiliza imagens de EVI adquiridas em dois períodos específicos da safra agrícola da soja. O primeiro coincide com a entressafra/plantio e o segundo é centrado no pico de biomassa da cultura. No entanto, esta metodologia possibilita a estimativa de área no MT apenas a partir do início de março. Isto pode não atender totalmente as necessidades dos atores envolvidos na cadeia produtiva da soja, quando estes necessitam, por exemplo, prever com maior antecedência alguns movimentos de mercado. Além disso, projetos operacionais, que utilizam a metodologia CEI como base, tal como a Moratória da Soja, também demandam a informação antecipada sobre as áreas cultivadas com soja (Rudorff et al., 2011; Rudorff et al., 2012). A metodologia *Crop Enhancement Index-Preview Estimate* (CEI-PE) foi proposto por Eberhardt et al. (2011), para estimar a área de soja do MT a partir do início do mês de fevereiro, com antecipação de até 45 dias em relação ao CEI original. Esta metodologia utiliza o mesmo conceito do CEI original (a identificação da cultura alvo a partir do incremento registrado nas imagens EVI adquiridas em períodos chaves), entretanto, o período utilizado durante a safra para a aquisição de imagens é mais curto quando comparado ao utilizado no CEI original. Assim, ocorre a antecipação do mapeamento e conseqüentemente da estimativa de área. Desta maneira, o objetivo deste trabalho é avaliar em nível municipal as três estimativas prévias CEI-PE para a área cultivada com soja no MT na safra 2005/2006.

2. Material e método

Foram definidos como objeto de estudo os principais municípios produtores de soja do MT, selecionados de acordo com o critério de possuírem uma área cultivada com soja maior que 30 mil hectares na safra 2005/2006, de acordo com a metodologia CEI. Este critério

restringiu a área de estudo a 42 municípios, distribuídos nas principais regiões produtoras de soja na safra 2005/2006, os quais englobam 5,38 milhões de hectares soja (92,4% da área total cultivada no estado) (Figura 1).

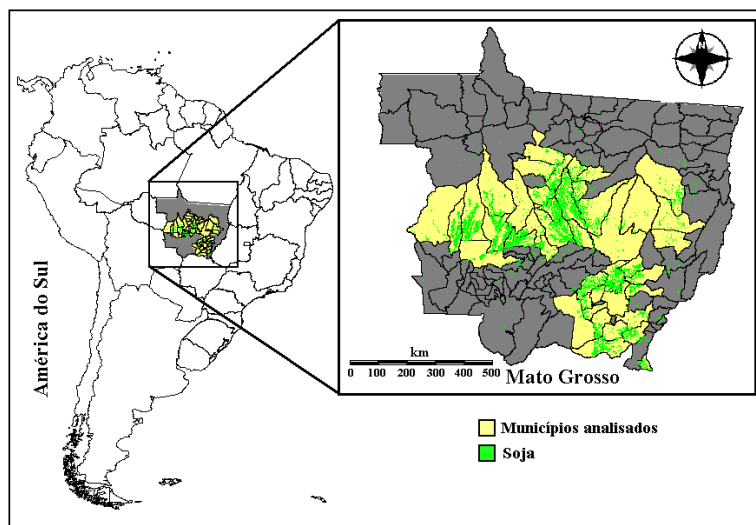


Figura 1. Localização da área de estudo, no Estado do Mato Grosso.

Inicialmente, foram utilizadas imagens EVI do produto de índices de vegetação do sensor MODIS (MOD13Q1). Estas imagens são disponibilizadas em composições, contendo pixels selecionados dentro de intervalos de 16 dias, em uma resolução espacial de 250 metros. A identificação destas composições ocorre através do Dia do Ano (DA), contados de 1 a 366 (Huete et al. 1999; Leeuwen et. al, 1999).

Originalmente, o CEI era aplicado utilizando uma imagem de Mínimo EVI (MinEVI), gerada a partir das imagens MODIS adquiridas entre o final de agosto e final de outubro (DA 241 a 320). Neste trabalho, a imagem MinEVI foi gerada utilizando o período antecipado, entre meados de junho e final de agosto (DA 161 a 224). Este ajuste visa aproveitar o melhor potencial de contraste do EVI entre as áreas de soja e demais classes de uso/cobertura do solo no período seco e evitar a utilização de imagens contaminadas com nuvens e/ou sombra de nuvens que podem ocorrer a partir de setembro, quando inicia o período de chuvas no MT (Risso et al., 2012). Assim, foi gerada uma imagem com os mínimos valores observados para cada pixel neste período. Rizzi et al. (2009) também propuseram o período coincidente com os DA 321 a 64 para a geração de uma imagem de Máximo EVI (MaxEVI), quando são obtidos os máximos valores observados no período para cada pixel das imagens MODIS.

