

Estimativa de área de culturas de verão em Santa Catarina, por meio de imagens multitemporais EVI/MODIS

Clóvis Cechim Júnior¹
Jerry Adriani Johann¹
Laíza Cavalcante de Albuquerque Silva¹
Willyan Ronaldo Becker¹
Alex Paludo¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE

R. Universitária, 2069 - Caixa Postal 711

85819-110 - Cascavel - PR, Brasil

{juniorcechim, jerry.johann, laiza.cavalcante, willyanbecker, paludo.alex}@hotmail.com

Abstract. The mappings and estimates of acreage of agricultural crops in large territorial extensions the a short term are indispensable for planning and decision making of government agencies and this becomes possible due to the availability of satellite images for free, which allows you to generate low-cost methodologies for the quantification of agricultural crops in advance the harvest. The aim of this study was to estimate and map areas with crops of soybeans and corn to the 2015/2016 crop year using time series images of EVI of orbital sensor MODIS in the Santa Catarina State, South Brazil. The methodology adopted in the summer crops mapping takes into account the temporal dynamic and heterogeneity of sowing dates, using images that span all phenological phases, ranging from the early stage of development, with planting to senescence phase. The evaluation of the accuracy of the mapping was done using Landsat-8 that were used as a reference to determine the accuracy and precision being obtained a global accuracy of 94.50% and kappa index of 0.89. The results indicate that the methodology can be used for mapping of summer crops in the State of Santa Catarina.

Key-words: remote sensing, images classification, vegetation index, sensoriamento remoto, classificação de imagens, índice de vegetação.

1. Introdução

A estimativa da safra brasileira de grãos é de que a área plantada alcance 58,5 milhões de hectares. No total absoluto, isso representa um aumento de 593, 5 mil hectares frente à safra passada, que chegou a 57,9 milhões de hectares. A cultura da soja, responsável por mais de 56% da área cultivada do país, permanece como principal responsável pelo aumento de área. A estimativa de crescimento é de 3,6% (1,1 milhão de hectares) na área cultivada com a oleaginosa. Para o milho primeira safra, a expectativa é que haja redução de 6,8% na área (41, 9 mil hectares), a ser cultivada com soja. Para o milho segunda safra, a expectativa é de leve aumento de área (CONAB, 2016).

O estado de Santa Catarina ocupa 13^o posição em área plantada com 608.641 ha de soja e com 404.487 ha de milho, em quantidade produzida de soja ocupa a 12^o posição e o milho ocupa a 9^o posição no ranking nacional, os maiores produtores são os estados de Mato Grosso e Paraná (IBGE, 2016).

O mapeamento e a estimativa de áreas de culturas agrícolas de forma rápida e objetiva com antecedência a colheita é imprescindível para a tomada de decisão de órgãos governamentais e estaduais, isto se torna possível por meio de imagens provenientes de sensoriamento remoto orbital a partir do sensor MODIS que tem como produto os índices de vegetação que são muito usados em mapeamentos e estimativas de áreas de culturas agrícolas de verão em virtude de sua resolução temporal diária (Johann et al., 2012; Santos et al., 2014; Grzegozewski et al., 2016). E em estudos de monitoramento e mapeamento de diferentes

culturas agrícolas (Xavier et al., 2006; Brown et al., 2013; Mengue e Fontana, 2015; Souza et al., 2015; Antunes et al., 2015).

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) proposto por Rouse et al. (1979) para mapeamentos de áreas vegetadas. Apresenta a possibilidade de saturação o que o torna insensível ao aumento da biomassa, mesmo quando há aumento da densidade do dossel da cultura (Gamon et al., 1995). Desta forma utilizou-se o EVI (*Enhanced Vegetation Index*) que é menos suscetível à saturação e mais sensível à variação da estrutura, arquitetura do dossel e fisionomia da planta (Huete et al., 1997; Huete et al., 1999; Huete et al., 2002).

