



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**ÍNDICE CEI APLICADO A IMAGENS MODIS PARA ANÁLISE DA ÁREA DE SOJA NO
OESTE DO PARANÁ**

Renan Pfister **Maçorano**^{1a, 2a}; Daniel **Gomes**^{1c}; Luiz Eduardo **Vicente**^{1b}; Edlene Aparecida
Monteiro **Garçon**^{1c}; Marcos César **Ferreira**^{2b}

¹ Embrapa Monitoramento por Satélite; ² Instituto de Geociências – UNICAMP

Nº 13504

RESUMO - *A produção da soja vem ocupando posição de destaque no agronegócio brasileiro. Nesse cenário, o Estado do Paraná ocupa o segundo lugar, atrás apenas do Estado do Mato Grosso como maior produtor nacional. A partir dessa premissa, este trabalho utiliza-se de imagens do sensor MODIS aliadas com o índice Crop Enhancement Index (CEI) para a identificação de áreas de cultivo agrícola no oeste paranaense. Os resultados obtidos foram comparados com os dados sobre áreas plantadas de soja em 2009 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e apresentaram qualidade extremamente satisfatória ($R^2 = 0,89$), corroborando a premissa inicial do trabalho quanto à eficiência do uso consorciado do CEI e de imagens MODIS para mapear grandes áreas de cultivo de soja.*

Palavras-chave: processamento de imagens, índice de vegetação, soja, MODIS, CEI.

^a Bolsista CNPq; Graduação em Geografia, renan.macorano@colaborador.embrapa.br, ^b Orientador, ^c Colaborador



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

ABSTRACT – Soybean production plays a remarkable role in Brazilian agribusiness. In this context, the state of Paraná is the second largest soybean producer in the country, overcome only by Mato Grosso state. Based on this premise, this work uses MODIS images allied with the Crop Enhanced Index (CEI) to identify crop areas in Paraná's western region. The results were compared with data on soybean crop area accountings from 2009 made by Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), and exhibited extremely satisfactory quality ($R^2 = 0,89$), thus validating this work's initial premise on the efficiency of the use of CEI consorted with MODIS images in order to map large-scale soybean crop areas.

Keywords: image processing, vegetation index, soybean, MODIS, CEI.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos dez anos, o Brasil tem apresentado crescimento significativo no setor de agronegócios. Entre os anos de 2001 e 2010, os valores de exportações nacionais nesse setor triplicaram, aumentando de US\$ 24 bilhões para US\$ 76 bilhões (BRASIL, 2011). De acordo com Brasil (2011), no ano de 2010, a soja ocupou a liderança entre os produtos agropecuários, e representou 22% do valor das exportações do agronegócio, percentual que corresponde a US\$ 16,81 bilhões.

Dada a importância do cultivo de soja para a economia nacional, o monitoramento das safras torna-se relevante para a tomada de decisões tanto do governo quanto de membros do setor produtivo (RIZZI et al., 2009). Nesse contexto, o sensoriamento remoto torna-se um instrumento que permite a geração de informações úteis à gestão estratégica de atividades agropecuárias, como a distribuição espacial de áreas plantadas e a identificação de espécies cultivadas, que podem ser obtidas por meio das variabilidades espaciais e temporais da resposta espectral dos alvos de uma determinada região (VICENTE et al., 2012).

Os dados oficiais fornecidos pelo IBGE apresentam o total da área plantada com soja por município, entretanto não indicam os locais do município em que a soja é produzida, o que acarreta dificuldades para criar um zoneamento para controle mais apurado, como a redução de riscos de ordem climática e a escolha do melhor período para o plantio.

O Estado do Paraná é o segundo maior produtor de soja do Brasil, e fica atrás apenas do Estado do Mato Grosso. No ano de 2009, os dados do IBGE mostram que a produção paranaense foi mais intensa nas regiões dos municípios de Cascavel, Toledo e Campo Mourão a oeste, Londrina e Maringá ao norte e Guarapuava e Ponta Grossa ao sul (IBGE, 2009).