O CEI-PE utiliza as mesmas premissas e formulação propostas por Rizzi et al. (2009), porém com ajustes nos períodos selecionados para a geração das imagens de MaxEVI. Em outras palavras, a proposta do CEI-PE é utilizar uma redução de até 45 dias no período de composição do MaxEVI, a partir do final do período definido em CEI original. Assim, identificando o período de geração de cada imagem de MaxEVI, foi adicionada à sua denominação o dia imediatamente posterior à data da última imagem EVI utilizada, possibilitando assim identificar os dias limítrofes da composição do MaxEVI em questão. Ou seja, com a utilização de imagens EVI dos DAs 321 a 48 origina a imagem MaxEVI-49. Assim, para gerar as imagens de MaxEVI-49, -33 e -17, foram utilizados períodos compreendidos entre os DA 321 a DA 48; DA 321 a DA 33 e DA 321 a DA 16, respectivamente. Em seguida, esta identificação do período utilizado no MaxEVI foi repassada a imagem CEI-PE à que deu origem, ou seja, a partir do MaxEVI-49 foi gerado

CEI-49 e assim sucessivamente. Para tanto, as imagens de Min e MaxEVI foram utilizadas na equação CEI (equação 1) para a geração da Imagem CEI-PE (Rizzi et al., 2009).

Equação 1:
$$CEI - PE = G * \frac{(MaxEVI+S)-(MinEVI+S)}{(MaxEVI+S)+(MinEVI+S)}$$

Em que, S é o coeficiente de realce ($S = 10^2$) e G é o fator de ganho ($G = 10^2$). Na imagem CEI-PE, os maiores valores representam pixels com maior variação entre os períodos de Min e MaxEVI e, conseqüentemente, com maior probabilidade de representarem áreas soja.

Posteriormente, as imagens CEI-PE foram submetidas à classificação utilizando um valor de limiar único em nível estadual para cada estimativa prévia. De modo que a área total identificada como soja em cada estimativa prévia fosse equivalente ao valor identificado pela metodologia CEI original para todo o MT na safra 2005/2006 (5,823 milhões de ha). Na seguida, os mapas de CEI-PE receberam a aplicação de um filtro de moda com janela móvel de 5 x 5 pixels, tal qual ao utilizado na metodologia CEI original. Esta operação visa eliminar os pixels classificados ou não que se apresentam isolados nos mapas, oriundos provavelmente de ruídos nas imagens MODIS. Os mapas de soja CEI-PE foram comparados àquele gerado através da formulação CEI original (definido como referência), originando um mapa de resultados para cada estimativa prévia. Posteriormente, foram calculados os valores de área cultivada por município e a relação entre as áreas de soja obtidas através das metodologias CEI-PE e CEI. Para tanto, estes foram confrontados com um mapa contendo os limites político-administrativos dos municípios analisados. Desta forma, foi gerado um mapa de resultados para cada estimativa prévia (CEI-49, -33 e -17), contendo a identificação dos municípios e a relação em termos percentuais dos valores de área de soja em ambas as metodologias (CEI e CEI-PE). Ademais, os valores de acerto foram agrupados em classes com intervalos definidos de maneira a facilitar a análise dos resultados. Por fim, foram elencados os municípios em que os mapas CEI-PE indicaram um valor de área de soja em concordância de 95% ou mais, na comparação com o mapa CEI original. Assim, os valores positivos nos mapas de resultados representam municípios em que a área de soja em CEI-PE foi maior do que em CEI original e vice-versa, conforme a Figura 2.

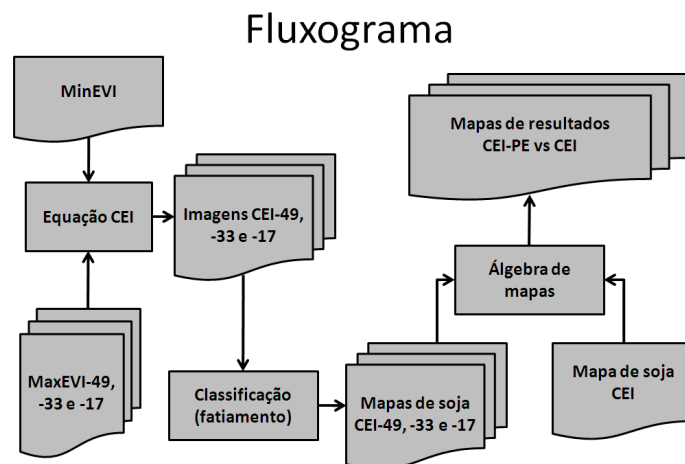


Figura 2. Fluxograma da metodologia CEI-PE aplicada para o Estado do Mato Grosso na safra 2005/2006.