Sendo assim, por meio de sensoriamento remoto com o uso de séries temporais de imagens provenientes do sensor MODIS a partir dos índices de vegetação EVI foi gerado o mapeamento e a análise de acurácia para as culturas de soja e milho no estado de Santa Catarina. Para avaliação da acurácia foi usando imagens do satélite Landsat-8/OLI.

O objetivo deste trabalho foi estimar e mapear as áreas cultivadas com as culturas de verão (soja e milho), em Santa Catarina, com uso de séries temporais EVI/MODIS para o ano-safra de 2015/2016.

2. Material e Métodos

A área de estudo compreende o estado de Santa Catarina na região Sul do Brasil (25°57'41" e 29°23'55"S; 48°19'37" e 53°50'00"W).

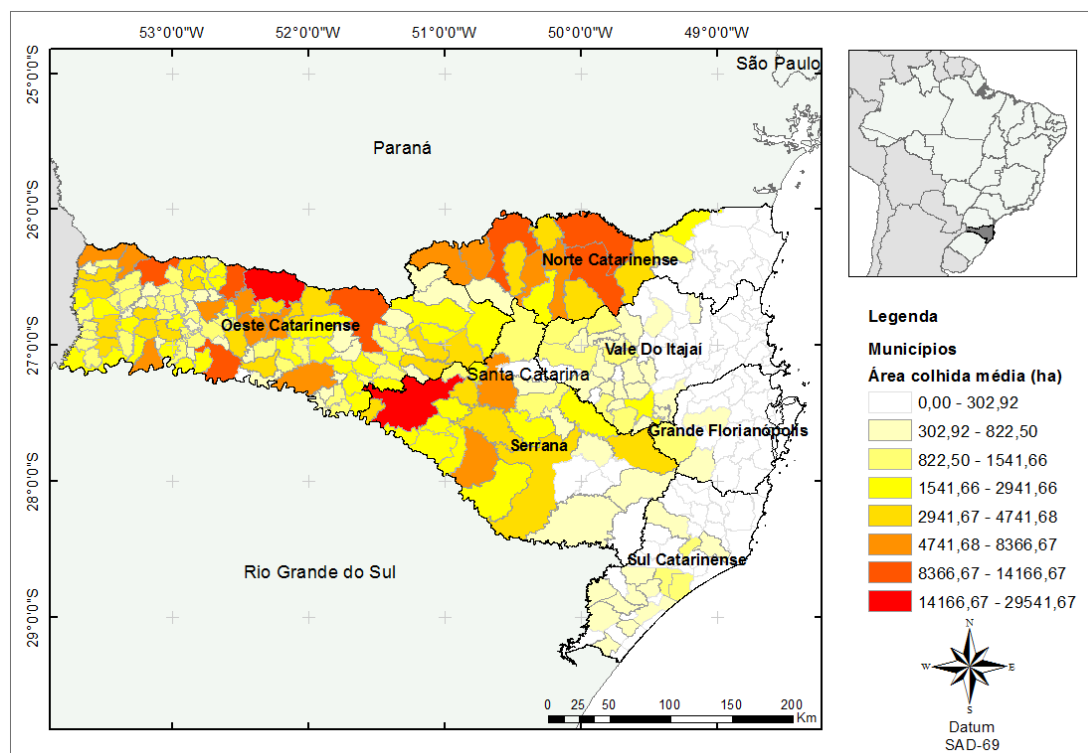


Figura 1. Mapa de área colhida média de 2008 a 2014 com culturas de verão no estado de Santa Catarina.

Fonte: IBGE (2016).

Para o mapeamento e estimativa de área das culturas de verão (soja e milho) foram obtidas imagens de EVI do sensor orbital MODIS dos satélites TERRA e AQUA que tem uma resolução espacial de 250m, adquiridas no banco de produtos MODIS na Base Estadual Brasileira (Esquerdo et al., 2010). Primeiramente foi criado um cubo temporal de imagens,

após isso as imagens foram recortadas para o estado de Santa Catarina, e na sequência foi aplicado o filtro *Flat Bottom Smoother* (Wardlow et al., 2006) para suavização do perfil temporal para analisar as imagens de mínimo e máximo.