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é verificar se é possível mapear, no interior dos municípios, áreas de cultivo agrícola nas quais foi observada cobertura vegetal com rápido desenvolvimento e senescência, utilizando, para isso, a variabilidade temporal dos índices de vegetação obtidos via imagens de satélite. Esta metodologia foi aplicada na região oeste do Paraná, onde, com base nos dados do IBGE, pode-se inferir que os locais cultivam soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para delimitar a área de estudo, foram utilizadas as áreas de atuação de três núcleos regionais da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná (SEAB/PR): Campo Mourão, Cascavel e Toledo (Figura 1). Esses núcleos compreendem 73 dos 399 municípios do estado e cerca de 37% da área plantada com soja no Paraná.



Figura 1. Área de estudo.

Para este estudo foram utilizadas imagens do índice de vegetação realçada (em inglês, *Enhanced Vegetation Index*, ou EVI) do produto MOD13Q1. Essas imagens correspondem a índices de vegetação derivados de imagens obtidas pelo sensor MODIS do satélite Terra, em composições temporais de 16 dias e com resolução espacial de 250 m. O período de 16 dias permite a escolha de pixels sem presença de nuvens. Foram selecionadas 23 imagens, que completam um ciclo anual de produção agrícola, na época entre 13 de setembro de 2008 e 14 de setembro de 2009.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Na etapa de pré-processamento, as imagens foram convertidas para o sistema de coordenadas geográficas *datum* WGS-84 e, em seguida, agrupadas em um único arquivo de imagens a serem processadas.

Posteriormente, as áreas de soja foram identificadas com o uso do *Crop Enhanced Index* (CEI), de acordo com a metodologia descrita por Rizzi et al. (2009). O CEI utiliza a diferença entre os baixos valores de EVI medidos durante a época de semeadura ou de colheita, quando há predominância de solo exposto, e os altos valores de EVI correspondentes à época de máximo desenvolvimento da cultura, quando a vegetação tem mais biomassa (RIZZI et al., 2009). Seu cálculo é realizado de acordo com a Equação (2):

$$CEI = \frac{100*(MaxEVI+100)-(MinEVI+100)}{(MaxEVI+100)+(MinEVI+100)} \quad (2)$$

em que *MaxEVI* e *MinEVI* são os valores máximo e mínimo do EVI no ciclo fenológico estudado.

Para verificar as datas mais apropriadas para utilização do CEI, foi utilizada uma metodologia de análise de mistura espectral adaptada para séries temporais. A partir da série EVI correspondente à primeira safra do período 2008/2009, foi gerado um arquivo de *Minimal Noise Fraction* – MNF – (GREEN, 1988), que descorrelaciona as informações das bandas para separar sinal e ruído. Em seguida, as bandas com maior concentração de sinal foram utilizadas para averiguar o índice de pureza de cada pixel utilizando o *Pixel Purity Index* – PPI – (BOARDMAN, 1993). Os pixels mais puros foram selecionados e visualizados em um ambiente de n-dimensões, onde é possível verificar como os pixels puros se agrupam e quais deles são os membros extremos. A variação do valor do EVI ao longo do tempo para os membros extremos mais relacionados ao uso agrícola da terra pode ser verificada na Figura 2.

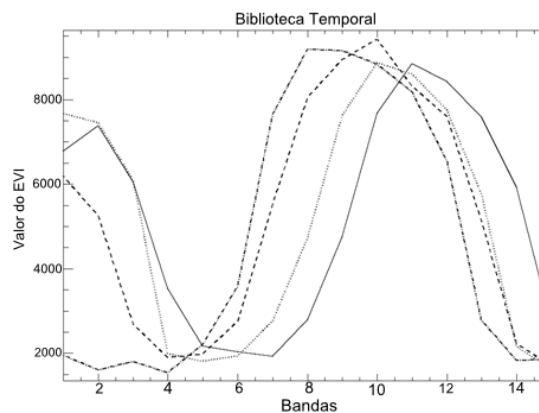


Figura 2. Membros extremos selecionados para a escolha das datas do CEI nas primeiras 15 imagens da série temporal, correspondentes ao período entre 13 de setembro de 2008 (banda 1) e 23 de abril de 2009 (banda 15).