3. Resultados e discussão

Os resultados da metodologia CEI-PE são apresentados em valores percentuais, a partir da comparação entre as estimativas de área de soja oriundas dos mapas de soja CEI-PE e CEI original. Os mapas de resultados demonstraram que um mesmo município apresenta diferentes valores de área para cada estimativa prévia, sendo que os resultados obtidos entre os mapas CEI-49 e CEI indicaram que 35 dos 42 municípios analisados apresentaram valores de área com 95% ou mais de concordância com CEI (83% de área de estudo).

Contudo, a estimativa CEI-33 demonstrou uma redução no número de municípios com concordância mínima de 95% no valor de área em relação ao dado de referência. Assim, foram identificados somente 20 dos 42 municípios (60% da área total de estudo) atendendo a este critério e, conseqüentemente, reduzindo a área de soja identificada em concordância com CEI. Alguns dos municípios apresentaram valores de super-estimativa, principalmente na região centro-norte e leste do MT. Ademais, como exemplo, podemos citar o município de Querência, onde a super-estimativa passou de aproximadamente dois para mais de 20%, entre nas estimativas CEI-49 e -33, respectivamente.

No que tange a estimativa prévia CEI-17, esta apresentou apenas 15 dos 42 municípios estudados (43% da área de estudo) em concordância mínima de 95% com o valor de área de referência. Além do mais, ficou evidente a predominância de municípios com super-estimativa em CEI-17, como por exemplo, Alto Taquari, que apresentou a maior diferença em relação ao registrado em CEI (34%). Por outro lado, também em CEI-17 foi registrada a maior sub-estimativa, atribuída ao município de Juscimeira (35%) (Figura 3).

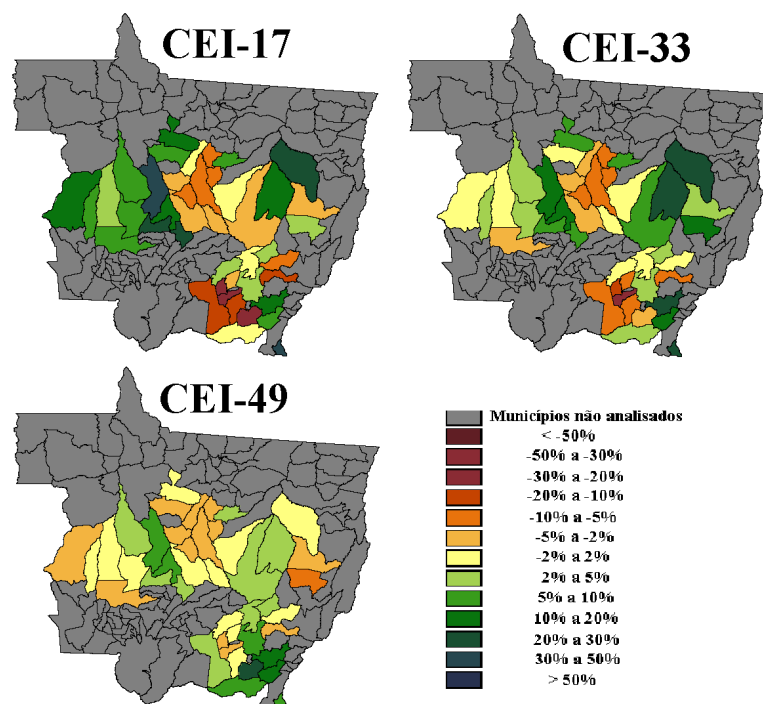


Figura 3. Mapas comparativos dos resultados originados entre as metodologias CEI-PE e CEI original, para CEI-49, -33 e -17, na safra 2005/2006.

De maneira geral, entre os municípios com maior concordância de área com CEI estiveram aqueles que apresentam maiores valores de área cultivada. Esta condição evidencia uma relação entre o total de área cultivada com os acertos de estimativa prévia.

Possivelmente, tais municípios apresentem maior sincronismo de plantio entre as lavouras, a partir de setembro ou outubro, o que facilitou a identificação dos talhões implantados precocemente. Entretanto, existe uma tendência de que parte dos municípios com maior área cultivada apresentem pequenas sub-estimativas para todas as estimativas prévias, entre estes estão, Sorriso, Nova Mutum e Lucas do Rio Verde.