Estas imagens foram agrupadas temporalmente em composições o que permitiu gerar o perfil espectral de EVI. Para gerar a imagens de mínimo EVI e a de máximo foi usado um sistema de extração de dados de imagens em linguagem de programação “*Interactive data language*” (IDL) (Esquerdo et al., 2011), utilizou-se do perfil espectro temporal dos talhões agrícolas das culturas de verão que foram analisados em todo o estado de Santa Catarina (Figura 2).

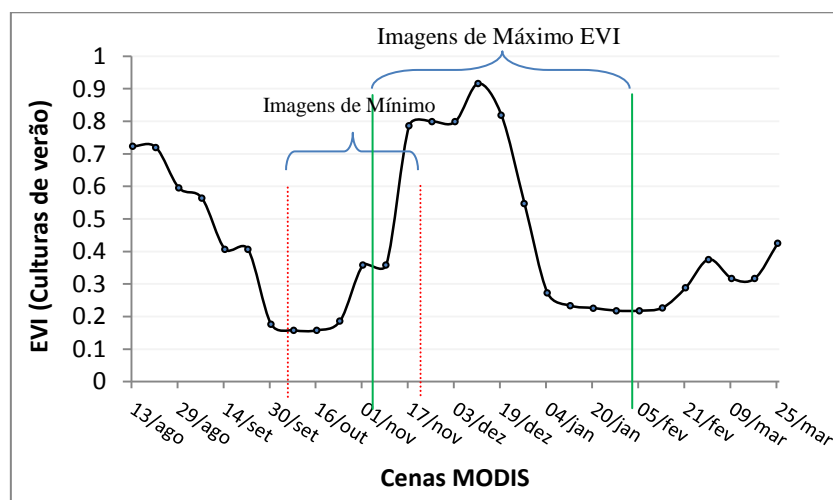


Figura 2. Perfil temporal de EVI de culturas de verão de um talhão localizado no município de Campo Eré na mesorregião do Oeste Catarinense.

O período de imagens usado definidos na janela temporal para gerar o mapeamento foi do dia 13 de agosto de 2015 a 25 de março de 2016 (Figura 2), neste caso determina-se o intervalo entre o início e fim do plantio das culturas de verão, desta forma se estabelece um período maior ao observado na análise do perfil espectro-temporal, pois dependendo da mesorregião e das condições climáticas os plantios são feitos em épocas diferentes podendo ser feito com maior antecedência ou prolongamento.

Ao total foram usadas 23 imagens indo do final de agosto a fim de março, período que contempla todo o ciclo de desenvolvimento das culturas no estado, para determinar o período do desenvolvimento das culturas nas imagens usadas para gerar a composição (RGB) (Figura 3).

A determinação do número de pontos amostrais ou pixels amostrais a um nível de confiança de 95% foi feito de acordo com Barbetta (2007), sendo definido o conjunto amostral mínimo para avaliar a acurácia do mapeamento gerado.

Para a avaliação de acurácia foi usado como referência imagens do satélite Landsat 8 compreendidas entre 2015/2016 disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016). O procedimento foi realizado por meio de amostragem aleatória estratificada sorteando 200 pixels amostrais dentro da classe de culturas de verão e 200 pixels na classe de não culturas de verão.

A análise dos resultados dos mapeamentos consistiu na avaliação da acurácia com os Índices Kappa e Exatidão Global (EG) (Congalton, 1991; Congalton e Green, 1999), sendo usadas imagens Landsat-8/OLI, em composição de falsa cor RGB 564, como referência.