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

A partir da análise da variação temporal do EVI dos membros extremos, foi possível perceber que a cena de EVI de 17 de novembro, correspondente à banda 5 na Figura 2, seria a mais adequada para ser utilizada como valor mínimo, uma vez que todos os membros finais apresentam valores baixos. Por sua vez, a cena EVI de 18 de fevereiro de 2009 (correspondente à banda 11 na Figura 2) apresenta valores altos para todos os membros extremos e, por isso, seria a mais apropriada para o valor máximo de EVI. No entanto, as datas foram alteradas para uma posterior análise comparativa entre os resultados deste trabalho e os resultados obtidos com o CEI aplicado a imagens Landsat da mesma região. Por isso, a data adotada para o valor mínimo foi 13 de setembro de 2008 (banda 1 na Figura 2) e, para o valor máximo, foi 1 de janeiro de 2009 (banda 8 na Figura 2).

A área mapeada com valor de CEI maior que 0,2 foi considerada como área agrícola.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação da metodologia, obtivemos o mapa de área de soja na região de estudo, ilustrado na Figura 3.

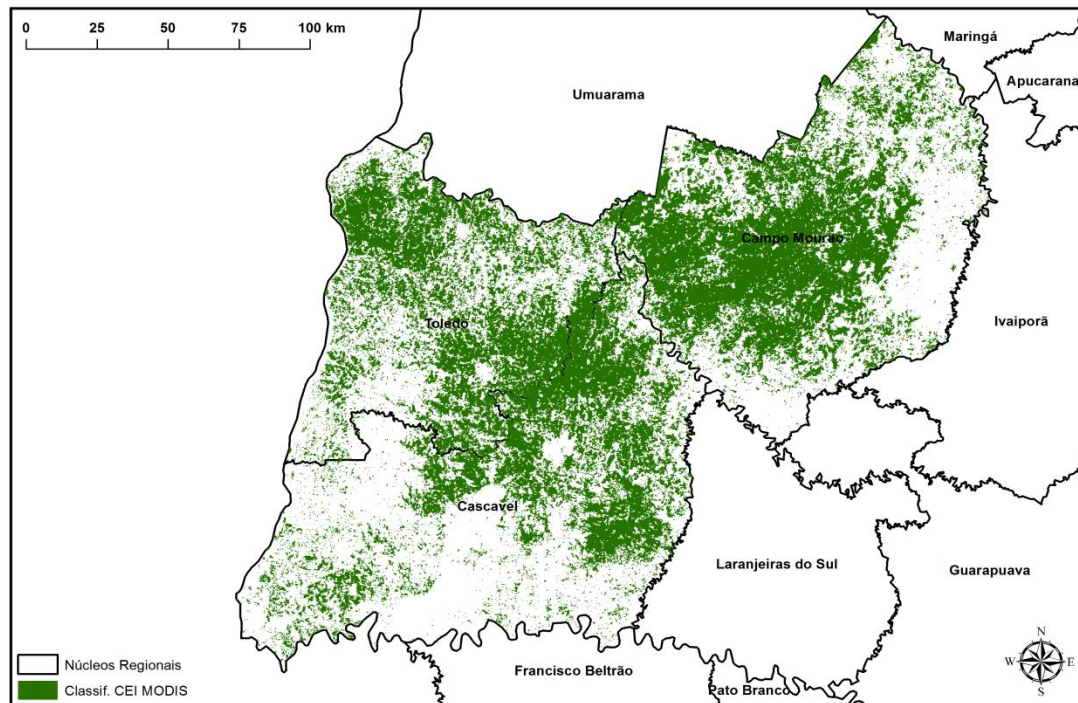


Figura 3. Mapa da área de soja na área de estudo.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

A partir do mapa ilustrado na Figura 3, foi calculada a área agrícola para cada município da área de estudo. Os resultados apresentados mostraram-se satisfatórios quando comparados com dados do IBGE para áreas plantadas de soja por município em 2009, com coeficiente de determinação da regressão linear (R^2) de 0,8978 (Figura 4).