Portanto, um fato a ser registrado é de que os municípios que apresentam super-estimativa de área em alguma das estimativas prévias, detinham no momento em questão pixels não classificados como soja em CEI, com valores de CEI-PE dentro do limiar de classificação. Estes podem representar talhões de outras culturas com a semeadura anterior à soja, ou áreas desflorestadas e/ou queimadas no período seco (MinEVI) e que entram em processo de regeneração no período chuvoso (MaxEVI) e que podem apresentar grande amplitude nos valores do EVI entre os períodos analisados. Desta forma, no momento da estimativa prévia o valor de índice CEI-PE destes pixels está elevado suficientemente ao ponto de serem inclusos na classe soja, ocasionando super-estimativa de área em relação ao CEI. Como exemplo, o município de Itiquira, com mais de 200 mil hectares de área cultivada, que apresentou super-estimativa em todos os mapas CEI-PE.

Por outro lado, os municípios que apresentaram sub-estimativa em alguma das prévias realizadas, a tiveram em virtude dos valores de CEI-PE não ter atingido a mesma elevação quando comparado aos valores das demais áreas com soja nos municípios restantes. Assim, os valores de CEI-PE foram inferiores nas áreas de soja quando comparados aos demais municípios. Isto indica uma possível condição de plantio mais tardio nos municípios com maiores sub-estimativas, em que nas áreas de soja destes municípios (ao menos em parte da área cultivada com soja) ainda não havia atingido o patamar mínimo no CEI-PE para a sua inclusão na classe soja, conseqüentemente, gerando discrepâncias na estimativa de área quando comparadas ao valor de referência (mapa de soja CEI). Um exemplo foi o município de Juscimeira, onde o CEI indicou mais de 35 mil hectares de soja na safra 2005/2006, sendo subestimada tal área em todas as estimativas prévias.

4. CONCLUSÃO

A estimativa de área com soja no MT apresenta diferentes níveis de concordância entre a metodologia CEI original e CEI-PE para as estimativas de área em nível municipal, com a melhor condição em CEI-49. Neste caso, foi observado que em 35 municípios 83% da área analisada) ocorreu concordância de 95% em termos de estimativa de área cultivada com soja entre as estimativas CEI e CEI-49. As demais estimativas prévias, CEI-33 e -17 apresentaram 20 e 15 municípios (60 e 43% da área de estudo, respectivamente) na mesma condição. As estimativas CEI-33 e -17 tendem a produzir, na maioria dos municípios, uma super-estimativa de área cultivada. Ademais, os municípios com maior área cultivada dentro de regiões com maior tradição de cultivo, apresentaram menor variação dos erros entre todas estimativas prévias, com maior concordância já em CEI-17 em relação a CEI original. De outra forma, alguns municípios entre aqueles de maior área cultivada apresentaram uma tendência de sub-estimativa em todas as estimativas prévias. Entretanto, foi possível verificar que alguns municípios apresentaram erros relativos elevados em todas as estimativas CEI-PE. Portanto, em tais municípios as imagens adquiridas entre os DA 49 e 65 são cruciais a uma correta estimativa de área.

5. Referências

Adami, M.; Rizzi, R.; Moreira, M. A.; Rudorff, B. F. T.; Ferreira, C. C. Amostragem probabilística estratificada por pontos para estimar a área cultivada com soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 585-592, 2010.