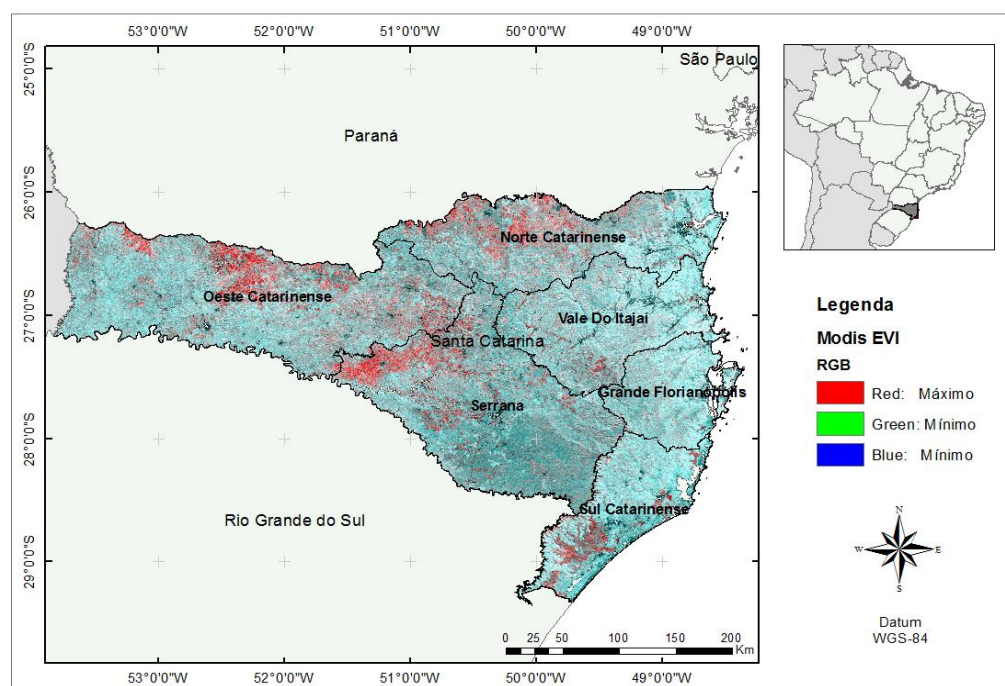


Figura 3. Composição RGB de imagens de máximo (R) e mínimo EVI/MODIS (GB), ano-safra 2015/2016, as áreas vermelhas correspondem às culturas de verão.

3. Resultados e Discussão

Na geração do mapeamento para o ano-safra de 2015/2016, a composição RGB foi convertida para níveis de cinza (NC) e entre as várias simulações realizadas de cortes NC, para os canais da composição colorida RGB (Figura 4), o melhor resultado foi encontrado quando se definiu como valor de corte para o filtro R (valores acima de 150), e 140 como valor de corte para os canais G e B (valores de NC abaixo de 140).