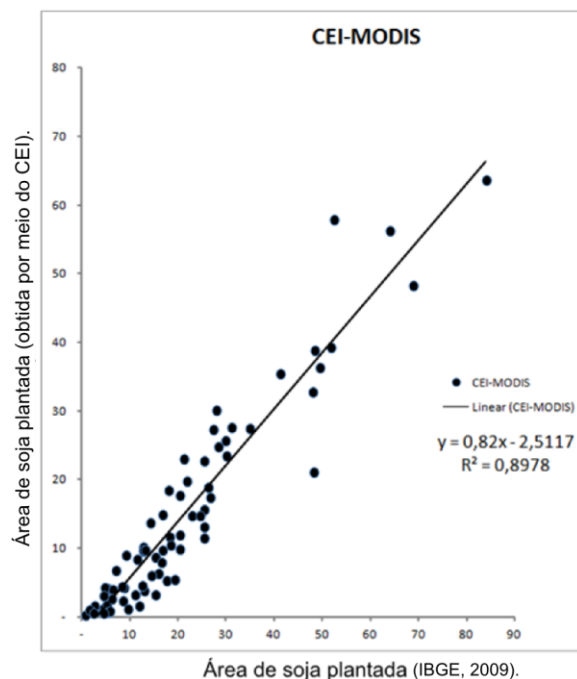


Figura 4. Correlação entre dados do IBGE e resultados deste trabalho para cada município da área de estudo.

4. CONCLUSÕES

A partir da aplicação desta metodologia, verificamos que é possível mapear áreas de soja utilizando a variabilidade temporal dos índices de vegetação obtidos via satélite, que configura uma ferramenta robusta, rápida e computacionalmente eficaz para o mapeamento de grandes áreas.

Apesar do resultado positivo, o CEI utiliza apenas dois pontos de um ciclo que podem ser influenciados por nuvens ou por atrasos no plantio em determinadas regiões. Dessa forma, um arranjo com todas as imagens do mês de plantio e de maturação de soja na área de estudo poderia tornar os resultados ainda mais satisfatórios. Ademais, como perspectiva futura e continuidade desse trabalho, outros benefícios podem ser obtidos por meio da combinação das imagens do sensor MODIS com dados de sensores de melhor resolução espacial, como o *Operational Land Imager* (OLI) do satélite Landsat 8, recentemente lançado (fevereiro/2013) e já em operação.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

5. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pelo suporte financeiro na forma de bolsa de iniciação científica, à equipe de pesquisa e desenvolvimento do projeto AgSpec da Embrapa Monitoramento por Satélite e aos respectivos parceiros, pela orientação e pelo apoio às atividades desenvolvidas neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOARDMAN, J. W. Automated spectral unmixing of AVIRIS data using convex geometry concepts. In: AVIRIS WORKSHOP, 3., 1993. Pasadena, CA. **Proceedings...** Pasadena, CA: JPL Publication 93-26, 1993. p. 11-14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Exportações batem US\$ 76 bi e alcançam maior valor da história.** 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

GREEN, A. A.; BERMAN, M.; SWITZER, P.; CRAIG, M. D. A transformation for ordering multispectral data in terms of image quality with implications for noise removal. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, v. 26, n. 1, p. 65-74, 1988.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes.** Rio de Janeiro, 2009.

RIZZI, R.; RISSO, J.; EPIPHANIO, 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. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 24., 2009. Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 387-394.

VICENTE, L. E.; LOEBMANN, D. G. dos S. W.; VICTORIA, D. de C.; GARCON, E. A. M.; BOLFE, E. L.; ANDRADE, R. G.; SILVA, G. B. S. da Séries temporais de NDVI do sensor SPOT Vegetation e algoritmo SAM aplicados ao mapeamento de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 9, p. 1337-1345, set., 2012.