- Asner, G. P. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, vol. 22, no. 18, 3855–3862, 2001.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo levantamento, julho 2011. Brasília: Conab, 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_07_15_11_3_18_boletim_julho_-_2011..pdf>. Acesso: 28 mar. 2012.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Valores das exportações do complexo soja. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=546&t=2>>. Acesso: 30 mar. 2012.
- Didan, K.; Huete, A. R. MODIS Vegetation Index product series Collection 5 change summary. The University of Arizona. Arizona. Jun., 2006. Disponível em: <http://landweb.nascom.nasa.gov/QA_WWW/forPage/MOD13_VI_C5_Changes_Document_06_28_06.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2012.
- Eberhardt, I. D. R.; Rizzi, R.; Risso, J.; Fernandes, S. L. Identificação prévia das áreas de soja por meio da metodologia CEI em imagens MODIS. Congresso de Iniciação Científica (CIC), **Anais do CIC**, Pelotas, Brasil, 2011.
- Epiphanyo, R. D. V.; Formaggio, A. R.; Rudorff, B. F. T.; Maeda, E. E.; Luiz, A. J. B. Estimating soybean crop areas using spectral-temporal surfaces derived from MODIS images in Mato Grosso, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.1, p.72-80, jan. 2010.
- Huete, A.; Liu, H. Q.; Batchily, K.; Leeuwen, 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.
- Huete, A.; Justice, C.; Leeuwen, W. V. Modis vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basis document, 1999. Disponível em: <modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf>. Acesso em: 21 mar. 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Relatórios metodológicos. Pesquisas agropecuárias/IBGE, Departamento de Agropecuária. 2ª.ed. Rio de Janeiro, 2002, 92p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/PesquisasAgropecuarias2002.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Banco de Dados Agregados, Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1612&z=p&o=24&i=P>>. Acesso em: 24 mar. 2012.
- Justice, C. O.; Vermote, E.; Townshend, R. D.; Defries, R.; Roy, D. P.; Hall, D. K.; Salomonson, V. V.; Privette, J. L.; Riggs, G.; Strahler, A.; Lucht, W.; Mynemi, R. B.; Knyazikhin, Y.; Running, S. W.; Nemani, R. R.; Wan, Z.; Huete, A. R.; Leeuwen, W. V.; Wolfe, R. E.; Giglio, L.; Muller, J. P.; Lewis, P.; Barnsley, M. J. The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS): Land Remote Sensing for Global Change Research. **IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING**, VOL. 36, NO. 4, p.1228-1249, JULY 1998.
- Leeuwen, W. D.; Huete, A. R.; Laing, T. W. MODIS Vegetation Index Compositing Approach: A prototype with AVHRR data. **Remote Sensing of Environment**, n. 69, p. 264–280, 1999.
- MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Departamento de Planejamento e Desenvolvimento do Comércio Exterior - DEPLA, da Secretaria de Comércio Exterior – SECEX. Conhecendo o Brasil em números. Brasília. Disponível em: <www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1289222248.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- Pino, F. A. Estatísticas agrícolas para o século XXI. **Agric. São Paulo**, SP, 46(2): 71-105, 1999.
- Pino, F. A. Estimativa subjetiva de safras agrícolas. **Informações Econômicas**, SP, v.31, n. 6, jun., 2001.
- Risso, J.; Rizzi, R.; Rudorff, B. F. T.; Adami, M.; Shimabukuro, Y. E.; Formaggio, A. R.; Epiphanyo, R. D. V. Índices de vegetação MODIS aplicados na discriminação de áreas de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, (no prelo).
- Rizzi, R.; Rudorff, B. F. T. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.57, p.226-234, 2005.

- Rizzi, R.; Risso, J.; Epiphanyo, R. D. V.; Rudorff, B. F. T.; Formaggio, A. R.; Shimabukuro, Y. E.; Fernandes, S. L. Estimativa da área de soja no Mato Grosso por meio de imagens MODIS. **Anais do XIV SBSR**. Natal. INPE p.387-394, 2009. Disponível em: <<http://mar.te.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.16.18.50.57/doc/387-394.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2012.
- Rudorff, B. F. T.; Berka, L. M. S.; Moreira, M. A.; Duarte, V.; Xavier, A. C.; Rosa, V. G. C.; Shimabukuro, Y. E. Imagens de satélite no mapeamento e estimativa de área de cana em São Paulo: ano-safra 2003/04. **Agricultura São Paulo**, São Paulo, v.52, n.1, p.21-39, 2005.
- Rudorff, B. F. T.; Adami, M.; Aguiar, D. A.; Moreira, M. A.; Mello, M. P.; Fabiani, L.; Amaral, D. F. The soy moratorium in the Amazon Biome monitored by remote sensing Images. **Remote Sensing**, v.3, p.185-202, 2011.
- Rudorff, B.F.T.; Adami, M.; Risso, J.; Aguiar, D.A.; Pires, B.; Amaral, D.; Fabiani, L.; Cecarelli, I. Remote Sensing Images to Detect Soy Plantations in the Amazon Biome—The Soy Moratorium Initiative: **Sustainability**, v.4, p.1074-1088, 2012.
- USDA – United States Department of Agriculture. Oilseeds: World markets and trade. Circular series, FOP 07-12, Jul. 2012. Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/oilseed-trade/oilseed-trade-07-11-2012.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2012.
- USDA – United States Department of Agriculture. USDA agricultural projections to 2021. February, 2012. Disponível em: <http://www.ers.usda.gov/media/273343/ocel21_2_.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2012.
- Wardlow, B. D.; Egbert, S. L. Large-area crop mapping using time-series MODIS 250 m NDVI data: An assessment for the U.S. Central Great Plains. **Remote Sensing of Environment**, v.112, p.1096-1116, 2008.