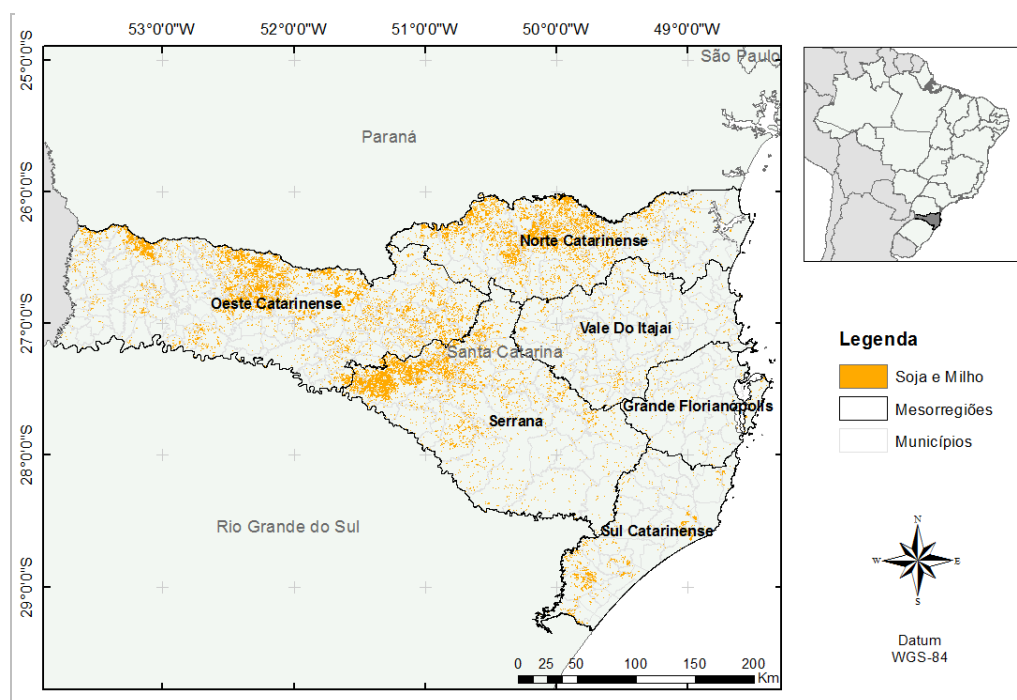


Figura 4. Mapeamento MODIS para as culturas de verão soja e milho no ano-safra de 2015/2016.

Os resultados das distribuições espaciais no estado das áreas cultivadas de soja e milho evidenciaram um maior predomínio das culturas nas mesorregiões do Oeste catarinense, Norte catarinense e Serrana sendo obtida uma área total cultivada de 1.108.381,250 ha no estado no ano-safra de 2015/2016 (Tabela 1).

Tabela 1 Estimativas de área cultivada de culturas se soja e milho por mesorregiões

Mesorregiões	Área cultivada	
Catarinenses	(ha)	(%)
Oeste	420.806.250	38,0
Norte	277.993.750	25,1
Serrana	272.506.250	24,6
Vale do Itajaí	61.793.750	5,6
Sul	57.031.250	5,1
Grande Florianópolis	18.250.000	1,6
Total	1.108.381,250	100

Com relação à acurácia do mapeamento usando como referência imagens Landsat 8 (composição de falsa cor RB-564), o EG obtido foi 94,50% com um índice kappa de 0,89 (Tabela 2), de acordo com Landis e Koch (1977), o mapeamento foi considerado excelente ($k > 0,81$). Com relação à exatidão global, segundo Foody (2002), é desejável que uma classificação alcance índices de acerto superiores a 85%, conforme situação confirmada pelo EG obtido no mapeamento.

Tabela 2 Matriz de confusão para determinação de índices de acurácia

Matriz de confusão				
Ano-safra 2015/2016	Referência		Total	EI (%)
	Culturas de verão	Não culturas		
Culturas de verão	181	3	184	1,6
Não culturas	19	197	216	8,8
Total	200	200	400	IK = 0,89
EO (%)	9,5	1,5		EG = 94,50%

A soma da diagonal principal da matriz de erros das 400 amostras sorteadas de forma aleatória mostrou que 378 das amostras foram corretamente classificadas (Tabela 2). Johann et al. (2012) em mapeamentos de culturas de verão no estado do Paraná obteve um IK variando entre 0,86 a 0,90 e uma EG variando entre 92,75% e 95%, o que indica que o mapeamento realizado no presente trabalho pela metodologia adotada teve excelente confiabilidade.

4. Conclusões

O uso de dados espectrais multitemporais EVI/MODIS permite o mapeamento e a estimativa de áreas cultivada as culturas agrícolas de verão no estado de Santa Catarina com antecedência as estimativas feitas por órgãos oficiais.

O uso das cenas na geração de composições de mínimo e máximo EVI reduz a variabilidade nas datas de plantio, permitindo rapidez no mapeamento de áreas agrícolas pela metodologia RGB. Podendo ser reproduzido o mesmo período de imagens e cortes para outros anos-safras.

Os mapeamentos gerados são de excelente qualidade temática, indicando a proximidade com a realidade de campo, sendo feitos de forma rápida e precisa a custos baixos.

5. Agradecimentos

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes e Fundação Araucária pelo apoio financeiro, ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola (PGEAGRI) pela oportunidade bem como ao Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) da UNIOESTE/Campus Cascavel, pela infraestrutura disponibilizada para realizar este trabalho.

6. Referências

Antunes, J. F. G.; Lamparelli, R. A. C.; Rodrigues, L. H. A. Mapeamento do cultivo da cana-de-açúcar por meio da classificação de séries temporais de dados MODIS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SSBR), 2015, João Pessoa. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2015.

Barbetta, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. Florianópolis, UFSC. 2007. 316p.

Brown, J. C.; Kastens, J. H.; Coutinho, A. C.; Victoria, D. Bishop, C. R. Classifying multiyear agricultural land use data from Mato Grosso using time-series MODIS vegetation index data. **Remote Sensing of Environment**, v. 130, p.39-50, 2013.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento safra brasileira de grãos**, v. 5- Safra 2015/16 - Quinto levantamento, Brasília, p. 1-182, 2016.

Congalton, R.G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. **Remote Sensing of Environment**, v.37, p.35-46, 1991.

Congalton, R.G.; Green, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. Boca Raton: CRC Press, 1999. 160p.

Esquerdo, J. C. D. M.; Antunes, J. F. G.; Andrade, J. C. de. **Desenvolvimento do banco de produtos MODIS na Base Estadual Brasileira**. (Comunicado Técnico, 100) - Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 7 p., 2010.

Esquerdo, J. C. D. M.; Zullo Junior, J.; Antunes, J. F. G. Use of NDVI/AVHRR time series profiles for soybean crop monitoring in Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v.32, p.3711-3727, 2011.

Foody, G. M. Status of land cover classification accuracy assesment. **Remote Sensing of Environment**, v. 80, n. 1, p.185-201, 2002.

Gamon, J. A.; Field, C. D.; Goulden, M. L.; Griffin, K. L.; Hartley, A. E.; Joel, G.; Peñuelas, J.; Valentini, R. Relationships between NDVI, canopy structure, and photosynthesis in three Californian vegetation types. **Ecological Applications**, v. 5, p.28-41, 1995.

Grzegozewski, D. M.; Johann, J. A.; Opazo, M. A.; Mercante, E.; Coutinho, A. C. Mapping soya bean and corn crops in the State of Paraná, Brazil, using EVI images from the Modis sensor. **International Journal of Remote Sensing**, p.1257-1275, v.37, n.6, 2016.

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, n.1-2, p. 195-213, 2002.

Huete, A.; Justice, C.; Leeuwen, W. V. **MODIS vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basis document**. 1999. Disponível em: <http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd_mod13.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2016.

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.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Agregados**: Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2016. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de imagens**. 2016. <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. 18 Abr. 2016.

Johann, J. A.; Rocha, J. V.; Duft, D. G.; Lamparelli, R. A. C. Estimativa de áreas com culturas de verão no Paraná, por meio de imagens multitemporais EVI/Modis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 9, v. 47, p. 1295-1306, 2012.

Landis, J. R.; Koch, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, p.159-174, 1977.

Mengue, V. P.; Fontana, D. C. Assessment of spectral-temporal dynamics for mapping the main summer crops in the Rio Grande do Sul State. **Bragantia**, Campinas, v 74, n. 3, p. 331-340, 2015.

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 Symposium, v.1., 1973, Washington. **Proceeding**. Wahington: NASA. v.1, p. 309-317, 1973.

Santos, J. S.; Fontana, D. C.; Silva, T. S. F.; Rudorff, B. F. T. Identificação da dinâmica espaço-temporal para estimar área cultivada de soja a partir de imagens MODIS no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.18, n.1, p.54-63, 2014.

Souza, C. H. W.; E. Mercante; J. A. Johann; R. A. C. Lamparelli; M. A. Uribe-Opazo. Mapping and discrimination of soya bean and corn crops using spectro-temporal profiles of vegetation indices. **International Journal of Remote Sensing**. v.36, n.7, p. 1809-1824, 2015.

Xavier, A. C.; Rudorff, B. F. T.; Shimabukuro, E.; Berka, L. M. S.; Moreira, M. A. Multi-temporal analysis of MODIS data to classify sugarcane crop. **International Journal of Remote Sensing**. Taylor & Francis, London, v. 27, n. 4, p. 755-768, 2006.

Wardlow, B. D.; Kastens, J.H.; Egbert, S.L. Using USDA Crop Progress Data and MODIS Time-Series NDVI for Regional-Scale Evaluation of Greenup Onset Date. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 72, n. 11, p. 1225-1234, 2006.